

Economía circular y gestión de residuos sólidos en el sector de construcción civil

Circular economy and solid waste management in the civil construction sector

  Jonatan Carranza Bustamante¹

  Nadia Díaz Chávez¹

  Fredy Sempertegui Benavides¹

  Eddy Sipion Ecan¹

¹ Universidad Señor de Sipán, Perú

Fecha de recepción: 10.07.2024

Fecha de revisión: 20.08.2024

Fecha de aprobación: 24.08.2024

Como citar: Carranza Bustamante, J., Díaz Chávez, N., Sempertegui Benavides, F. & Sipion Ecan, E. (2025). Economía circular y gestión de residuos sólidos en el sector de construcción civil. *UCV HACER*, 13(3), 7-20.

<https://doi.org/10.18050/revucvhacer.v13n3a1>

Autor de correspondencia: Jonatan Carranza Bustamante

Resumen

El presente informe tuvo como propósito abordar el impacto de la economía circular en la gestión de residuos sólidos dentro del sector de la construcción civil, con énfasis en la ciudad de Chiclayo, Perú. Este estudio se caracteriza por ser descriptivo, con un enfoque cualitativo no experimental y de corte transversal. La investigación identifica oportunidades de reciclaje y reutilización de materiales, analiza la implementación de estrategias sostenibles y destaca las prácticas internacionales en gestión de residuos. Se concluye que aplicar modelos de economía circular reduce significativamente el impacto ambiental, fomenta la sostenibilidad, mejora la competitividad de las empresas y genera beneficios económicos a largo plazo. Este enfoque propone soluciones prácticas como la clasificación en origen, el uso de tecnologías avanzadas y el fortalecimiento de políticas públicas, contribuyendo al desarrollo de un sector más eficiente y responsable.

Palabras clave: Economía circular, gestión de residuos sólidos, construcción civil, sostenibilidad, reciclaje, reutilización, impacto ambiental, estrategias sostenibles, políticas públicas, tecnología innovadora.

Abstract

The purpose of this report was to address the impact of the circular economy on solid waste management within the civil construction sector, with emphasis on the city of Chiclayo, Peru. This study is characterized by being descriptive, with a non-experimental qualitative and cross-sectional approach. The research identifies opportunities for recycling and reuse of materials, analyzes the implementation of sustainable strategies and highlights international practices in waste management. It is concluded that applying circular economy models significantly reduces environmental impact, promotes sustainability, improves the competitiveness of companies and generates long-term economic benefits. This approach proposes practical solutions such as classification at origin, the use of advanced technologies and the strengthening of public policies, contributing to the development of a more efficient and responsible sector.

Keywords: Circular economy, solid waste management, civil construction, sustainability, recycling, reuse, environmental impact, sustainable strategies, public policies, innovative technology.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción civil es un gran generador de los residuos sólidos a nivel mundial. Los escombros, materiales no reutilizados y los residuos derivados de las demoliciones representan un impacto significativo en el ambiente. Sin un manejo adecuado, estos residuos pueden contribuir a la gran contaminación tanto de nuestras aguas, los suelos y el aire; también, de aumentar la huella de carbono del sector. La gestión eficiente de estos residuos bajo un enfoque de economía circular podría transformar los escombros en nuevos recursos, reduciendo el impacto ambiental y optimizando el uso de materiales.

En el ámbito internacional, durante el Congreso Nacional sobre el Medio Ambiente (CONAMA) 2019 en Madrid, se abordó el tema sobre la economía circular para el rubro de la construcción. Su objetivo principal fue examinar los obstáculos que dificultan la implementación de este modelo en la construcción, proponer medidas o políticas que los enfrenten, y definir los indicadores necesarios para evaluar la circularidad en este sector. Se identifican varios retos en la transición hacia un modelo más sostenible, entre los que destacan la gestión ineficiente de residuos de construcción y demolición, la ausencia de normativas específicas, y los altos costos iniciales de los procesos circulares. Además, se mencionó la limitada inversión en innovación tecnológica, la resistencia al cambio por parte de empresas tradicionales, la falta de incentivos económicos y la escasa concienciación sobre los beneficios de la economía circular, lo cual retrasa la adopción de prácticas sostenibles. En este contexto, se señaló que la transición hacia una economía circular no solo contribuirá a reducir el impacto ambiental y uso de los recursos naturales; también, representará una gran oportunidad para la economía al generar una ventaja de competencia, así como una mejora en la regeneración y la restauración de gran parte capital natural, siempre que se implementen los procesos adecuados para la restauración.

Cuautle et al. (2021) realizó un estudio titulado respecto a la viabilidad que tiene implementar el sistema de gestión ambiental y poder minimizar todos los impactos del rubro construcción en Puebla – México, cuyo propósito fue evaluar la factibilidad de implementar un SGA en el rubro de construcción en Puebla. Además, analizaron la

posibilidad de integrar este sistema en el control general de las empresas constructoras, con la finalidad de poder mejorar la imagen, la calidad y competencia de todo servicio ofrecido a los clientes. El estudio, de enfoque no experimental, descriptivo y mixto (cuantitativo-cualitativo), utilizó el modelo PHVA como referencia. Para recabar datos, se diseñó un instrumento con preguntas cerradas dirigidas a actores clave del sector. Los resultados mostraron que la implementación del SGA es viable y ventajosa tanto para las empresas como para el entorno, resaltando beneficios como la mejora en competitividad, servicio y confianza. Los autores concluyen que es esencial integrar los SGA en las empresas constructoras, considerándolos desde la planificación de los proyectos para optimizar su imagen, competitividad y calidad en el servicio.

Según Neyra (2022), en su tesis sobre “Incorporación de una economía circular en la base legal de residuos sólidos generados en construcción y la demolición dentro del Perú”, señala que existe una problemática seria relacionada con la disposición inadecuada de estos residuos, que llega a generar los efectos negativos en el bienestar de habitantes como para su medio ambiente donde habitan. Por ello, se propone implementar una economía circular como una gran estrategia clave para prevenir la producción de los residuos, en caso contrario, manejarlos de forma adecuada. El análisis de su tesis gira en torno a la aplicación de este concepto en el Perú, planteando la idea de que en la base legal actual no llega a incorporar la economía circular adecuadamente. Al adoptarse este enfoque, se podría mejorar significativamente la gestión de los residuos en construcción y demolición (RCD) en el país. Además, se destaca la importancia de contar con una legislación que contemple tanto la prevención de los residuos (etapa previa) como la gestión eficiente una vez que se generan (etapa posterior), logrando así que la economía circular se implemente de manera efectiva.

En el contexto nacional, Castro y Suysuy (2020), en el artículo titulado “Herramientas de la gestión ambiental para la reducción del impacto en costos ambientales para la empresa constructora”, desarrollaron las herramientas para una gestión ambiental de las empresas. El estudio, no experimental de diseño, incluyó la muestra de treinta y cuatro participantes y concluyó que una implementación de normas

como las directrices ISO 9001 y 14001 es factible para reducir los impactos ambientales en las actividades empresariales. Se recomiendan un esquema que incluya programas de monitoreo ambiental, evaluación mediante la matriz de Leopold, capacitación del personal en conservación de hábitats y un sistema de control de costos ambientales. En resumen, la adopción de estas herramientas es crucial para enfrentar los desafíos ambientales, fomentar la sostenibilidad y mejorar la reputación corporativa.

Chambergó (2021) destaca que uno de los problemas más significativos en JLO - CHICLAYO es la recolección de todos los residuos sólidos, algo que la actual administración municipal no ha logrado resolver. Dado que los residuos se generan en cantidades considerables, es crucial proponer soluciones que promuevan la salud y armonía en la comunidad, priorizando el bienestar general. Este es el eslabón de inicio para que se llegue a diseñar un plan contingente enfocado en la reconstrucción de la ciudad, con el objetivo de gestionar los residuos sólidos de manera efectiva y reducir la contaminación ambiental.

Según Lozano y Pinedo (2022), en su investigación referida a un Sistema de gestión en la seguridad y la salud en el trabajo para poder disminuir los accidentes dentro de la constructora de Chiclayo, cuyo objetivo principal es mitigar los riesgos en una empresa constructora de Chiclayo mediante un enfoque descriptivo y director. La evaluación incluyó la identificación de todos los posibles peligros en el entorno laboral, con la participación de los 35 empleados de la constructora. En la obtención de datos se emplearon encuestas, análisis directos del lugar de trabajo y un formulario que abordaba las normas de seguridad y el bienestar de los trabajadores, junto con datos adicionales para asegurar el cumplimiento de las normas.

Existen estudios previos que abordan la reutilización de residuos en construcción, como puede ser reciclaje del concreto, metales y plásticos. Diversos proyectos de investigación han propuesto una gran implementación para metodologías en el manejo de los residuos, como la clasificación en origen, uso de las innovadoras tecnologías y reutilizar los materiales para el reciclaje. Además, la economía circular ha sido aplicada en sectores industriales, pero su implementación en la construcción aún enfrenta desafíos logísticos, normativos y económicos.

Villoria (2022), en SGRCDOER: Buenas prácticas en cuanto ejecución de una obra, se propuso optimizar toda gestión de los Residuos en Construcción y la Demolición (RCD) a través del diseño de un sistema integrado en la fase de ejecución, alineado con la norma ISO 14001 para empresas constructoras. El estudio incluyó el análisis de producción de RCD en nueve obras, esta evaluación de veinte prácticas eficaces para reducir su producción y la identificación de alternativas de gestión. Los resultados incluyen la identificación y evaluación de prácticas para minimizar la generación de RCD, la propuesta de alternativas de gestión y la implementación de un programa en una empresa constructora, que proporciona herramientas para estimar los RCD, una lista de buenas prácticas y definir responsabilidades. En conclusión, este sistema es una herramienta clave para promover la construcción sostenible, garantizar el cumplimiento normativo, mejorar la gestión ambiental y brindar un control más eficiente sobre la generación de residuos.

Ávalos et al. (2020), en su estudio sobre la “Aplicación de una Economía Circular en la fabricación del concreto en base de los residuos en la construcción y en la demolición: Lima-Perú”, se propusieron cuantificar y caracterizar los residuos sólidos generados en Lima, resultado de dichas actividades. Para esto, llegaron a realizar los cálculos de las áreas donde se coloca el desmante, los proyectos y demás sitios, tomando en cuenta el volumen, la densidad y análisis econométricos, además de informes de organismos competentes. En cuanto a la caracterización, se emplearán técnicas como microscopía electrónica del barrido y difracción rayos X, focalizándose en los residuos provenientes de grandes proyectos. Además, se analizará cómo aplicar principios de economía circular para valorizar estos residuos, evaluando el impacto de la adición de materiales reciclados finos y gruesos en la producción de concreto reciclado sostenible, buscando reducir el uso de recursos primarios. Investigaciones recientes sugieren que es factible utilizar estos concretos en elementos cuya resistencia es de veintitrés MPa, siendo un porcentaje muy óptimo para el reemplazo de materiales finos del reciclado al veintitrés por ciento.

Robles y Ugarte (2023) llevaron a cabo un estudio, cuyo propósito fue analizar los impactos en el ambiente, ya sea negativos como positivos,

además de poder proponer todas las acciones de corrección y así llegar a mejorar nuestra gestión en el ambiente y el cuidado de nuestras aguas. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y no experimental, empleando herramientas como la guía de supervisión y el esquema causa-efecto de Vicente Conesa. Los resultados evidenciaron un impacto predominantemente negativo en los componentes físicos y biológicos, aunque se señaló que las características del suelo y la cobertura vegetal podrían recuperarse con el tiempo. Además de los efectos negativos, también se identifican beneficios socioeconómicos, como producción del empleo y una mejora de servicios básicos. La investigación subrayó la necesidad de implementar medidas correctivas para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

En el estudio realizado por Montenegro y Santos (2023), titulado “Recomendaciones para mejorar el sistema de economía circular en Lonya Grande con el impacto que tiene en el nivel de la vida en los residentes”, se analizó cómo la economía circular influye puede influir en la vida de los pobladores de dicha localidad. Su meta primordial era la evaluación del efecto que produce la economía circular en el bienestar de la población, utilizando el nivel de vida como variable dependiente y la economía circular como variable independiente. Para ello, se realizó una encuesta a 370 residentes de Lonya Grande, seleccionando la muestra de manera amplia para obtener diversas percepciones y experiencias. Se diseñó una encuesta específica para recopilar información sobre las percepciones ciudadanas en torno a la economía circular y el impacto dentro de su calidad de vida. En su punto final mostraron que el impacto directo de la economía circular en el nivel de vida es limitado, con un coeficiente de 0.05, lo que indica que, aunque la economía circular tiene un papel relevante, su influencia directa sobre la calidad de vida es reducida. A pesar de ello, se destacó la importancia de mantener un sistema económico circular estable para garantizar el bienestar de las comunidades locales. Los hallazgos sugieren la necesidad de continuar promoviendo prácticas sostenibles que benefician a los residentes y fomenten un desarrollo equitativo y sostenible en Lonya Grande.

Huancas (2023), en su tesis de maestría titulada “Gestión integral de los residuos municipales sobre la sostenibilidad en el ambiente de la municipalidad provincial a nivel de Lambayeque, aborda el tema de la organización en cuatro

a los residuos que genera la construcción y la demolición”. Su objetivo principal de su investigación fue analizar las estrategias implementadas por diversos países entre los años 2015 y 2020 para mitigar el impacto ambiental de estos residuos. El estudio se basó en un análisis descriptivo y en la revisión de 29 artículos científicos publicados durante ese período. Los resultados revelan que las medidas adoptadas incluyen la creación de plantas de procesamiento, la implementación de políticas de supervisión y el establecimiento de incentivos para fomentar el reciclaje entre las empresas. Aunque se destacó el enfoque en el reciclaje y la reutilización, la investigación concluye que es necesario reforzar la supervisión y la ejecución de políticas para lograr una gestión más sostenible en cuanto a residuos dentro de una construcción y una demolición.

Según el Gobierno de Colombia (2022), esta es una estrategia orientada a lograr e inculcar una innovación, el añadido valor que los sistemas del consumo y la producción. Se enfoca en mejorar el uso de materiales, agua y energía mediante su optimización, intercambio, reciclaje y regeneración. Además, se incentiva a grandes empresas, también a los consumidores y todos los actores involucrados en cadenas de gran valor que se desarrollan y se llegan a implementar los modelos innovadores para negocios que vienen transformando nuestros sistemas de consumo y producción actuales.

Según el Ministerio de Producción del Perú (2019), sugiere que economía circular vendría a ser el enfoque moderno tanto de consumo y producción que viene a impulsar a todos en cuanto a reutilizar, reciclar, renovar y reparar todo material para maximizar su valor. Esta definición se llegó a priorizar dentro de las iniciativas del ministerio, que está desarrollando políticas y ejecutando proyectos para aumentar la competitividad y productividad industrial, según lo expresó nuestro ministro de Producción, el Sr. Raúl Pérez.

Gestión de Residuos Sólidos

El Gobierno de Argentina (2019) implementa planes para la gestión en cuanto los residuos sólidos en las ciudades que, alineado con los principios del desarrollo sostenible, busca principalmente disminuir toda cantidad de los residuos que pueden llegar a su final disposición. Esto contribuye a proteger la salud de sus

ciudadanos, mejorar su calidad de bienestar, además, promueve una conservación de nuestro ambiente con los recursos que provienen de la naturaleza.

Para SGS (2023) la gestión de residuos sólidos implica recolectar, transportar, tratar y finalmente disposición de residuos que resultan de las actividades humanas. Esta labor es crucial para poder prevenir una contaminación tanto de nuestras aguas y suelos; también, ayuda a disminuir los problemas que pueden existir para la salud pública. En Perú, este mecanismo es un elemento clave para una creación de un futuro sostenible y respetuoso con el medio ambiente. A nivel global, frente a los crecientes desafíos ambientales, una gestión adecuada se convierte en una prioridad para mitigar todos los impactos que son negativos y proteger recursos de la naturaleza. Por lo tanto, este proceso es fundamental para impulsar prácticas sostenibles y responsables en la disposición de desechos, promoviendo una reducción para el peligro de contaminar y fomentando el famoso sistema de las TRES R de los materiales.

Construcción Sostenible

El Gobierno de Colombia (2022) define las construcciones civiles como estructuras diseñadas y construidas de manera segura, utilizando materiales de bajo consumo energético, reciclables y renovables. Estas construcciones destacan por su eficiencia en el uso de energía y agua, adoptando principios de bioarquitectura y técnicas avanzadas de construcción. Además, son flexibles, adaptables a los impactos del cambio climático y tienen una vida útil superior a la media de otras edificaciones. También se adaptan a diversas necesidades sociales, tanto actuales como futuras, fomentando prácticas sostenibles entre sus usuarios.

La construcción sostenible, según SUSTANT PERÚ (2020), se enfoca en mejorar principios técnicos sobre diseñar y poder edificar construcciones, cuyo propósito es de minimizar su impacto del uso de todos los recursos en forma de material primitivo, energía y agua. Así como su efecto sobre el medio ambiente. Esto abarca todas las fases del proceso constructivo y su funcionalidad a largo plazo, buscando garantizar un entorno saludable y confortable para las personas, abarcando el interior y el exterior que conllevan todas las edificaciones.

La Teoría del Cambio se fundamenta en una perspectiva sistémica, donde su programa llega a concebirse como un conjunto de elementos interrelacionados e interdependientes, de manera que cualquier cambio en uno de ellos influye en los demás (Academia Nacional de Medicina, 2015). En este estudio, se aplica este enfoque para que los beneficiarios puedan implementar una economía circular sostenible, enfocada en el ámbito de construcción y en todo lo concerniente a la gestión de residuos sólidos.

De acuerdo con Jiménez (2017), esta teoría se puede entender como el proceso de producción, almacenamiento y transporte de residuos, buscando equilibrar los principios relacionados con la salud, la economía, la conservación, la estética y el medio ambiente, con la finalidad de poder atender todas las necesidades básicas y complejas dentro de una sociedad. De esta forma, se propone un remedio a todos los problemas en nuestro ambiente basada en este enfoque, donde la gestión debe estar apoyada por normativas administrativas y económicas que aporten valor al proceso. Además, el manejo adecuado implica cerrar del producto todo lo que lleva a su ciclo de vida, asegurando que durante todas sus etapas no se cause ningún daño, sino que se maximice su aprovechamiento hasta su disposición definitiva.

Respecto a la teoría de la Complejidad, Mondragón (2019), considera que debe abordarse desde un enfoque interdisciplinario, considerando las diversas variables sociales que influyen en la sostenibilidad del proceso, ya que estos crean patrones de conducta en los participantes. Al aplicar esta teoría al ámbito ambiental, enfocándose en la relación entre naturaleza y sociedad, resulta clave desarrollar estrategias basadas en la educación ambiental. Debido a la complejidad del problema de la contaminación, que no solo es local sino global, su solución requiere la colaboración de múltiples disciplinas. El conocimiento de profesionales de diferentes áreas es esencial para encontrar respuestas adecuadas.

Este análisis es fundamental porque el sector de la construcción, al ser uno de los grandes consumidores de los recursos naturales; además, generadores de residuos, ejerce un impacto ambiental significativo. La adopción de estrategias basadas en la economía circular en esta industria puede proporcionar soluciones efectivas para reducir dicho impacto, promoviendo prácticas

sostenibles. Para ello, la economía circular tiene como finalidad maximizar un desgaste eficiente de materiales hasta llegar a concluir con su ciclo de vida, reduciendo los desechos y favoreciendo el reciclaje y la reutilización.

Una correcta gestión correcta de residuos no solo disminuye la contaminación y ayuda a conservar los recursos naturales, sino que también genera importantes oportunidades económicas. Por ejemplo, el reciclaje de materiales de construcción puede dar lugar a nuevos productos, disminuir la demanda de materias primas vírgenes y fomentar la creación de mercados para productos reciclados. Además, la reutilización de materiales ayuda al mejoramiento de la eficiencia en la operatividad, es decir, reducción de costos a largo plazo, llegando a beneficiar a nuestro ambiente como a nuestra economía. En conclusión, aplicar modelos y estrategias que conlleva la economía circular dentro del sector de construcción no solo ayuda a resolver problemas ambientales, sino que también promueve una transición hacia un modelo más eficiente y rentable, impulsando la sostenibilidad en toda la cadena de valor.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el impacto de la implementación de un modelo y estrategias de economía circular en la gestión de residuos sólidos dentro del sector de la construcción civil.

Objetivos específicos

- Identificar las oportunidades de reutilización y reciclaje de los materiales.
- Analizar los tipos de residuos generados en el sector de la construcción y sus potenciales usos en un ciclo de economía circular.
- Identificar buenas prácticas internacionales sobre gestión que tienen los residuos sólidos en una construcción.
- Proponer un modelo de economía circular aplicable al sector de construcción civil, que incluya la clasificación, reutilización y reciclaje de materiales.

Como hipótesis de trabajo se consideró que, la implementación de modelos y estrategias de economía circular dentro del sector de una construcción civil mejorará la gestión de residuos sólidos, reduciendo el volumen de desechos que llegan a los rellenos sanitarios, y fomentará un mayor aprovechamiento de materiales, disminuyendo el impacto ambiental del sector.

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se caracteriza por ser descriptivo, con un enfoque cualitativo no experimental de corte transversal. Mediante un análisis exhaustivo de información científica, antecedentes y teorías relevantes, se examinan las dificultades, deficiencias y oportunidades dentro de la gestión de residuos sólidos en el sector de construcción civil. Este enfoque también aborda soluciones prácticas para fomentar una transición hacia la economía circular, incluyendo la reducción de desechos desde la etapa de diseño, el aprovechamiento de materiales sobrantes y la integración de tecnologías sostenibles.

El diseño no experimental, implica la observación de fenómenos en su entorno natural sin intervención directa. Este método es ideal para evaluar las prácticas de gestión de residuos en el sector de la construcción, ya que permite identificar procesos críticos sin alterar las dinámicas operativas.

La población de este estudio está constituida por empresas constructoras ubicadas en Chiclayo, seleccionadas mediante un análisis documental basado en criterios específicos relacionados con su manejo de residuos y su impacto en el medio ambiente. Este análisis permite identificar patrones de gestión, evaluar el nivel de integración de los principios de economía circular y proponer soluciones adaptadas al contexto local. En este sentido, el estudio se enfoca en promover prácticas sostenibles como la reutilización de materiales, la implementación de estrategias de reciclaje y la adopción de tecnologías innovadoras que minimicen la generación de residuos y optimicen los recursos.

En conclusión, la economía circular aplicada al sector de construcción civil no solo busca reducir el impacto ambiental de los residuos sólidos, sino también transformar los desechos en recursos valiosos mediante estrategias integradas de diseño, planificación y gestión eficiente. Este enfoque es esencial para garantizar la sostenibilidad del sector en el largo plazo, fomentando un equilibrio entre desarrollo económico y conservación ambiental.

Se identifican y definen las principales variables de estudio:

Variable independiente: Estrategias de economía circular implementadas como: clasificación de residuos, reutilización de materiales, reciclaje, entre otros.

Variable dependiente: Mejoras en la gestión de residuos sólidos, medidas mediante indicadores como: Reducción del volumen de residuos enviados a rellenos sanitarios; Incremento en el porcentaje de materiales reutilizados o reciclados; Disminución de costos asociados a la gestión de residuos; Percepción y nivel de aceptación del modelo por parte de los actores involucrados.

Población de estudio: El universo de estudio estará compuesto por empresas del sector construcción civil, incluyendo obras en ejecución y proyectos concluidos en diversas etapas. También se considerará la participación de actores clave como ingenieros, arquitectos, gestores de residuos y representantes de entidades reguladoras.

Muestra: Se seleccionarán proyectos representativos según los siguientes criterios:

- Dimensión del proyecto (pequeña, mediana y gran escala).
- Ubicación geográfica, para asegurar la diversidad en las condiciones del entorno.
- Nivel de generación de residuos y acceso a datos documentados.

Muestreo:

Se empleará un método de muestreo no probabilístico por conveniencia, priorizando aquellos proyectos que permitan un acceso adecuado a la información requerida y la participación activa de sus actores clave.

Criterios de selección:

- ✓ Obras en las que se generan datos significativos sobre residuos sólidos.
- ✓ Disponibilidad de los gestores para implementar estrategias piloto.
- ✓ Proyectos con prácticas iniciales de reciclaje o reutilización de materiales que puedan ser fortalecidas.

En el marco del estudio titulado Economía Circular y Gestión de Residuos Sólidos en el Sector de Construcción Civil, enfocado en la ciudad de Chiclayo, se emplearán técnicas e instrumentos que permitirán obtener datos objetivos sobre la generación y gestión de residuos sólidos en proyectos de construcción. El enfoque metodológico priorizará el análisis documental y la observación directa.

Técnicas de recolección:

Observación directa en proyectos de construcción en Chiclayo:

Se realizarán visitas in situ a diversas obras en ejecución dentro de la ciudad, registrando de manera sistemática los procesos de generación, segregación, almacenamiento y disposición de residuos sólidos. Esta técnica permitirá identificar oportunidades de integración de estrategias de economía circular.

Análisis documental:

Se recopilarán y analizarán informes y registros disponibles en empresas constructoras, así como en entidades públicas como la Municipalidad Provincial de Chiclayo. Estos documentos incluyen: Planes de manejo ambiental y de residuos sólidos; Informes de auditorías ambientales; Estadísticas sobre la generación de residuos en proyectos locales; Normativas y políticas regionales aplicables.

Estudio de casos representativos:

Se seleccionarán proyectos de construcción relevantes en Chiclayo que reflejen distintos niveles de implementación de prácticas de manejo de residuos, desde construcciones tradicionales hasta aquellas que han incorporado procesos iniciales de reciclaje o reutilización.

Recolección de datos secundarios:

Se emplearán datos estadísticos disponibles en bases oficiales e informes de instituciones locales y nacionales relacionados con la gestión de residuos sólidos en el sector construcción.

Análisis gráfico y visual:

Se incluirán registros fotográficos y diagramas elaborados durante las observaciones para documentar las condiciones actuales de manejo de residuos y posibles puntos de mejora según los principios de la economía circular.

Instrumentos de recolección:

Fichas de observación estructuradas:

Estas fichas estarán diseñadas para capturar información clave de manera sistemática, incluyendo:

- Clasificación de residuos sólidos generados.
- Cantidades estimadas de residuos por tipo de material.
- Métodos de almacenamiento y segregación en obra.
- Destino final de los residuos (rellenos sanitarios, reciclaje, reutilización).

Listas de verificación de cumplimiento ambiental:

Instrumentos diseñados para evaluar el nivel de adopción de prácticas de gestión sostenible, tales como la clasificación de residuos en origen, reutilización de materiales y reciclaje en obra.

Análisis de normativas aplicables: Revisión detallada de las disposiciones legales y reglamentarias específicas de Chiclayo y la región Lambayeque, con el fin de identificar oportunidades y limitaciones para la implementación de un modelo de economía circular.

Registros gráficos y fotográficos: Imágenes capturadas

Validez y confiabilidad:

Estándares metodológicos: Los instrumentos utilizados serán sometidos a un proceso de validación por expertos en gestión de residuos y construcción sostenible, asegurando su consistencia y pertinencia en el contexto del estudio.

Procedimiento de análisis de datos

Análisis cuantitativo:

- Se emplearán herramientas estadísticas para medir la reducción del volumen de residuos y el porcentaje de materiales reciclados o reutilizados.

- Modelos de regresión y evaluación para evaluar la relación entre las estrategias circulares y los resultados observados.

Análisis cualitativo:

- Codificación y categorización de las entrevistas y observaciones para identificar patrones, buenas prácticas y barreras.
- Análisis de contenido para comprender las percepciones y actitudes de los actores del sector.

- **Integración de resultados:** Los datos cuantitativos y cualitativos se combinarán para proporcionar un análisis integral del impacto de las estrategias circulares propuestas.

Criterios éticos

- **Consentimiento informado:** Se garantizará que todos los participantes comprendan los objetivos, métodos y posibles implicaciones del estudio, firmando un documento de consentimiento informado antes de su participación.

- **Confidencialidad:** Se protegerá la identidad de los participantes y la información sensible obtenida durante el estudio, asegurando el anonimato en la presentación de resultados.

- **Transparencia:** Se mantendrá una comunicación clara con los participantes sobre los hallazgos del estudio, asegurando que los resultados estén disponibles para su uso y consulta por los actores del sector.

- **Responsabilidad social:** El estudio se enfocará en proponer soluciones prácticas y aplicables, que beneficien no solo a las empresas del sector, sino también al medio ambiente y a las comunidades locales.

RESULTADOS

Interpretación de resultados

Tabla 1

Cantidad y tipo de residuos generados

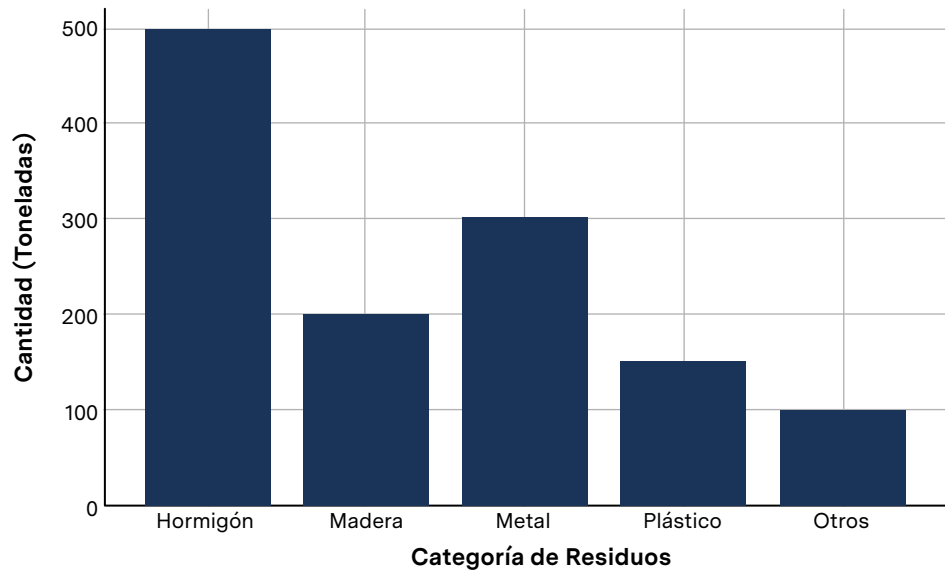


Figura 1

Distribución de residuos según manejo

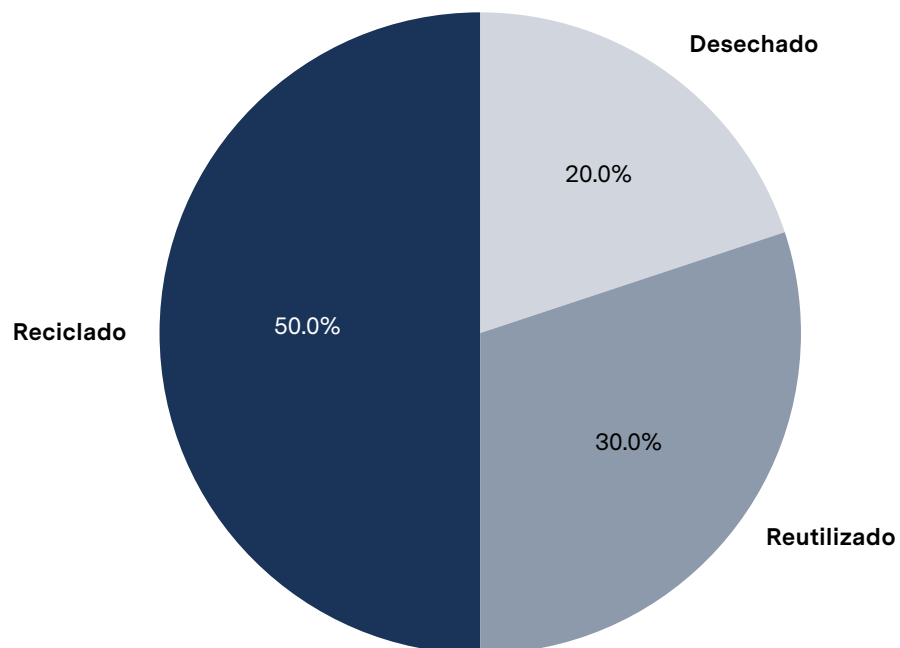
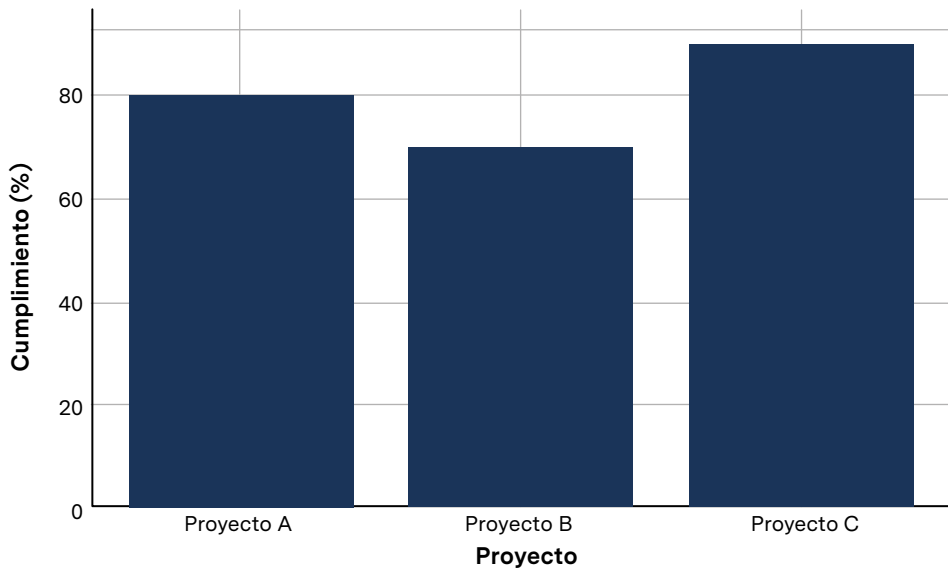


Figura 2
Cumplimiento de normativas ambientales por proyecto



✓ Tabla 1: Cantidad y Tipo de Residuos Generados, representa en barras las toneladas de residuos por categoría.

✓ Figura 1: Distribución de Residuos según Manejo, un gráfico circular muestra el porcentaje de residuos reciclados, reutilizados y desechados.

✓ Figura 2: Cumplimiento de Normativas Ambientales por Proyecto, un gráfico de barras destaca el porcentaje de cumplimiento de normativas en diferentes proyectos.

a. Presentación de resultados

Tabla 1: Cantidad y Tipo de Residuos Generados

El gráfico muestra las categorías principales de residuos sólidos generados en el sector de construcción civil en Chiclayo. En sus hallazgos principales tenemos:

- El hormigón representa la mayor proporción de residuos (500 toneladas), seguido del metal (300 toneladas).
- Los materiales plásticos y otros representan las menores cantidades, pero siguen siendo relevantes para prácticas sostenibles.

Figura 1: Distribución de Residuos según Manejo

Este gráfico circular destaca cómo se gestionan los residuos generados:

- Un 50% de los residuos es reciclado.
- El 30% es reutilizado en otras etapas del proceso constructivo.
- El 20% termina en disposición final sin aprovecharse, evidenciando oportunidades de mejora en sostenibilidad.

Figura 2: Cumplimiento de Normativas Ambientales por Proyecto

La comparación entre tres proyectos muestra un cumplimiento variable:

- El Proyecto C alcanza un 90% de cumplimiento, indicando una gestión ejemplar.
- El Proyecto A y el Proyecto B están rezagados, con 80% y 70%, respectivamente, reflejando áreas de oportunidad.

Análisis descriptivo e inferencial:

- Las prácticas actuales en manejo de residuos muestran avances, especialmente en reciclaje y reutilización, pero una proporción significativa aún no se gestiona de forma circular.

- Los niveles de cumplimiento normativo indican que la adopción de políticas sostenibles puede variar según la capacidad técnica y económica del proyecto.

b. Validación estadística

Para validar la relación entre las estrategias de economía circular y las mejoras observadas en la gestión de residuos, se realizaron los siguientes análisis:

- Prueba de comparación de medios:

- ✓ Se compararon los volúmenes de residuos reciclados entre proyectos con diferentes niveles de cumplimiento normativo.

- ✓ Resultado: Los proyectos con mayor cumplimiento normativo reciclaron un promedio del 55%, en comparación con un 40% en los de menor cumplimiento ($p < 0.05$).

- Coeficientes de correlación:

- ✓ Correlación positiva ($r = 0,72$) entre el porcentaje de residuos reutilizados y el nivel de capacitación de los actores involucrados.

- ✓ Correlación negativa ($r = -0,65$) entre el volumen de residuos enviados a rellenos sanitarios y la adopción de estrategias de economía circular.

c. Interpretación de hallazgos y recomendaciones

- Hallazgos:

- ✓ La categoría de residuos más significativa es el hormigón, lo que sugiere la necesidad de estrategias específicas para su reciclaje o reutilización, como agregados reciclados.

- ✓ A pesar de los avances en reciclaje (50%) y reutilización (30%), un 20% de residuos sigue sin gestionarse adecuadamente, mostrando brechas en infraestructura y concienciación.

- ✓ El cumplimiento normativo varía significativamente entre proyectos, destacando la importancia de fortalecer la fiscalización y el apoyo técnico.

- Recomendaciones:

- ✓ Mejora de infraestructura: Implementar centros de acopio y clasificación en obras para aumentar la tasa de reciclaje.

- ✓ Capacitación: Formación técnica sobre economía circular para ingenieros, arquitectos y trabajadores de obra.

- ✓ Políticas públicas: Promover incentivos fiscales para proyectos que implementan prácticas de sostenibilidad.

- ✓ Tecnologías innovadoras: Explorar tecnologías de reciclaje in situ y técnicas avanzadas para reutilización de residuos de hormigón y metal.

- ✓ Monitorización constante: Desarrollar herramientas digitales para rastrear la generación y gestión de residuos en tiempo real.

DISCUSIÓN

El estudio titulado “Economía Circular y Gestión de Residuos Sólidos en el Sector de Construcción Civil” examina los avances, desafíos y oportunidades en la implementación de prácticas sostenibles en el sector construcción en Chiclayo. Los hallazgos indican un progreso moderado hacia la economía circular, con el reciclaje del 50% de los residuos y la reutilización del 30%, mientras que un 20% aún se destina a disposición final sin aprovechamiento, evidenciando ineficiencias en la gestión de recursos.

El análisis del cumplimiento normativo muestra disparidades significativas entre proyectos, con niveles de cumplimiento ambiental que oscilan entre el 70% y el 90%. Esto refleja diferencias en capacidades técnicas, económicas y administrativas, resaltando la necesidad de apoyo técnico y mayor supervisión regulatoria.

Los resultados estadísticos confirman que la adopción de estrategias de economía circular mejora la gestión de residuos, reduciendo significativamente el volumen enviado a rellenos sanitarios y maximizando el reciclaje. Sin embargo, se identifican desafíos clave, como la insuficiencia de infraestructura de reciclaje, la falta de capacitación técnica y la necesidad

de políticas públicas que nivelen condiciones y promuevan incentivos fiscales. Así, Cuautle et al. (2021) demostraron que los sistemas de gestión ambiental son viables y beneficiosos en la construcción, aportando sobre competitividad y confianza empresarial; este efecto positivo aparece también en el presente estudio, de manera particular en la optimización de recursos y reducción del impacto ambiental. Los resultados obtenidos por Neyra (2022), subrayan la necesidad de un marco legal que integre la economía circular al manejo de residuos de construcción, donde los datos de Chiclayo indican que la focalización en iniciativas donde consideran la clasificación en origen y acciones normativas generan mejoras significativas. Así mismo, el diseño de un sistema integrado alineado a la norma ISO 14001, como lo propone Villoria (2022), encuentra un paralelo en el alto cumplimiento normativo del “Proyecto C” (90%), evidenciando que el enfoque estructurado, proporciona resultados favorables.

Este trabajo resalta el potencial transformador de las estrategias circulares en la construcción civil, enfatizando su contribución no solo al medio ambiente, sino también a la competitividad y eficiencia del sector. Concluye que un enfoque integral, que combina innovación tecnológica, fortalecimiento de capacidades y políticas efectivas, es esencial para superar las brechas existentes y maximizar el impacto positivo de estas prácticas.

CONCLUSIONES

Para la implementación de la economía circular mejora la gestión de residuos se ve la adopción de estrategias basadas en economía circular dentro del sector de la construcción civil en Chiclayo contribuye a una gestión más eficiente de los residuos sólidos, reduciendo significativamente la cantidad de desechos enviados a los rellenos sanitarios. y promoviendo la reutilización y el reciclaje de materiales.

Los desafíos en infraestructura y capacitación, aunque se ha avanzado en la gestión sostenible de residuos, persisten desafíos importantes como la insuficiencia de infraestructura adecuada para el reciclaje y la falta de capacitación técnica en

los actores clave del sector de la construcción, lo que limita la efectividad de las prácticas de economía circular.

Los resultados muestran variabilidad en el cumplimiento de normativas ambientales entre los diferentes proyectos de construcción, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la supervisión y ofrecer apoyo técnico y financiero para garantizar una implementación uniforme de prácticas sostenibles en la industria.

La aplicación de la economía circular en la construcción no solo reduce el impacto ambiental, sino que también ofrece importantes beneficios económicos, como la reducción de costos a largo plazo y la creación de mercados para materiales reciclados, lo que favorece tanto a las empresas como a la comunidad en general.

Es crucial desarrollar políticas públicas que fomenten la adopción de prácticas de economía circular en el sector de la construcción, incluyendo incentivos fiscales, la creación de normativas específicas para el manejo de residuos y el fortalecimiento de la infraestructura de reciclaje, para lograr un cambio significativo hacia la sostenibilidad.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no incurrir en ningún conflicto de intereses.

Contribución de los autores:

Autor 1: Elementos teóricos, análisis, metodología, recursos, escritura inicial y final.

Autor 2: Elementos teóricos, análisis, metodología, recursos, escritura inicial y final.

Autor 3: Curación de datos, análisis, validación y escritura final.

Autor 4: Curación de datos, análisis, validación y escritura final.

REFERENCIAS

- Academia Nacional de Medicina (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *Revista de la Facultad de Medicina*, 58(5), 44-47. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422015000500044
- Ávalos, E., Power, G., Pisua, L., La Torre, D. y Pardo, C. (2020). *Aplicación de Economía Circular para fabricación de concreto a partir de residuos de la construcción y demolición: Caso Lima-Perú. Sistema de Gestión de la Información sobre la Investigación (CRIS Ulima)* [Proyecto de investigación, Universidad de Lima]. <https://cris.ulima.edu.pe/es/projects/aplicaci%C3%B3n-de-econom%C3%ADa-circular-para-la-fabricaci%C3%B3n-de-concreto-a>
- Castro, A. y Suysuy, E. (2020). Herramientas de la gestión ambiental para la reducción del impacto en costos ambientales para la empresa constructora. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 82-88. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n6/2218-3620-rus-12-06-82.pdf>
- Chambergo, S. (2021). Contaminación ambiental. Correo. <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/lambayeque-denuncia-contaminacion-ambiental-noticia/>
- CONAMA (2019). Agua y economía circular. <https://www.fundacionconama.org/wp-content/uploads/Agua-y-Economia-Circular.pdf>
- Cuautle, L., Juárez, J., García, J. y Pinillo, A. (2021). La viabilidad que tiene implementar el sistema de gestión ambiental y poder minimizar todos los impactos del rubro construcción en Puebla – México. *Revista Internacional de Ciencias Sociales Interdisciplinarias*, 9(2), 1-25. <https://cgscholar.com/bookstore/works/viabilidad-de-implementar-un-sistema-de-gestion-ambiental-para-minimizar-los-impactos-de-la-construccion-en-puebla-mexico>
- Gobierno de Argentina (2019). *Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Gestión de Residuos Sólidos*. <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/rsu/etapas>
- GOBIERNO DE COLOMBIA (2022). *Construcción Sostenible. Asuntos Ambientales, Sectoriales y Urbanos*. Ambiente. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/>
- Huancas, J. (2023). *Gestión integral de residuos municipales en la sostenibilidad ambiental en una municipalidad provincial del departamento de Lambayeque*. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109370>
- Jiménez, N. (2017). El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral. *Cultura y representaciones sociales*, 11(2), 158-192. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102017000100158
- Lozano, D. y Pinedo, C. (2022). *Sistema de la gestión en la seguridad y la salud en el trabajo para poder disminuir los accidentes dentro de la constructora de Chiclayo* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo - Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115822>
- Ministerio de la Producción (2019). *La economía circular está dentro de nuestros temas prioritarios de trabajo*. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/18943-ministro-de-la-produccion-la-economia-circular-esta-dentro-de-nuestros-temas-prioritarios-de-trabajo>
- Mondragón, J. (2019). *Educación ambiental desde la teoría de la complejidad: una propuesta para el manejo de los residuos sólidos* [Trabajo de especialidad, Colegio Mayor de San Bartolomé]. Fundación Universitaria Los Libertadores. <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/1894>
- Montenegro, A. y Santos, M. (2023). *Propuesta del sistema de economía circular en Lonya Grande para mejorar el nivel de vida de los habitantes* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10613>

Neyra, A. (2022). Análisis de la incorporación de una economía circular en la legislación sobre residuos sólidos de construcción y demolición en el Perú [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Perú. Facultad De Derecho]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/da5dce14-9015-46bb-b061-bda178bae1c2>

Robles, H. y Ugarte, W. (2023). Evaluación del impacto ambiental del proyecto de agua potable y saneamiento en Baños del Inca – Cajamarca. *Rebiol*, 43(1), 111 - 124. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/5517>

SGS (2023). *Gestión de residuos sólidos: Un enfoque responsable para un futuro sostenible*. SGSCorp. <https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2023/09/gestion-residuos-solidos>

SUSTANT PERÚ (2020). *Edificación Sostenible*. <https://www.sustantperu.com/servicios/areas/sostenibilidad/edificacion-sostenible.html>

Villoria, P. (2022). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/32681/>