

ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN EN LA MICROCUENCA DEL CAÑO BUQUE EN VILLAVICENCIO,
META



CATALINA ALFONSO BOHORQUEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2025

ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN EN LA MICROCUENCA DEL CAÑO BUQUE EN VILLAVICENCIO,
META

CATALINA ALFONSO BOHORQUEZ

Estado del arte presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental

Director

Mg. ANGÉLICA MARIA BUSTAMANTE ZAPATA

Magister en desarrollo sustentable y gestión ambiental

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2025

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGU, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. William PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Dedicatoria

A ti, mamá,

Mi mayor inspiración, mi fortaleza y mi refugio. Este logro es tanto tuyo como mío, porque en cada paso del camino estuviste alentándome, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba. Hoy te honro con este esfuerzo que sé que te llenaría de orgullo. Tu amor y tu apoyo incondicional son la raíz de todo lo que he alcanzado y la guía que siempre me acompañará. Gracias por ser mi luz eterna. Este trabajo es mi manera de decirte que tu legado vive en mí, y que cada meta que cumpla lleva tu nombre. Con amor infinito, tu ingeniera.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincera gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, han sido fundamentales en este camino y han contribuido al logro de esta meta tan importante.

A mis profesores Diego Cortes, Esteban Burgos, Mauricio Sánchez y Angélica Bustamante, por haber compartido conmigo no solo su conocimiento, sino también su pasión por la ingeniería ambiental, su guía y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación profesional y personal.

A mis amigos Valentina Rojas, Sebastián Cifuentes, Juan José García, María José Forero, Nicolás Cruz, Yeiner Cardozo, Andrea Mora y Juan Colina, por ser mi red de apoyo en los momentos difíciles y por hacer de esta etapa una experiencia inolvidable llena de risas, aprendizajes y compañerismo.

A mi papá, Jabel Alfonso, y a mi hermana, Yeris Alfonso, por ser mi refugio y mi mayor respaldo, su amor incondicional y sus palabras de aliento me han dado la fuerza para superar cualquier obstáculo en mis momentos más difíciles de mi vida.

Mi novio, Víctor Iregui, quien creyó en mí desde el principio y vio en mí un potencial que muchas veces yo misma no reconocía, gracias por ser mi motivación constante y por recordarme siempre de lo que soy capaz.

A todos ustedes, mi eterno agradecimiento por haber formado parte de este lindo viaje llamado universidad.

Contenido

Resumen.....	9
Abstract	10
Glosario.....	11
1. Introducción.....	12
2. Desarrollo del Estado del Arte.....	13
2.1. Aspectos de la microcuenca	13
2.2. Problemática	14
2.3. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición	17
2.4. Principales alternativas de solución	18
3. Discusión	25
3.1. Ventajas de la implementación de la gestión de RCD en fuentes hídricas.	25
3.2. Implementación de métodos sostenibles como aprovechamiento y reciclaje de RCD.	26
3.3. La educación ambiental como alternativa fundamental en la implementación de la gestión de RCD en fuentes hídricas.	27
3.4. Los SIG como herramientas fundamentales en la gestión de RCD.	27
4. Conclusiones.....	29
5. Recomendaciones	30
6. Referencias Bibliográficas.....	31

Índice de figuras

Figura 1. Localización de la microcuenca del caño Buque.	13
Figura 2. Uso de suelo de la zona aledaña del caño Buque.	14
Figura 3. Contaminación por RCD en la microcuenca del caño Buque.	17

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de los hallazgos obtenidos con respecto a estrategias para la gestión de RCD en una microcuenca hidrográfica.	22
--	----

Resumen

La microcuenca del Caño Buque, ubicado en la ciudad de Villavicencio, Meta, tiene una extensión de aproximadamente 19,1 km, cuenta con un área de drenaje de 5,71 km², el cual desemboca en el río Ocoa; es un recurso hídrico fundamental tanto para el ecosistema, como para la comunidad local; sin embargo, atraviesa por una problemática crítica de contaminación y hay carencia de investigaciones e información limitada. Una de las fuentes de contaminación más relevante del cuerpo de agua proviene de la disposición inadecuada de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), afectando la calidad del agua y contribuyendo a la contaminación del suelo y aire, generando una dificultad considerable para la gestión de RCD de la ciudad.

La participación de la ciudadanía y otros actores locales es importante para abordar esta problemática, teniendo en cuenta que la educación ambiental es fundamental para generar conciencia en la comunidad, promoviendo la responsabilidad social y fortaleciendo la cultura ambiental, así mismo, considera adoptar la economía circular en la gestión de residuos sólidos, con el fin de reducir, reciclar y reutilizar los materiales, generando beneficios ambientales y económicos. También, con la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) sería posible una planificación ambiental más precisa y una gestión de los recursos naturales más óptima, beneficiando al ecosistema y a las comunidades locales.

Palabras clave: *Microcuenca, Residuos de Construcción y Demolición (RCD), Contaminación, Gestión de Residuos, Educación Ambiental, Economía Circular, Sistemas de Información Geográfica (SIG).*

Abstract

The Caño Buque micro-watershed, located in the city of Villavicencio, Meta, spans approximately 19.1 km and has a drainage area of 5.71 km². It is a vital water resource for both the ecosystem and the local community. However, it faces a critical pollution problem and suffers from a lack of research and limited information. The primary source of contamination in the water body comes from the improper disposal of Construction and Demolition Waste (CDW), which affects water quality and contributes to soil and air pollution, creating significant challenges for CDW management in the city.

The participation of citizens and other local actors is important to address this issue, considering that environmental education is essential to raise awareness in the community, promoting social responsibility and strengthening environmental culture. Additionally, adopting a circular economy approach in solid waste management is advised, aiming to reduce, recycle, and reuse materials, thereby generating environmental and economic benefits. Furthermore, the implementation of Geographic Information Systems (GIS) would enable more precise environmental planning and optimal management of natural resources, benefiting both the ecosystem and the local communities.

Keywords: *Micro-basin, Construction and Demolition Waste (CDW), Pollution, Waste Management, Environmental Education, Circular Economy, Geographic Information Systems (GIS).*

Glosario

- **Economía Circular:** Se refiere a un modelo económico que busca minimizar el desperdicio y hacer un uso más eficiente de los recursos, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales. Este enfoque es fundamental para la sostenibilidad ambiental, ya que permite reducir la presión sobre los recursos naturales y disminuir la generación de residuos (Bakırtaş & Çetin, 2017).
- **Educación Ambiental:** Es un proceso educativo que busca concienciar a las personas sobre la importancia de cuidar y preservar el medio ambiente. La educación ambiental se integra en los currículos escolares y busca fomentar la responsabilidad social y el compromiso con la sostenibilidad (Muñoz Montilla & Páramo Bernal, 2018).
- **Microcuenca:** Una microcuenca es una unidad hidrográfica más pequeña que una cuenca, que se caracteriza por su capacidad para recolectar y drenar agua a través de un sistema de ríos y arroyos (Laureano Valentín & Lovera Dávila, 2022).
- **Residuos de Construcción y Demolición (RCD):** Los RCD son desechos generados por actividades de construcción, remodelación y demolición. Su gestión es un desafío significativo debido a su volumen y a la variedad de materiales que incluyen, como concreto, madera y metales. La inadecuada gestión de RCD puede tener efectos negativos en la calidad del agua y en la salud de (Sevilla-Chinchilla et al., 2019).
- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Son herramientas que permiten la recopilación, análisis y visualización de datos geoespaciales. Esta herramienta que permite la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, gestión y presentación de datos geográficamente referenciados, estos sistemas integran datos de varias fuentes y los representan en mapas y otros tipos de visualizaciones para facilitar el análisis espacial y la toma de decisiones (Muhwanga et al., 2018).
- **Sostenibilidad:** La sostenibilidad en el contexto de microcuencas implica el uso responsable y eficiente de los recursos hídricos, así como la conservación de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas (López Olvera et al., 2024).

1. Introducción

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) se ha convertido en un reto crucial en las ciudades, especialmente en áreas en desarrollo como la microcuenca de Caño Buque en Villavicencio, Meta; la expansión urbana y el aumento de la actividad constructiva han generado una gran cantidad de RCD, que constituyen aproximadamente el 35% de todos los residuos industriales a nivel mundial (M. Agudelo et al., 2020). Este problema no solo provoca contaminación ambiental, sino que también pone en riesgo la salud pública y la sostenibilidad de los ecosistemas locales (Suárez Silgado et al., 2018). Por lo tanto, es esencial implementar estrategias eficaces para gestionar estos residuos, y asimismo, promover la reducción, reutilización y reciclaje (Sánchez Cotte et al., 2020).

El asentamiento de los habitantes en las laderas de la microcuenca genera la disposición de diversos residuos sólidos, entre ellos los RCD, los cuales al ser arrojados al cuerpo de agua pueden generar contaminantes químicos y microbiológicos (Rodríguez et al., 2018). Además, se ha registrado que la escorrentía de aguas pluviales posibilitan el transporte de estos contaminantes, los cuales constituyen un riesgo considerable para la salud de la comunidad que habita en la ribera de la fuente hídrica (Campo Portacio et al., 2021). Esta problemática agrava problemas como la erosión y la sedimentación (Castilla Llorente, 2020). La investigación en esta área busca centrarse en diagnosticar la situación actual de los residuos generados, así como en identificar oportunidades para su gestión (Suárez Silgado et al., 2018).

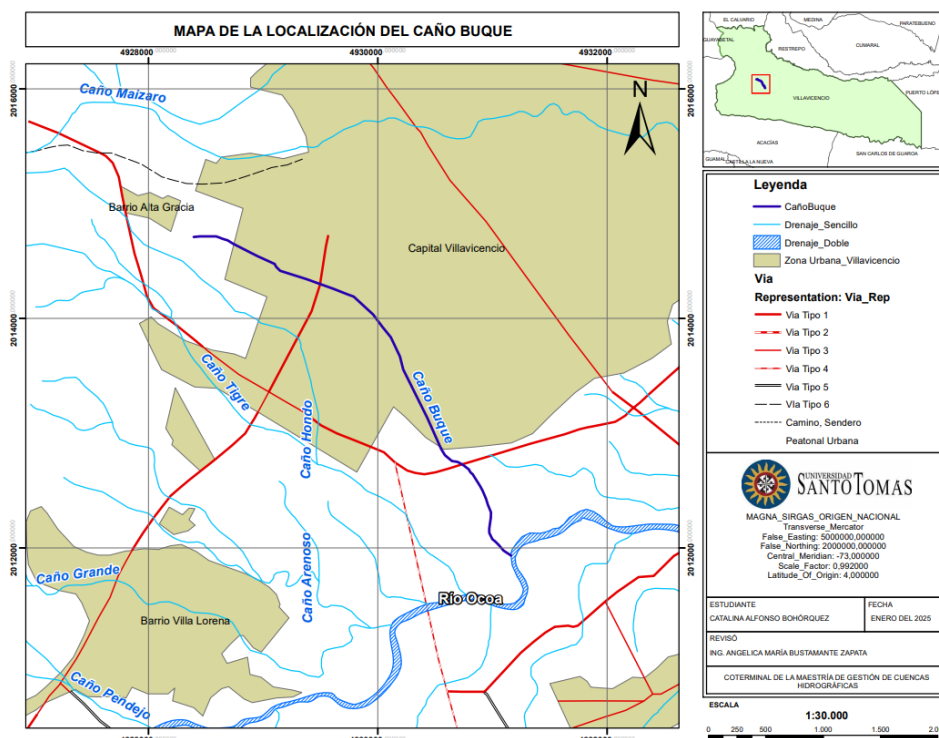
La gestión de los RCD depositados en una cuenca hidrográfica es un proceso complejo que requiere la integración de diversas variables socioeconómicas, ecológicas y climáticas. Este proceso está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), quienes enfrentan grandes retos debido a la falta de información técnico-económica que facilite la toma de decisiones fundamentadas (Monroy Vargas & Pouey, 2019). Es crucial que la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en una microcuenca incluya estrategias para el manejo adecuado de estos residuos; la implementación de políticas que promuevan la reducción, reutilización y reciclaje de los RCD tiene como objetivo mitigar la contaminación en los cuerpos de agua (Domínguez Balmaceda et al., 2021).

2. Desarrollo del Estado del Arte

2.1. Aspectos de la microcuenca

La Microcuenca del caño Buque nace en la vereda Buenavista de la ciudad de Villavicencio, Meta, más específicamente en la cordillera Oriental, con altura de 1200 msnm, este caño atraviesa por el municipio en su parte media baja, su área de drenaje es de 5,71 km² para finalmente desembocar en el río Ocoa, Figura 1, con una altura de 400 msnm aproximadamente (CORMACARENA, 2012).

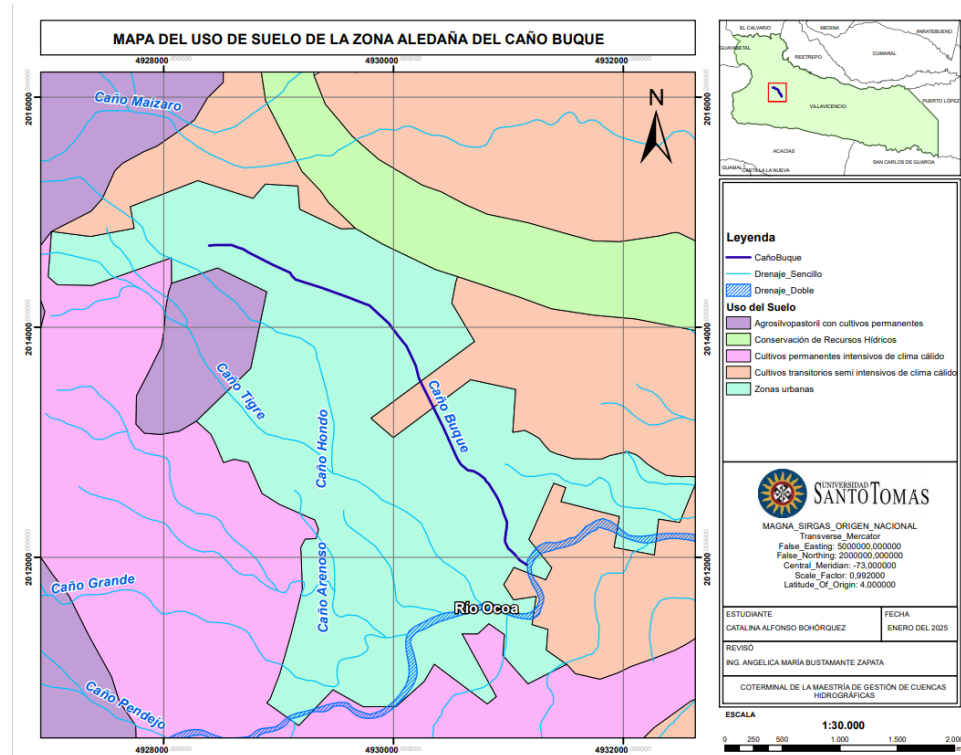
Figura 1. Localización de la microcuenca del caño Buque.



Esta fuente hídrica que fluye a través de la ciudad de Villavicencio de occidente a oriente, es de aproximadamente 19,1 km, durante su recorrido surca el casco urbano, asimismo, por varios asentamientos ubicados en las rondas de protección y en las riberas que limitan con la microcuenca (Montoya León & Rey Vargas, 2019). La microcuenca del caño Buque abarca dos tipos distintos de uso del suelo, diseñados específicamente para zona urbana y cultivos transitorios semi

intensivos en climas cálidos, Figura 2. Según la red hidrometeorológica del IDEAM, la microcuenca presenta un promedio mensual de precipitaciones de 406.94 mm, basado en los datos recolectados por la estación SENA (Montoya León & Rey Vargas, 2019).

Figura 2. *Uso de suelo de la zona aledaña del caño Buque.*



2.2. Problemática

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son una de las principales problemáticas que acarrearán hoy en día a nivel mundial, este es un desafío ambiental que se ha intensificado a causa del crecimiento poblacional, lo que conlleva al crecimiento urbano y así mismo, la expansión de la infraestructura; dentro de los residuos sólidos, los RCD representan una proporción significativa, alcanzando hasta el 35% en países desarrollados y hasta el 50% en países en desarrollo (Huang et al., 2018). Cabe resaltar, que la acumulación de estos residuos no solo afecta la calidad del medio ambiente, sino también, genera problemas significativos de gestión y sostenibilidad (Vondráčková et al., 2018).

Una de las principales problemáticas asociadas con los RCD es su impacto en la contaminación atmosférica, de suelos y agua, ya que, el inadecuado manejo de estos residuos resulta en la liberación de contaminantes en los cuerpos de agua, afectando así, la calidad del agua y la salud de los ecosistemas (Devia & Suryo, 2017). Asimismo, la inadecuada disposición de estos residuos, puede contribuir a la erosión del suelo y la pérdida de la biodiversidad en las áreas afectadas.

Las cuencas hidrográficas son uno de los objetivos principales cuando se habla de la problemática de los residuos de construcción y demolición, este es un tema de constante preocupación a nivel mundial (Ram & Kalidindi, 2017). Cabe resaltar que, estos impactos generados por la contaminación por parte de los RCD a las cuencas hidrográficas, se traducen en la afectación a la salud humana y ecosistemas acuáticos, además, estos residuos al no tener un manejo adecuado y ser introducidos en cuerpos hídricos, pueden generar obstrucción en los cursos de agua, afectando así los ecosistemas locales (Ghaffar et al., 2020).

Uno de los mecanismos principales por los cuales los RCD afectan directamente las fuentes hídricas, es por medio de la escorrentía, ya que, durante las lluvias los contaminantes presentes en estos residuos, tales como metales pesados y productos químicos, pueden ser arrastrados hacia los cuerpos de agua, generando un deterioro en la calidad del recurso (Chandrasekaran et al., 2023).

Los RCD se transforman en una problemática para las cuencas hidrográficas en América Latina, este es un tema crítico que afecta la sostenibilidad ambiental y la salud pública en esta región, en muchos países de Latinoamérica, se estima que aproximadamente el 35% de los RCD terminan en vertederos ilegales, esto contribuyendo a la contaminación de las cuencas hidrográficas y afectación del agua (Colorado et al., 2022). Cabe resaltar que, en diferentes estudios se ha destacado la falta de un marco normativo robusto y la ausencia en la aplicación de leyes, esto permite que se generen vertidos ilegales y prácticas de disposición inadecuadas (Yactayo-Ormeño et al., 2023). Además, la presencia de materiales peligrosos en los RCD trae cada vez más complicaciones, estos materiales como el asbesto y las pinturas a base de plomo, los cuales requieren manejo especial con el fin de evitar un riesgo para la salud y el medio ambiente, resultan en las cuencas hídricas de la región generando un impacto negativo significativo (Ded et al., 2024)

En diferentes países de Latinoamérica, como en Colombia y Perú, la escasa regulación y la falta de implementación de políticas para la gestión de los RCD, resultan en el aumento de

vertederos ilegales como en cuencas hídricas y la contaminación de cuerpos hídricos (Ferronato & Torretta, 2019).

Uno de los principales problemas en Colombia relacionado con los RCD, son los vertederos ilegales, los cuales se han convertido en prácticas comunes debido a la falta de infraestructuras adecuadas para la óptima disposición, además de la insuficiente conciencia sobre la correcta disposición de estos residuos, es preciso resaltar que, la falta de un enfoque sistémico para la gestión de los RCD, ha llevado a que la gran parte de estos residuos tengan una disposición final en vertederos de manera inapropiada (Silgado et al., 2021). Esto no solo genera un incremento en la presión sobre los recursos hídricos, sino que también agrava la problemática de contaminación de fuentes hídricas (Colorado et al., 2022). Es de resaltar que, la industria de la construcción en Colombia es responsable de una gran cantidad de los RCD, lo que genera serias preocupaciones sobre la sostenibilidad y la salud ambiental en las cuencas hidrográficas (Silgado et al., 2021).

La ciudad de Villavicencio tiene antecedentes negativos en cuanto a la preservación de los cuerpos de agua que la atraviesan, entre las principales problemáticas se encuentran los residuos sólidos, la seguridad, salubridad e invasión; el caño Buque no ha sido ajeno a estas problemáticas, los diferentes asentamientos generan una afectación importante en la microcuenca, esto debido a que no se cumplen los parámetros de protección, que según la legislación colombiana vigente es de 30 metros de ronda de protección, además de estar considerados en el Acuerdo 287 del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 2015, que incluye la implementación de medidas para proteger y mejorar la calidad del agua en las fuentes hídricas locales (Montoya León & Rey Vargas, 2019).

Uno de los principales y más grandes impactos que sufre el caño Buque en la ciudad de Villavicencio, es la contaminación por Residuos de Construcción y Demolición (RCD), Figura 3. El manejo inadecuado de los RCD en la ciudad de Villavicencio, representa uno de los principales desafíos que se deben abordar, con el fin de ser resueltos por parte de las empresas de construcción y la administración local, en el último tiempo el manejo inadecuado de los escombros en la ciudad han generado impactos negativos, por la disposición incontrolada de material particulado, contaminación visual y paisajística, liberación de sustancias tóxicas, uso inapropiado de medios de transporte y las malas prácticas de reciclaje, además, en una estimación para el año 2013 en Villavicencio se generaron aproximadamente 107.180 m³ de residuos RCD, lo que equivale a unos 0,95kg/hab/día, los cuales se dispusieron en diferentes puntos de la ciudad, principalmente en lotes

baldíos o en los diferentes cuerpos hídricos, todo esto, al no contar con una escombrera municipal (M. Agudelo et al., 2020).

Aunque no se dispone de información completa sobre la generación total de residuos debido a la existencia de puntos de disposición ilegal, en 2021 se registró un promedio mensual de 10.993,82 toneladas de residuos gestionados en la escombrera de Bioagrícola del Llano S.A (Alcaldía de Villavicencio, 2022).

Figura 3. Contaminación por RCD en la microcuenca del caño Buque.



Not: Cuenca Baja de Caño Buque, más específicamente en la zona del viaducto del anillo vial.

2.3. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

La gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) es un tema relevante en el ámbito de la sostenibilidad y la protección ambiental (S. S. Suárez-Silgado et al., 2019). La generación de RCD ha aumentado significativamente debido al crecimiento urbano y la expansión de la industria de la construcción, lo que genera desafíos para su adecuado manejo (Colorado et al., 2022). La implementación de sistemas eficientes para el manejo de residuos de demolición puede mostrarse como ejemplo, ya que puede servir como un modelo para otras empresas,

destacando la importancia del reciclaje y la gestión general de residuos (Vondráčková et al., 2018). Lo anteriormente mencionado, es fundamental, ya que en una estimación se dice que aproximadamente el 35% de los RCD terminan en vertederos sin tratamientos, los cuales producen problemáticas ambientales significativas (Colorado et al., 2022).

Actualmente, Villavicencio no cuenta con una escombrera municipal oficial, sin embargo, existe una empresa privada llamada Bioagrícola del Llano que se dedica a la Gestión de los Residuos Sólidos en el municipio, teniendo en cuenta que no existe una escombrera municipal (Alcaldía de Villavicencio, 2022); esta empresa privada ayuda a gestionar los RCD a través de su propio Parque Ecológico Reciclante, colaborando con el municipio para la gestión de los residuos, la implementación de reciclaje y educación ambiental (Alcaldía de Villavicencio, 2022).

La Secretaría de Medio Ambiente y CORMACARENA son las entidades encargadas de supervisar y coordinar la gestión de RCD en el municipio de Villavicencio (S. S. Suárez-Silgado et al., 2019). Según (S. S. Suárez-Silgado et al., 2019) se ha identificado que la carencia de recursos y la inadecuada implementación de políticas son barreras que dificultan una gestión efectiva de los RCD.

Para abordar esta problemática, es esencial establecer instrumentos de comando y control que regulen la disposición de RCD, la normativa colombiana, como la Resolución 1257 de 2021, proporciona un marco legal que busca mejorar la gestión de estos residuos y fomentar prácticas de economía circular (H. A. Agudelo & Loaiza, 2022). Esto implica que las entidades locales deben implementar políticas que no solo regulen la disposición de RCD, sino que también promuevan la participación ciudadana en la vigilancia y gestión de los recursos hídricos (H. A. Agudelo & Loaiza, 2022).

2.4. Principales alternativas de solución

La educación ambiental, la economía circular y los sistemas de información geográfica (SIG) son componentes esenciales para la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), y su relevancia se extiende a la ingeniería ambiental, teniendo en cuenta que una de las estrategias de esta área, es la de promover el reciclaje, la reutilización de materiales, la educación ambiental y herramientas tecnológicas como los SIG, ya que, puede facilitar a los ingenieros para que tomen decisiones fundamentadas y sostenibles en sus proyectos, en este caso de los RCD.

Según (Serralde-Lealba et al., 2021), el reciclaje de los RCD no solo contribuye a la reducción de la huella de carbono asociada a la construcción, también permite la conservación de recursos naturales, al disminuir la necesidad de nuevos materiales. En ese sentido, (Balmaceda et al., 2021) menciona, que la ingeniería ambiental puede ser crucial para el desarrollo e implementación de sistemas de gestión que incluyan la segregación, la recolección eficiente y el adecuado tratamiento de los RCD.

Los programas de educación ambiental fomentan la participación de los habitantes de la ciudad. El incentivar una cultura ambiental es indispensable para el desarrollo sostenible, por medio de la capacitación y sensibilización de la ciudadanía en la gestión de los residuos sólidos, y así con ello, evitar la contaminación del recurso hídrico y del suelo, preservar los recursos naturales y a su vez reducir el riesgo a la salud (Gonzales Guzmán & Moreno Muro, 2022). Estos programas no solo incrementan la conciencia de conservación de los recursos naturales, sino impulsa a la comunidad a tener pertenencia en la vigilancia y gestión de su entorno (Núñez Moreno & Calderón Tapia, 2024). Este enfoque participativo ha demostrado ser eficaz en otras fuentes hídricas, como en la cuenca alta del río Magdalena, donde la inclusión de la comunidad ha mejorado la calidad del agua y reducido la contaminación por residuos sólidos y contaminantes químicos y microbiológicos (Munar Samboní et al., 2022).

Un ejemplo significativo se encuentra en el Cabildo Indígena Zenú de San Antonio, Sincelejo, Colombia, donde se ha implementado un aula ambiental como estrategia pedagógica, este proyecto busca fortalecer el uso de escenarios ambientales y sensibilizar a la comunidad sobre la gestión de residuos, incluyendo RCD (Angulo Villalba et al., 2023). La educación ambiental se ha convertido en una herramienta clave para mitigar el impacto antrópico en los ecosistemas locales, este enfoque educativo no solo promueve la conciencia ambiental, sino que también fomenta la participación activa de la comunidad en la gestión de sus recursos (Angulo Villalba et al., 2023)

En el caso de Ibagué, Colombia, se realizó un diagnóstico sobre la gestión de RCD, identificando fortalezas y debilidades en las prácticas actuales (S. Suárez-Silgado et al., 2018). Este estudio es fundamental para desarrollar estrategias que mejoren la gestión de residuos en la ciudad, promoviendo la educación ambiental y la participación comunitaria en la clasificación y reciclaje de RCD (S. Suárez-Silgado et al., 2018).

En Lima, Perú, se han realizado estudios sobre la gestión de residuos sólidos de la actividad de construcción y demolición, donde se ha identificado la necesidad de mejorar la clasificación y el reciclaje de materiales; este proyecto subraya la importancia de la educación ambiental para sensibilizar a los trabajadores de la construcción sobre la correcta gestión de RCD, lo que puede llevar a una reducción significativa de residuos en el entorno urbano (Sevilla-Chinchilla et al., 2019).

Una estrategia relevante es impulsar al reciclaje y reutilización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), teniendo en cuenta que integración de agregados y materiales reciclados en la producción de concreto además de reducir el volumen de residuos en los vertederos para su disposición final, mejora las propiedades del concreto reciclado, siendo una alternativa más viable en la construcción (Guzmán Aponte et al., 2019). Esta estrategia ha sido implementada en diferentes partes del mundo como en Shenzhen - China, Manaus, en el centro de la selva amazónica y Viena - Australia, donde ha sido posible observar una gran disminución en los residuos generados y el uso óptimo de los recursos (Oviedo Cogollo & Vega Suárez, 2022). En Europa se implementó un marco regulatorio que fomenta el uso RCD reciclados, gracias a esto la cantidad de RCD enviados a los vertederos han reducido en un 35% (S. P. M. Muñoz Pérez et al., 2021).

Por otro lado, es importante considerar la economía circular en la gestión de residuos sólidos que son depositados en la microcuenca, los cuales en su mayoría son RCD; la transición de una economía lineal a una circular presenta alternativas innovadoras para el manejo de RCD, promoviendo la reutilización y el reciclaje de materiales (Melo Delgado et al., 2022). Este modelo no solo aporta a la reducción de los residuos sólidos, sino que también tiene un impacto positivo en la economía local, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales, se crean nuevas oportunidades de empleo que benefician directamente a la comunidad, este doble beneficio, tanto ambiental como económico, fortalece el tejido social y mejora la calidad de vida de todos los miembros de la comunidad (Melo Delgado et al., 2022).

En el contexto de la economía circular, un caso destacado es el de la planta de asfalto en Loja, Ecuador, donde se ha desarrollado un plan de manejo de RCD. Este proyecto se centra en el reciclaje de materiales de construcción, lo que no solo reduce la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino que también conserva recursos naturales. La investigación realizada en este

contexto subraya la importancia de adoptar prácticas sostenibles en el sector de la construcción (Chamba-Coronel, 2023).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son avanzadas herramientas tecnológicas que permiten la recolección, análisis y visualización de datos espaciales, lo que facilita la toma de decisiones informadas en múltiples ámbitos, como la planificación urbana, la gestión ambiental, la salud pública y la ingeniería (Bezares & Bravo Oviedo, 2020). Asimismo, su capacidad para visualizar datos geoespaciales ayuda a identificar patrones y tendencias en la generación y disposición de RCD, lo que es crucial para desarrollar estrategias efectivas de gestión, lo que a su vez puede informar políticas más efectivas y sostenibles (S. S. Suárez-Silgado et al., 2019). Por ejemplo, la utilización de SIG en la planificación de la recolección de residuos puede optimizar las rutas y reducir costos, además de minimizar el impacto ambiental (Mas, 2022).

También, mediante los SIG, es posible proporcionar información relevante acerca del uso del suelo, la calidad del agua y los patrones de escurrimiento, lo que permite a los encargados tomar resoluciones viables; estas herramientas pueden ayudar a identificar las áreas críticas, las cuales requieren atención inmediata y a evaluar la efectividad de las estrategias implementadas con el transcurso del tiempo (Hossain Abedin & Stephen, 2019).

Un caso notable se observa en Lima Metropolitana, Perú, donde la disposición inadecuada de RCD ha tenido un impacto severo en el ecosistema marino costero (Herrera Quispe, 2022). En esta región, un estudio reveló que la implementación de SIG permitió mapear las zonas más afectadas por el vertido de RCD, lo que facilitó la planificación de intervenciones adecuadas para mitigar el impacto ambiental (Herrera Quispe, 2022). Además, se formularon recomendaciones para la gestión adecuada de estos residuos, subrayando la importancia de integrar tecnologías de información a la hora de ofrecer soluciones (Herrera Quispe, 2022).

En Ciudad de México, un estudio reciente destacó la utilización de SIG para la creación de mezclas asfálticas que incorporan los RCD como sustitutos de agregados pétreos naturales. Este enfoque no solo contribuye a la reducción significativa de la cantidad de residuos generados, sino que también promueve la sostenibilidad de la infraestructura urbana (Espino González et al., 2023). La investigación concluyó que la integración de SIG en la planificación de proyectos de construcción puede optimizar el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental (Espino González et al., 2023).

En Santiago de Cali, Colombia, se realizó un estudio que investigó el uso de RCD como agregados en materiales de construcción, este trabajo empleó SIG para localizar y mapear las fuentes de generación de RCD, además de evaluar su posible reutilización en la construcción (Jiménez Bolaños, Trochez Sánchez, et al., 2019). Los resultados demostraron que la implementación de SIG permitió realizar elecciones bien fundamentadas sobre la gestión de estos residuos, logrando una reducción considerable en la cantidad de desechos dirigidos a los vertederos, con la posibilidad de desarrollar materiales de construcción que cumplan con los requerimientos técnicos realizando un aprovechamiento de más del 90% de los RCD (Jiménez Bolaños, Trochez Sánchez, et al., 2019).

Tabla 1. Resumen de los hallazgos obtenidos con respecto a estrategias para la gestión de RCD en una microcuenca hidrográfica.

AUTOR	AÑO	UBICACIÓN	ESTRETEGIA	DESCRIPCIÓN
(Angulo Villalba et al., 2023).	2023.	Cabildo Indígena Zenú de San Antonio, Sincelejo, Colombia.	Educación ambiental.	Implementación de un aula ambiental como estrategia pedagógica para sensibilizar a la comunidad sobre la gestión de residuos, incluyendo los residuos de construcción y demolición (RCD).
(S. Suárez-Silgado et al., 2018).	2018.	Ibagué, Colombia	Educación ambiental.	Se realizó un diagnóstico sobre la gestión de RCD, identificando fortalezas y debilidades. Este estudio es clave para mejorar las prácticas de gestión de residuos y fomentar la educación ambiental y la participación comunitaria en la clasificación y reciclaje de RCD.
(Sevilla-Chinchilla et al., 2019).	2019.	Lima, Perú.	Educación ambiental.	En Lima, Perú, estudios sobre la gestión de residuos de construcción y demolición resaltan la necesidad de mejorar la clasificación y el reciclaje de materiales, y destacan la importancia de la educación ambiental para reducir significativamente los residuos en el entorno urbano.

Tabla 1. Continuación

(Oviedo Cogollo & Vega Suárez, 2022).	2022.	Shenzhen - China, Manaus, en el centro de la selva amazónica y Viena – Australia.	Economía circular.	Impulsar el reciclaje y reutilización de RCD en la producción de concreto reduce residuos en vertederos y mejora sus propiedades. Estrategias similares en Shenzhen, Manaus y Viena han mostrado una gran disminución de residuos y uso óptimo de recursos.
(S. P. Muñoz Pérez et al., 2021).	2021.	Europa.	Economía circular.	En Europa, un marco regulatorio promovió el uso de RCD reciclados, reduciendo en un 35% la cantidad de RCD enviados a vertederos.
(Herrera Quispe, 2022).	2022.	Lima Metropolitana, Perú.	Sistemas de Información Geográfico (SIG).	En Lima Metropolitana, Perú, la disposición inadecuada de RCD impactó el ecosistema marino costero. Un estudio con SIG mapeó áreas afectadas y facilitó intervenciones ambientales, destacando la importancia de integrar tecnologías de información.
(Espino González et al., 2023).	2023.	Ciudad de México.	Sistemas de Información Geográfico (SIG).	En Ciudad de México, un estudio mostró que el uso de SIG en la planificación de proyectos, como en mezclas asfálticas con RCD reduce residuos y promueve la sostenibilidad urbana, optimizando recursos y minimizando el impacto ambiental.
(Jiménez Bolaños, Sánchez, et al., 2019).	2019.	Santiago de Cali, Colombia.	Sistemas de Información Geográfico (SIG).	En Santiago de Cali, un estudio sobre el uso de RCD en materiales de construcción empleó SIG para mapear fuentes y evaluar su reutilización, logrando reducir significativamente los desechos en vertederos y aprovechando más del 90% de los RCD.

Nota. Realizado a partir del análisis de la revisión bibliográfica.

Además, la gestión del recurso hídrico debe ser el elemento central en las estrategias propuestas, se requiere la evaluación completa y monitoreo de la calidad del agua para la implementación de un caudal ecológico, con la finalidad de preservar la biota acuática y conservar la salud de los ecosistemas (Escalona Domenech et al., 2022). Se ha demostrado que con la gestión óptima del caudal es posible mitigar la contaminación y mejorar la calidad del agua, por ello se requiere realizar diagnósticos que faciliten la remediación de la fuente hídrica (Escalona Domenech et al., 2022).

3. Discusión

Por medio de la consulta de información, en un periodo comprendido por los últimos 10 años, es posible inferir sobre las ventajas que implica realizar la gestión de RCD en fuentes hídricas, esto es fundamental a la hora de mitigar la contaminación de los cuerpos hídricos, que se ven afectados por la acumulación de los RCD. Este enfoque no solo afronta la problemática ambiental, sino que también ofrece soluciones que contribuyen a la sostenibilidad y salud pública. Es preciso resaltar que las consultas de información se realizaron por medio de repositorios como Scielo, Redalyc, open science framework, ResearchGate, plataformas gubernamentales e institucionales, revistas científicas y las palabras clave que se emplearon fueron: Gestión de RCD, economía circular, educación ambiental, SIG, fuentes hídricas.

3.1. Ventajas de la implementación de la gestión de RCD en fuentes hídricas

Las diferentes fuentes consultadas, mencionan que, la gestión de RCD empleada de forma efectiva permite significativamente la reducción de estos residuos que se disponen finalmente en los cuerpos hídricos. Según (Yachachi-Elguera et al., 2022) la gestión adecuada de los RCD pueden prevenir que estos materiales se depositen inapropiadamente en fuentes hídricas, lo cual reduce la contaminación de zonas ecológicamente sensibles, además, se menciona que la implementación de medidas a lo largo de las construcciones o demoliciones, como la segregación y el reciclaje de los distintos materiales, ayudan con la disminución de la cantidad de residuos que finalmente resultan en vertederos y cuerpos de agua.

Como destacan (H. A. Agudelo & Loaiza, 2022), la gestión de RCD puede ser un motor de desarrollo económico, ya que puede permitir y facilitar la reutilización de materiales y la fabricación de nuevos productos a partir de estos residuos, disminuyendo así la presión sobre los recursos naturales como fuentes hídricas, al reducir la necesidad de extracción de nuevos recursos y generando oportunidades de empleo en el sector del reciclaje y gestión de los residuos.

3.2. Implementación de métodos sostenibles como aprovechamiento y reciclaje de RCD

La implementación de métodos sostenibles en la construcción, como el aprovechamiento y reciclaje de RCD, no solo contribuye a la disminución de los niveles de contaminación, sino que también promueve un modelo de economía circular. Bien como destacan (Chamba-Coronel et al., 2023) la implementación de métodos sostenibles en la construcción, particularmente a través del reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) y la economía circular, se ha vuelto esencial para mitigar el impacto ambiental de esta industria. Asegura (Jiménez Bolaños, Sánchez, et al., 2019) que la industria de la construcción es responsable de una proporción significativa de los desechos generados a nivel global, y su manejo inadecuado contribuye a la contaminación y al agotamiento de recursos naturales, por lo tanto, adoptar prácticas sostenibles no solo es una necesidad ambiental, sino también una oportunidad para innovar en el sector.

El reciclaje de los RCD según (Guzmán Aponte et al., 2019) se presenta como una estrategia clave para la sostenibilidad en la construcción, este proceso permite la reutilización de materiales que de otro modo terminarían en vertederos, contribuyendo así a la conservación de recursos naturales, como las fuentes hídricas y a la reducción de emisiones de carbono. Por medio de un ejemplo presentado por (Jiménez & Montalvo, 2024) en donde se destaca el uso de agregados reciclados en la fabricación de concreto ha demostrado ser viable y eficaz, logrando propiedades mecánicas adecuadas para su aplicación en obras, además, se ha evidenciado que los morteros elaborados con agregados reciclados presentan propiedades mecánicas adecuadas, cumpliendo con las normativas técnicas pertinentes. En particular (Guerrero Vilches et al., 2018) mediante una investigación sobre la producción de ladrillos y hormigones a partir de RCD ha mostrado resultados prometedores, con resistencias a compresión que cumplen con los estándares requeridos. También (Pastrana Ayala et al., 2019) destaca el uso de polvo de residuo de concreto como sustituto parcial del cemento Portland ha sido identificado como una estrategia efectiva para reducir la huella de carbono de la construcción.

3.3. La educación ambiental como alternativa fundamental en la implementación de la gestión de RCD en fuentes hídricas

Por medio de las consultas de información, se destacó que, la educación ambiental es fundamental para llevar a cabo la gestión de RCD especialmente en áreas donde los cuerpos de agua se vean afectados por este tipo de desechos, este enfoque educativo, no solo busca sensibilizar e informar a las personas sobre la importancia que repercute en la gestión adecuada de los RCD, sino también, el fomentar una cultura de apropiación y responsabilidad a la hora de proteger estos cuerpos de agua (Ojeda Araujo et al., 2022).

Es de resaltar, que la educación ambiental es una de las principales estrategias a la hora de abordar los impactos negativos que los RCD tienen sobre los cuerpos hídricos. Según (Cabana-Manjarrez et al, 2018) argumenta que la educación ambiental no solo se limita en la transmisión de información, sino que también busca generar cambios en el comportamiento de la comunidad, lo que es fundamental para la gestión de los RCD en cuerpos hídricos, ya que se requiere que cada persona adopte prácticas sostenibles. Es preciso destacar que, en la educación ambiental se pueden incluir talleres, campañas de sensibilización y programas para los más jóvenes, con el fin de que se apropien de los impactos que se pueden generar por el mal manejo de los residuos. Como subrayan (H. A. Agudelo & Loaiza, 2022), el potencial de la educación ambiental como un dinamizador en la gestión de los RCD en Colombia, al sugerir que la capacitación de los gestores de RCD puede mejorar considerablemente la eficacia de las políticas de gestión.

3.4. Los SIG como herramientas fundamentales en la gestión de RCD

Una de las principales estrategias, de las cuales fueron posibles abordar por medio de la búsqueda de la información, fueron los sistemas de información geográfica (SIG). Estas herramientas son fundamentales en la gestión de los RCD, ya que facilitan la recopilación, análisis y visualización de datos espaciales, la aplicación de los SIG en la gestión de los RCD permite evaluar el impacto ambiental a causa de las actividades de construcción y demolición (Rodríguez Morales et al., 2021). Destacan (Gómez-Sánchez et al., 2022), la necesidad de investigar aspectos como la hidrología y el uso de las SIG para la conservación de ecosistemas, además, es relevante en áreas donde los RCD pueden afectar cuerpos hídricos, ya que por medio de los SIG se puede

ayudar a modelar y predecir el impacto que estos residuos pueden generar en los cuerpos hídricos, lo que ayudaría a facilitar la implementación de medidas adecuadas de mitigación.

Junto a esto, (Bravo et al., 2019) consideran que la recopilación de datos a través de herramientas SIG son cruciales para la cuantificación de los RCD, lo que consideran esencial para establecer gestiones eficaces, ya que por medio de la utilización de los SIG con el fin de monitorear la generación de residuos en tiempo real, las autoridades competentes pueden mejorar sus políticas y gestiones por medio de datos más precisos y actualizados.

4. Conclusiones

La implementación de programas de educación ambiental enfocados en la comunidad alrededor del caño Buque es crucial para abordar la contaminación por RCD. Organizar talleres y campañas de concienciación sobre los impactos negativos de los RCD en el ecosistema del caño y las prácticas de gestión adecuada de residuos fomentará una mayor responsabilidad ambiental. La participación activa de la comunidad en la limpieza y vigilancia del caño será esencial para prevenir futuras contaminaciones.

Integrar la economía circular en la gestión de los RCD que afectan el caño Buque permite transformar estos residuos en recursos útiles. Promover la reutilización y reciclaje de materiales de construcción provenientes de actividades locales puede reducir significativamente la cantidad de residuos que se depositan en la fuente hídrica y así contribuir a la conservación del caño.

La aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para monitorizar la gestión de RCD en el caño Buque ofrece una herramienta eficiente para planificar y ejecutar acciones de limpieza y control. Los SIG permiten identificar las áreas más afectadas y rastrear las fuentes de contaminación, facilitando así la implementación de estrategias dirigidas a mitigar el problema. Además, el análisis de datos geospaciales apoyará la gestión eficaz y la formulación de políticas locales para la conservación del caño Buque.

5. Recomendaciones

Para abordar la problemática de la microcuenca del Caño Buque, es recomendable realizar estudios detallados y una evaluación diagnóstica inicial que documente su estado actual. Este registro es esencial para implementar medidas óptimas que aseguren su restauración y conservación. También es crucial desarrollar y aplicar políticas efectivas dirigidas a la reducción, reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

La implementación de un modelo de economía circular resulta especialmente beneficiosa en este contexto, ya que promueve el uso eficiente de recursos y la sostenibilidad. Es necesario establecer políticas rigurosas para la gestión de vertederos, evitando prácticas inadecuadas y la proliferación de vertederos ilegales. Estas estrategias no solo contribuirán a la salud ambiental de la microcuenca, sino que también fomentarán una mayor responsabilidad comunitaria y mejorarán la calidad de vida de los habitantes de Villavicencio.

Fomentar la conciencia ambiental en la comunidad a través de la educación ambiental, enfocada en la importancia de las cuencas hidrográficas y los recursos naturales, es fundamental. Esta educación debe centrarse principalmente en las comunidades aledañas a los cuerpos de agua, convirtiéndolos en guardianes con una positiva conciencia ambiental. Así, se evitará que otros ciudadanos utilicen el Caño Buque y otros cuerpos hídricos de la ciudad para depositar residuos, en este caso, RCD, mitigando el impacto negativo en los ecosistemas y promoviendo una cultura ambiental sólida y responsabilidad social compartida.

La implementación de herramientas SIG es fundamental, ya que mediante cartografías y análisis aeroespacial es posible evidenciar, evaluar y medir las áreas intervenidas por los RCD en el Caño Buque. Identificar la distribución de estos residuos y su comportamiento a lo largo del tiempo facilita la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes. Además, los SIG son una herramienta útil para la educación ambiental, al mostrar a la comunidad los impactos a través de imágenes.

6. Referencias Bibliográficas

- Acevedo Agudelo, H y Ruiz Loaiza, M. (2022). Aproximación a la gestión de los residuos de construcción y demolición en el área metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista CEA*, 8(18), 1-18. <https://doi.org/10.22430/24223182.2129>
- Agudelo Varela, M., Rodríguez Miranda, J y Mesa Fernández, D. (2020). Manejo oportuno de escombros en Villavicencio Meta, Colombia. *Revista Espacios*, 41(47). <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n4704>
- Angulo Villalba , Y., Flórez Seña, S y Tovar Rúa, D. (2023). Aula ambiental como estrategia pedagógica para fortalecer el uso de Escenarios Ambientales en el Cabildo Indígena Zenú de San Antonio, Sincelejo- Sucre. *Ciencia Latina Revista Científica*
- Alcaldía de Villavicencio. (2022). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos—PGIRS*. <https://villavicencio.gov.co/consulta/normatividad/>
- Bakırtaş, İ y Çetin, M. (2017). La relación entre grupos de intereses especiales y crecimiento económico: El ejemplo de la OCDE. *Yönetim Ve Ekonomi*. 24(3). 1-11. <https://doi.org/10.18657/yonveek.371992>
- Bezares, F., Bravo, F y Tomé Morán, J. . (2020). Herramienta de segmentación automática de masas forestales a partir de sensores remotos: LiDAR y Sentinel 2. *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, 46(1), 211-230. <https://doi.org/10.31167/csecfv5i46.19904>
- Bravo, J., Valderrama, C y Ossio, F. (2019). Cuantificación Económica de los Residuos de Construcción de una Edificación en Altura: Un Caso de Estudio. *Información tecnológica*, 30(2), 85-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200085>
- Cabana-Manjarrez, A., Acuña-Rodríguez, M., Palacio-Guerra, D., Rodríguez-Luran, D., Núñez-Palomino, D., Pertuz, F., Castillo-Pérez, J., Julio-Arrieta, L., Quezedo-Rivera, L., Castillo-Podlesky, M., Zambrano-Barrios, N., De La Cruz-Jiménez, O., Liñán-González, S., Rojano-Pabón, S., Bolaño-Díaz , S y Mora-Suarez, Y. (2018). Educación ambiental para el mantenimiento de cuerpos de agua contaminados mediante la IEP. *Cultura Educación Sociedad*, 9(3), 351–362. <https://doi.org/10.17981/culteducosoc.9.3.2018.4>
- Campo Portacio, D., Guerrero Velásquez, L., Castillo García, A., Orozco Méndez, K y Blanco Tuirán, P. (2021). Detección de *Toxoplasma gondii* en agua para el consumo humano

- proveniente de jagüeyes del área rural del municipio de Sincelejo. *Biomédica*, 41(Supl. 1), 82-99. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5858>
- Castilla Llorente, M. (2020). Tendencias territoriales de la microcuenca Pachacal, municip. *Revista Environment & Technology*, 1(1), 60-78. <https://doi.org/10.56205/ret.1-1.4>
- Chamba-Coronel, J., Solano-Peláez, J y Paucar-Camacho, J. (2023). Plan de manejo de residuos de construcción y demolición. Caso de estudio: Planta de asfalto de Loja-Ecuador. *MQRInvestigar*, 7(3), 1652–1675. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.1652-1675>
- Colorado, H. A., Muñoz, A y Neves Monteiro, S. (2022). Circular Economy of Construction and Demolition Waste: A Case Study of Colombia. *Sustainability*, 14(12), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su14127225>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). (2012, septiembre 10). *Reglamentacion Caño Buque*. Cormacarena. <https://cormacarena.micolombiadigital.gov.co/instrumentos-de-planificacion-ambiental/reglamentacion-cano-buque>
- Ded, S., Mazundar, M y Afre, R. (2024). Reuse of Brick Waste in the Construction Industry. *Journal of Mines, Metals and Fuels*. 72(2). 111–117.. <https://doi.org/10.18311/jmmf/2024/35536>
- Domínguez Balmaceda, C., Díez Echavarría, L y Saldarriaga Isaza, A. (2021). Selección de instrumentos económicos para incentivar el reciclaje de residuos de la construcción y demolición. *Luna Azul*, 53(1). 1-19. <https://doi.org/10.17151/luaz.2021.53.1>
- Escalona Domenech, R., Infante Mata, D., García Alfaro, J., Ramírez Marcial, N., Ortiz Arrona, C y Barba Macías, E. (2022). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en la cuenca del río Margaritas, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 37-56. <https://doi.org/10.20937/RICA.54092>
- Espino González, C., Martínez Molina, W., Alonso Guzmán, E., Chávez García, H y Morales Rosales, L. (2023). Elaboración de mezclas asfálticas en caliente con adición de residuos de construcción y demolición como sustitución de agregado pétreo natural. *Ciencia Nicolaita*, 89, 167-176. <https://doi.org/10.35830/cn.vi89.704>

- Ferronato, N y Torretta, V. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1-28. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
- Gómez-Sánchez, R., Cuba, D y Aponte, H. (2022). Sobre la necesidad de descentralización y diversificación de la investigación en humedales costeros peruanos. *The Biologist*, 20(1), 121-150. <https://doi.org/10.24039/rtb20222011311>
- Gonzales Guzmán, J y Moreno Muro, J. (2022). La gestión de residuos sólidos y su relación con la cultura ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental. Una revisión. *Hacedor - AIAPÆC*, 6(2), 44-59. <https://doi.org/10.26495/rch.v6i2.2250>
- Guerrero Vilches, I., Rodríguez Jerónimo, G y Rodríguez Montero, J. (2018). Valorización como árido reciclado mixto de un residuo de construcción y demolición en la confección de hormigones autocompactantes durables en terrenos con yesos. *HAC 2018. V Congreso Iberoamericano de hormigón autocompactable y hormigones especiales*, 579-588. <https://doi.org/10.4995/HAC2018.2018.5318>
- Guzmán Aponte, Á., Burgos Galindo, D y Torres Castellanos, N. (2019). Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial. *Revista EIA*, 16(32), 167-179.. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1210>
- Herrera Quispe, M. (2022). Residuos de la construcción y demolición en el litoral marino de Lima Metropolitana (Perú): Recomendaciones para su adecuada gestión. *South Sustainability*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.21142/SS-0301-2022-e046>
- Hossain Abedin, S y Stephen, H. (2019). GIS Framework for Spatiotemporal Mapping of Urban Flooding. *Geosciences*, 9(2), 1-18. <https://doi.org/10.3390/geosciences9020077>
- Jiménez Bolaños, L., Sánchez, N y Rosero, Y. (2019). Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción. *Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Basicas*, 17(1), 87-93. <https://doi.org/10.24054/bistua.v17i1.274>
- Hidalgo Jiménez, M y Escamirosa Montalvo, L. (2024). Valoración de morteros con cemento de albañilería y agregados de residuos de construcción en viviendas. *Religación*, 9(41), Article 41. <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i41.1214>
- Laureano Valentín, G y Lovera Dávila, D. (2022). Modelo de sostenibilidad Mosoghi para la gestión hídrica de las empresas. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de*

- minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 25(50), 41-49.
<http://dx.doi.org/10.15381/iigeo.v25i50.24233>
- López Olvera, S., Menchaca Dávila, M y Romero López, R. (2024). Disponibilidad del agua: Caudales, percepción y opinión en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México. *UVserva: revista electrónica* (17), 266-287. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi17.3025>
- Mas, J. (2022). Aplicación Web SIG para gestionar el sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú 2022. *Revista Científica Pakamuros*, 10(4), 1-9. <https://doi.org/10.37787/m4f63d45>
- Melo Delgado, C., Castillo Mutis, G y García Noguera, L. (2022). De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 52-82. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516
- Monroy Vargas, E y Pouey, N. (2019). Nuevo indicador de valor ambiental (IVA), para inferir el costo del estado ambiental de una cuenca. *Cuadernos del Curiham*, 21, 11-17. <https://doi.org/10.35305/curiham.v21i0.34>
- Montoya León, J y Rey Vargas, J. (2019). *Análisis de vulnerabilidad por inundación del caño buque en el casco urbano del municipio de Villavicencio*. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/3ca3ed43-3b80-4e8a-843f-ef97a83bfcb3>
- Muhwanga, C., Obiero, J y Karanja, F. (2018). Application of Geographic Information Systems in Groundwater Prospecting: A Case Study of Garissa County, Kenya. *Journal of Geographic Information System*, 10(04), 439-460. <https://doi.org/10.4236/jgis.2018.104023>
- Munar Samboní, A., Méndez Pedroza, N., Vinasco Guzmán, M., Guzmán Oliveros, M., Cortés Orozco, C., Trujillo Zapata, S., Valbuena Calderón, O., Bravo Gaviria, M., Caicedo Díaz, G., Herrera Cerquera, J., Ramírez Córdoba, G., Montealegre Torres, W., Mesa Mejía, C., Tenorio Sánchez, P., Florido Cuellar, B., Carvajal Pinilla, L., Caicedo Bolaños, L., Núñez Burgos, M., Fernández Chávez, A., ... Jiménez Cruz, L. (2022). *Gestión integrada de la cuenca alta del río Magdalena: Instrumentos para su evaluación y planificación*. Editorial UNAD.. <https://doi.org/10.22490/9789586518642>

- Muñoz Montilla, A y Páramo Bernal, P. (2018). Monitoreo de los procesos de educación ambiental: Propuesta de estructuración de un sistema de indicadores de educación ambiental. *Revista Colombiana de Educación*. (74) 81-106. <https://doi.org/10.17227/rce.num74-6899>
- Muñoz Pérez, S., Bayona Reyes, M y Yovera Santisteban, J. (2021). Gestión de residuos de construcción y demolición, para mitigar el impacto Ambiental y preservar nuestros recursos naturales: Una revisión de la literatura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 100-106. <https://doi.org/10.46480/esj.5.2.90>
- Núñez Moreno, M y Calderón Tapia, C. (2024). Sustainable use of the Río Blanco Micro-basin: Possible solutions from an Environmental Management Program. *Conciencia Digital*, 4(1.1), 294-306. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1.1560>
- Ojeda Araujo, A., Ojeda Ortega, H y García Noguera, L. (2022). Educación ambiental para el buen manejo de los residuos sólidos. *Inclusión y Desarrollo*, 9(1), 74-86 <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.9.1.2022.74-86>
- Oviedo Cogollo, A y Vega Suárez, J. (2022). Manejo de residuos de construcción y demolición y economía circular: Una revisión narrativa. *Lámpsakos (revista descontinuada)*, (26). 41-51. <https://doi.org/10.21501/21454086.4232>
- Pastrana Ayala, J., Silva Urrego, Y., Adrada Molano, J y Delvasto Arjona, S. (2019). Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto. *Informador técnico*, 83(2), 174-190. <https://doi.org/10.23850/22565035.2170>
- Rodríguez Morales, O., Molina Acosta, L., Rodríguez Morales, O y Molina Acosta, L. (2021). Analysis of the implementation of the guide for the elaboration of the RCD management plan in the SDA work in Bogotá in a road rehabilitation project. *Publicaciones e Investigación*; 15(1) 1-14 <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/47202>
- Rodríguez, S., Asmundis, C., Ayala, M y Arzú, O. (2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista Veterinaria*, 29(1), 9-12. <https://doi.org/10.30972/vet.2912779>
- Sánchez Cotte, E., Pacheco Bustos, C y Páez, C. (2020). Una visión de Ciudad sostenible desde el modelo de gestión de los residuos de construcción y demolición (Rcd) caso De estudio: Barranquilla. *Tecnura*, 24(63), 68-83. <https://doi.org/10.14483/22487638.15359>

- Sevilla-Chinchilla, I. A., Gondo-Minami, R., & Guillen-Valle, O. R. (2019). Gestión de residuos sólidos de la actividad de demolición; estudio de casos en profesionales y especialistas en san isidro, Lima, Perú. *Paideia XXI*, 9(2), 217-232. <https://doi.org/10.31381/paideia.v9i2.2754>
- Suárez Silgado, S., Calderón Valdiviezo, L y Mahecha Vanegas, L. (2021). Application of life cycle assessment (LCA) methodology and economic evaluation for construction and demolition waste: A Colombian case study. *Earth Sciences Research Journal*, 25(3), 341-351 <https://doi.org/10.15446/esrj.v25n3.82815>
- Suárez Silgado, S., Andrés Molina, J., Mahecha, L y Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). *Gestión y Ambiente*, 21(1), 9-21. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n1.69637>
- Suárez-Silgado, S., Betancourt Quiroga, C., Molina Benavides, J y Mahecha Vanegas, L. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: Estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado*, 15(1), 224-244. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>
- Vondráčková, T., Podolka, L y Voštová, V. (2018). Handling construction waste of building demolition. *MATEC Web of Conferences*, 146, 1-6 <https://doi.org/10.1051/matecconf/201814603012>
- Yachachi-Elguera, A., Victoria, G., Orosco-Chiclla, N y Iannacone, J. (2022). Impacto de los residuos de construcción y demolición en la zona de reglamentación especial de los pantanos de Villa de Lima, Perú. *Paideia XXI*, 12(2), 263-276. <https://doi.org/10.31381/paideiaxxi.v12i2.5033>
- Yactayo-Ormeño, M., Ñañez-Silva, M y Cuba-Carbajal, N. (2023). Impact of construction and demolition waste management on environmental sustainability in Lunahuana: A correlational study. *International Journal of Advanced And Applied Sciences*, 10(9), 1-7. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2023.09.001>