

Aplicación en la construcción de material RCD



## **APLICACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

Jhonatan Steven Chacón Cadena

Edwin Javier Oviedo Correa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

enero de 2025

Aplicación en la construcción de material RCD

**APLICACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES EN EL SECTOR DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

Jhonatan Steven Chacón Cadena

Edwin Javier Oviedo Correa

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Proyectos

Asesor(a)

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

enero de 2025

## Contenido

Lista de ilustraciones.....	5
Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción .....	12
1 Planteamiento del problema .....	14
1.1 Descripción del problema.....	14
1.1.1 Norma técnica colombiana en el marco de edificaciones sostenibles .....	15
1.1.2 Muros .....	16
1.1.3 Pintura.....	17
1.1.4 Estructura .....	17
1.1.5 Techos .....	17
1.1.6 Parques .....	17
1.1.7 Pavimentos.....	18
1.2 La pregunta de investigación.....	18
1.3 Objetivo general .....	18
1.3.1 Objetivos específicos .....	18
1.4 Justificación de la investigación.....	19
2 Marco de referencia .....	20
2.1 Marco de Antecedentes .....	20
2.2 Marco Teórico .....	21
2.3 Marco Normativo .....	25
3 Metodología.....	26

## Aplicación en la construcción de material RCD

3.1	Enfoque y alcance de la investigación .....	26
3.2	Población y muestra .....	27
3.2.1	Definición de la población .....	27
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra .....	28
3.3	Instrumento(s) .....	29
3.4	Descripción de procedimientos .....	30
3.5	Análisis de información .....	30
3.6	Consideraciones éticas .....	31
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas .....	31
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización .....	32
4	Resultados.....	33
4.1	Análisis de materiales derivados de desechos reciclados.....	33
4.2	Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos para la integración del uso de materiales reciclados en la construcción.....	37
4.3	Estructura de la metodología SCRUM estableciendo una estrategia para la incorporación de materiales reciclados en los procesos de construcción.....	40
4.3.1	Inicio del proyecto (sprint 0).....	40
4.3.2	Planificación del sprint .....	40
4.3.3	Ejecución del sprint.....	41
4.3.4	Revisión de sprint .....	41
4.3.5	Retrospectiva del Sprint.....	42
4.3.6	Entrega Final e Implementación Global .....	42
	Conclusiones .....	44
	Referencias.....	46
	Anexos .....	50

**Lista de ilustraciones**

Ilustración 1 Porcentaje de uso de materiales reciclados en el sector constructivo. (Godoy, 2022)..... 13

Ilustración 2 Componentes de una edificación sostenible ..... 15

Ilustración 3 Parámetros para obtener sello ambiental (Minambiente, 2024)..... 16

Ilustración 4 Sostenibilidad en materiales de construcción (Republica, 2022)..... 23

Ilustración 5 Artículo sobre incentivación en impuestos (Republica, 2022) ..... 24

Ilustración 6 Resultado pregunta número 1 ..... 33

Ilustración 7 Resultado pregunta número 2 ..... 34

Ilustración 8 Resultado pregunta número 3 ..... 34

Ilustración 9 Resultado pregunta número 4 ..... 35

Ilustración 10 Resultado pregunta número 5 ..... 35

Ilustración 11 Consolidado total de las preguntas..... 36

**Lista de tablas**

Tabla 1 Cuadro comparativo metodologías gerencia de proyectos ..... 39

**Lista de anexos**

Anexo 1 Formato de encuesta.....	50
Anexo 2 Familiarización con material reciclado .....	54
Anexo 3 Importancia del uso de material reciclado.....	55
Anexo 4 Uso de material reciclado en sus empresas .....	56
Anexo 5 Factores que disminuyen el uso de material reciclado en el sector constructivo .....	57
Anexo 6 Consentimiento libre, previo e informado para participantes de investigación .....	58

## Resumen

El reciclaje de materiales en la construcción se ha consolidado como una estrategia clave para reducir el impacto ambiental de la industria, que es responsable del 75% del consumo global de recursos naturales. En Colombia, aunque el reciclaje ha avanzado, especialmente en el sector comercial, persisten barreras que dificultan su implementación en proyectos de vivienda. La reutilización de materiales previamente usados en nuevas edificaciones puede disminuir la explotación de recursos naturales y contribuir a la sostenibilidad del sector. Este trabajo busca identificar las razones de la resistencia al uso de materiales reciclados y proponer estrategias para fomentar su inclusión en la construcción, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del sector.

El sector de la construcción colombiano, uno de los más dinámicos en la economía nacional, enfrenta el desafío de aprovechar los residuos generados durante las obras. Aunque el 50% de los materiales de este sector podrían ser reciclados, solo una pequeña fracción de ellos se reutiliza. Esto revela una brecha en el aprovechamiento de los recursos disponibles, lo que subraya la importancia de desarrollar proyectos que promuevan el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas. De esta forma, se puede mejorar la sostenibilidad de los proyectos, reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia en el uso de los recursos, a la vez que se contribuye al desarrollo de un mercado más verde.

El impacto ambiental de la industria de la construcción en Colombia es considerable, con la generación de alrededor de 22 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición al año. Sin embargo, solo una pequeña fracción de estos residuos se recicla. Esto pone de manifiesto la necesidad urgente de adoptar prácticas más sostenibles, como la implementación de materiales reciclados en las obras. El estudio propuesto pretende demostrar los beneficios económicos y ecológicos de estos materiales, y proponer soluciones viables para superar las barreras actuales. A través de la implementación de estrategias prácticas, se busca contribuir al cambio hacia una construcción más sostenible y responsable con el medio ambiente en Colombia.

Aplicación en la construcción de material RCD

**Palabras claves:** construcción, sostenibilidad, reciclado, materiales, ambiente, calidad, residuos, reutilización, investigación, normativa.

## **Abstract**

Recycling of materials in construction has become established as a key strategy to reduce the environmental impact of the industry, which is responsible for 75% of global consumption of natural resources. In Colombia, although recycling has advanced, especially in the commercial sector, barriers persist that hinder its implementation in housing projects. The reuse of previously used materials in new buildings can reduce the exploitation of natural resources and contribute to the sustainability of the sector. This work seeks to identify the reasons for resistance to the use of recycled materials and propose strategies to encourage their inclusion in construction, improving the efficiency and sustainability of the sector.

The Colombian construction sector, one of the most dynamic in the national economy, faces the challenge of taking advantage of the waste generated during construction. Although 50% of the materials in this sector could be recycled, only a small fraction of them are reused. This reveals a gap in the use of available resources, which underlines the importance of developing projects that promote the use of recycled materials in housing construction. In this way, the sustainability of projects can be improved, the environmental impact can be reduced and the efficiency in the use of resources can be increased, while contributing to the development of a greener market.

The environmental impact of the construction industry in Colombia is considerable, with the generation of around 22 million tons of construction and demolition waste per year. However, only a small fraction of this waste is recycled. This highlights the urgent need to adopt more sustainable practices, such as the implementation of recycled materials in construction sites. The proposed study aims to demonstrate the economic and ecological benefits of these materials, and to propose viable solutions to overcome current barriers. Through the implementation of practical strategies, the aim is to contribute to the change towards a more sustainable and environmentally responsible construction in Colombia.

Aplicación en la construcción de material RCD

**Keywords:** Construction, Sustainability, Recycling, Materials, Environment, Quality, Waste, Reuse, Research, Regulation.

## Introducción

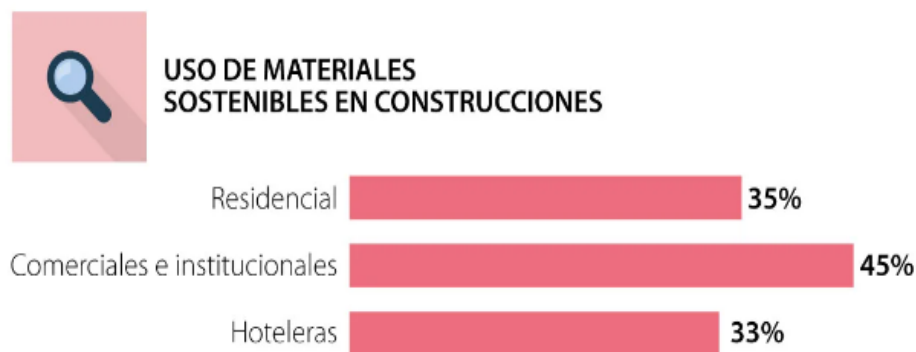
La construcción sostenible ha ganado una relevancia creciente en los últimos años, especialmente debido a la creciente conciencia sobre el impacto ambiental de las industrias tradicionales. En particular, el reciclaje de materiales de construcción se ha presentado como una solución clave para reducir la explotación de recursos naturales y mitigar el daño ambiental. La industria de la construcción es responsable de consumir aproximadamente el 75% de los recursos naturales del planeta, lo que subraya la urgencia de encontrar alternativas más sostenibles. (Guimaraes, 2024) El reciclaje no solo permite reducir la extracción de materias primas, sino que también ofrece beneficios económicos y sociales, como la creación de empleos y la mejora en la gestión de residuos. (Ecoembes, 2024).

En Colombia, a pesar de los avances en el reciclaje de materiales de construcción, especialmente en el sector comercial, persisten desafíos significativos en su implementación en proyectos de vivienda. En el año 2022, aunque se observó un aumento en el uso de materiales reciclados, el sector de la construcción aún enfrenta barreras para la adopción generalizada de estas prácticas. Las empresas constructoras generan una cantidad considerable de residuos, y su correcta gestión es crucial para reducir el impacto ambiental. Sin embargo, solo un pequeño porcentaje de los residuos de construcción y demolición (RCD) se reciclan adecuadamente, lo que resalta la necesidad de adoptar enfoques más eficientes y responsables en el manejo de estos desechos.

La falta de implementación de materiales reciclados en la construcción de viviendas en Colombia no solo se debe a barreras tecnológicas, sino también a factores económicos y culturales. A pesar de que se estima que aproximadamente el 50% de los materiales generados en el sector de la construcción pueden ser reciclados, muchas empresas no se han decidido a adoptar estos materiales debido a la percepción de que pueden ser más costosos o menos eficientes. Este trabajo busca explorar las razones detrás de esta resistencia, basándose en investigaciones previas, para ofrecer soluciones prácticas que promuevan la integración de materiales reciclados en la construcción de viviendas. De esta manera, se espera contribuir a un sector más sostenible y responsable.

## Aplicación en la construcción de material RCD

El reciclaje de materiales en la construcción ofrece una serie de ventajas, tanto ecológicas como económicas. Además de reducir la cantidad de residuos en vertederos y minimizar la contaminación, el uso de materiales reciclados puede generar ahorros significativos en los costos de producción. Al mismo tiempo, promueve un modelo de desarrollo más circular, en el que los materiales no se desperdician, sino que se reutilizan en nuevas construcciones. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar un proyecto que implemente estos materiales en las empresas constructoras de vivienda en Colombia, ofreciendo alternativas que favorezcan la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos. Con ello, se busca incentivar un cambio hacia una construcción más verde, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.



**Ilustración 1 Porcentaje de uso de materiales reciclados en el sector constructivo. (Godoy, 2022)**

## **1 Planteamiento del problema**

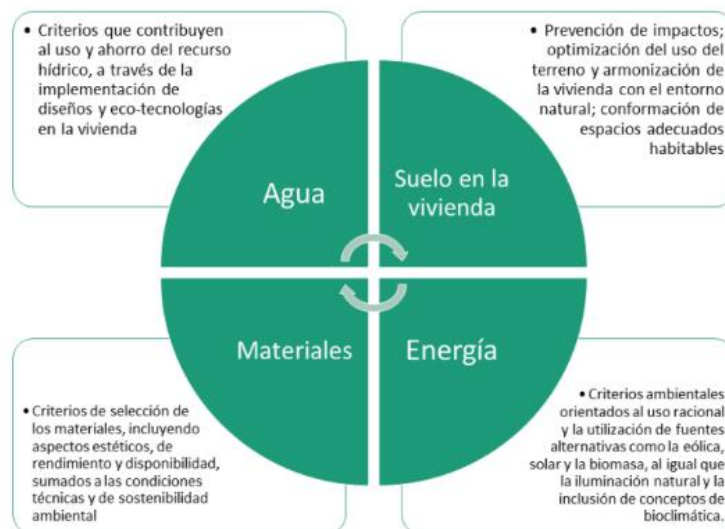
### **1.1 Descripción del problema**

En la actualidad una de las actividades humanas que genera mayor impacto ambiental es el sector o industria de la construcción, debido a la producción de grandes cantidades de residuos y el uso intensivo de los recursos naturales. Por ellos el desafío más grande que enfrenta la construcción de viviendas es la sostenibilidad sin perder su calidad, viabilidad económica y seguridad para sus proyectos.

Como una alternativa para mitigar los efectos negativos en el medio ambiente está la implementación del uso de los materiales reciclados en los procesos constructivos, pero aún se presentan inconvenientes en cuanto especificaciones técnicas, sociales, culturales y económicos que no ha permitido una buena adopción por parte de la comunidad.

En conclusión, el mayor problema se presenta en cómo implementar un proyecto que integre los materiales reciclados en los procesos constructivos con el objetivo de contribuir al desarrollo de una construcción más responsable con el medio ambiente.

Según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el sector de la construcción es uno de los más dinámicos en la economía colombiana, aportando más del 6.5 % al PIB nacional. Sin embargo, únicamente el 50 % de los materiales provenientes de este sector es aprovechado. Debido al potencial de aprovechamiento de los materiales, resulta importante estudiar y proponer soluciones alrededor del tema. (Unisabana, 2024)



**Ilustración 2 Componentes de una edificación sostenible (Minambiente, 2024)**

En la etapa de uso de la vivienda se generan otros impactos ambientales, derivados principalmente de los hábitos de consumo de agua y energía, razón por la cual, la mayor parte de las acciones para disminuir dichos impactos, deben estar orientadas a los usuarios mediante el desarrollo de campañas de ahorro y uso eficiente de agua y energía. Los criterios propuestos, son de aplicabilidad de carácter voluntario y ha sido ampliamente divulgada ante las autoridades ambientales, entes territoriales, gremios y demás actores interesados, incluyendo al Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, con quien actualmente, se trabaja de manera conjunta en la definición de criterios de sostenibilidad para implementación en viviendas de interés social VIS y viviendas de interés social prioritaria VIP. (Minambiente, 2024)

### **1.1.1 Norma técnica colombiana en el marco de edificaciones sostenibles**

En el marco del SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO – SAC, se han desarrollado conjuntamente entre MinAmbiente y el Organismo de Certificación, normas que guardan relación directa e indirecta con el proceso de desarrollo de edificaciones sostenibles. Con estos instrumentos se busca brindar a los consumidores información verificable, precisa y no engañosa sobre los aspectos ambientales de los productos empleados para tal fin, y así, estimular el

## Aplicación en la construcción de material RCD

mejoramiento ambiental de los procesos productivos y alentar la demanda y el suministro de productos (bienes y servicios) que impacten en menor medida al ambiente. (Minambiente, 2024)

### Sello Ambiental Colombiano

El producto identificado con Sello Ambiental Colombiano se caracteriza por:

- Hacer uso sostenible de los recursos que emplea (materia prima e insumos).
- Utilizar materias primas que no sean los ibas para el medio ambiente.
- Emplear procesos de producción que involucran menos energía o que hacen uso de fuentes de energía renovables.
- Considerar aspectos de reciclaje, reutilización o biodegradabilidad.
- Usar materiales de empaque preferiblemente reutilizables o biodegradables y en cantidades mínimas.
- Emplear tecnologías limpias o que generen menor impacto relativo sobre el ambiente.
- Indicar al consumidor la mejor forma para la disposición final.



### Ilustración 3 Parámetros para obtener sello ambiental (Minambiente, 2024)

Es de conocimiento público que los recursos naturales cada día son menos y que el calentamiento global es una razón para preocuparse, razón por la cual toma importancia el aprovechamiento de residuos. En Colombia, según información del reporte del 2021, son aproximadamente 11.9 millones de toneladas de residuos al año (Fernando Octavio Ortiz Marín, 2023)

A continuación, abordaremos los materiales que en la actualidad son reciclados y podrían ser aprovechados en el sector constructivo

#### 1.1.2 Muros

Como alternativa a las paredes convencionales, los ladrillos producidos a partir del reciclado de caucho y plásticos pueden presentar una reducción significativa de los costos de una construcción, además de que se ahorra tiempo si se diseñan para ser ensamblados por enclavamiento. Los ladrillos reciclados se han utilizado, por ejemplo, en viviendas sociales y en refugios de emergencia a largo plazo. (Caballero, 2020)

### **1.1.3 Pintura**

Un ejemplo de materiales de reciclaje para la producción de pintura es el poliestireno expandido (EPS o espuma de poliestireno, como se llama popularmente). Utilizado en edificios principalmente para el control acústico, el EPS (en forma de residuos) se ha utilizado como base para las pinturas desarrolladas por la empresa Idea-Tec. (Caballero, 2020)

### **1.1.4 Estructura**

Es posible reciclar los residuos de construcción y demolición para componer la materia prima de nuevas estructuras, como puede suceder, por ejemplo, con el hormigón. En su reciclaje, el material pasa por una etapa de molienda para que los fragmentos se clasifiquen según su tamaño, y luego se reutilizan. Los fragmentos de hormigón reciclado pueden utilizarse como un gran agregado en nuevas mezclas, o como componentes de gaviones. (Caballero, 2020)

### **1.1.5 Techos**

Una de las principales preocupaciones en el diseño y ejecución de un techo es su aislamiento, además de su resistencia y durabilidad. La impermeabilización de las placas a base de neumáticos reciclados demuestra que es posible cumplir los requisitos previstos en la composición de los tejados con el uso de material reciclado, además de ser rentable. Otras opciones son las tejas de tetra pak y las tejas de plástico reciclado. (Caballero, 2020)

### **1.1.6 Parques**

Los materiales gomosos o blandos son los más adecuados para los parques y las zonas de juego. Por lo tanto, el reciclaje de neumáticos y otros materiales engomados puede ser una buena solución para estos lugares. Además de su uso en la pavimentación, los materiales reciclados y reutilizados adquieren un carácter lúdico en los patios de recreo, ejercitando la imaginación y la

Aplicación en la construcción de material RCD

creatividad de los niños con las nuevas funciones posibles para esos materiales. (Caballero, 2020)

### **1.1.7 Pavimentos**

Las pruebas con envases, botellas y otros productos de plástico han demostrado la posibilidad de utilizarlos, después de reciclarlos, para pavimentar calles y ciclo vías. En el proceso habitual del asfalto, se requieren altas temperaturas para fundir los materiales, mientras que en el proceso que utiliza plástico reciclado, estas temperaturas se reducen, lo que significa un ahorro en el gasto de energía. (Caballero, 2020)

## **1.2 La pregunta de investigación**

¿Cómo desarrollar un proyecto implementando materiales reciclados en los procesos constructivos de empresas de construcción de vivienda?

## **1.3 Objetivo general**

- Formular un Proyecto para la incorporación de materiales a base de desechos reciclados en procesos de empresas del sector construcción civil

### **1.3.1 Objetivos específicos**

1. Analizar el uso de materiales derivados de desechos reciclados con el propósito de identificar sus ventajas y desafíos en el sector de la construcción civil.
2. Estudiar diversas metodologías de gestión de proyectos con el objetivo de definir una estrategia de implementación efectiva para la integración de materiales reciclados en procesos constructivos.

3. Formular un proyecto en el que se establezcan estrategias para la incorporación de materiales reciclados en los procesos de construcción, promoviendo su uso sostenible y eficiente.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

Los impactos ambientales que genera la industria de la construcción son notables y adicional a esto cabe recalcar que la materia prima y explotación de recursos hace que nos preocupemos ya que cada año se desechan millones de toneladas de materiales en las obras de construcción, lo que tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Por este motivo es útil descubrir cuáles son las prácticas que pueden hacer más sostenible y menos impactante el sector de la construcción. (Fausti, 2024)

Un estudio realizado por la Universidad de La Salle (2022), indica que en Colombia se producen alrededor de 22 millones de residuos de construcción y demolición. Estos desechos, según el Ministerio de Ambiente, representan entre el 35 y 40 por ciento de todos los residuos generados en el país y sólo el 20% con potencial para ser reciclados en el sector construcción son aprovechados.

Este panorama ha impulsado a actores de diferentes sectores a intensificar sus esfuerzos y generar nuevas propuestas que sean amigables con el medio ambiente. Se han implementado prácticas como el uso de materiales ecológicos, diseños energéticamente eficientes y una mejor gestión de residuos. Además, se han adoptado estándares de construcción sostenible, como las certificaciones LEED o EDGE (Excelencia en Diseño para Edificaciones Eficientes), con el fin de reducir la huella ambiental en el país. (Mendoza, 2024)

Es importante incentivar el uso de materiales reciclados en el sector constructivo ya que el impacto ambiental disminuiría notablemente, adicional a este podríamos obtener materiales a un menor valor y darle un valor agregado.

Se busca que los proveedores manejen materiales reciclado y realizar un comparativo para demostrar los valores económicos para incentivar de manera potencial el sector constructivo.

## 2 Marco de referencia

### 2.1 Marco de Antecedentes

La construcción sostenible ha emergido como una necesidad global ante los desafíos medioambientales y la escasez de recursos. La integración de materiales reciclados en la edificación se presenta como una de las principales estrategias para reducir el impacto ambiental y fomentar la economía circular. En este sentido, el estudio de los ECO Ladrillos con molienda de botellas de PET reciclado, abordado por (Escalada, 2019), destaca el potencial de estos materiales en la construcción de viviendas sustentables, especialmente en zonas como la Ciudad de Resistencia, Chaco. Estos ladrillos no solo disminuyen la acumulación de desechos plásticos, sino que también ofrecen propiedades como resistencia, durabilidad y aislamiento térmico, haciendo de ellos una opción accesible y económica para viviendas sustentables. A su vez, este enfoque coincide con los planteamientos de (Oliver, 2018) sobre los materiales reciclados y reutilizados en la arquitectura sostenible, que subraya su capacidad para reducir la huella de carbono, disminuir la demanda de recursos naturales y mejorar la eficiencia energética en la construcción.

Un ejemplo concreto de esta tendencia se encuentra en el aprovechamiento del PET reciclado en la construcción de viviendas rurales en Colombia, como se analiza en el estudio de (Marín, 2023). Este enfoque no solo responde a la problemática ambiental, sino que también presenta una solución económica para las comunidades rurales, donde el acceso a materiales tradicionales es limitado. Sin embargo, tanto en Colombia como en otras regiones, la implementación de materiales reciclados enfrenta desafíos técnicos y normativos, como la estandarización, la capacitación y la validación de su resistencia estructural, lo que requiere una constante innovación y adaptación en los procesos constructivos.

En relación con el concreto, otro material crucial en la construcción, el uso de residuos reciclados, como se describe en los estudios de (Feria, 2021) y (Reyes Naranjo, 2014), presenta una vía para mejorar tanto las propiedades del concreto como su impacto ambiental. El reciclaje de materiales como neumáticos, plásticos, vidrio y cenizas en la fabricación de concreto hidráulico permite reducir el uso de recursos naturales y promover la sostenibilidad, aunque la

## Aplicación en la construcción de material RCD

principal preocupación sigue siendo la resistencia y durabilidad de estos materiales para cumplir con las normativas de seguridad.

Los estudios consultados reflejan un patrón común: el uso de materiales reciclados en la construcción no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede generar ahorros económicos y mejoras a las propiedades térmicas y acústicas de las edificaciones. No obstante, la adopción generalizada de estos materiales enfrenta obstáculos relacionados con la falta de infraestructura adecuada, la ausencia de normativas claras y la necesidad de validación técnica. En este contexto, trabajos como el de (Castro, 2021) sobre el reciclaje en Colombia y el análisis de viabilidad en Piedecuesta (Hormiga, 2022) resaltan la importancia de la capacitación, la investigación y la mejora de la infraestructura local para garantizar el éxito de estas iniciativas.

Finalmente, al analizar estos trabajos a la luz de la presente investigación, se puede concluir que el uso de materiales reciclados en la construcción de viviendas sustentables es una estrategia viable y prometedora, tanto en términos económicos como ambientales. Sin embargo, para que su implementación sea efectiva, es fundamental superar los retos técnicos y normativos mencionados, lo que requiere un esfuerzo conjunto entre investigadores, autoridades y la industria de la construcción. La adopción de estos materiales contribuiría significativamente a la sostenibilidad de las viviendas y la reducción de la huella ambiental de la construcción, abriendo paso a una economía circular en el sector.

## 2.2 Marco Teórico

La sostenibilidad en la construcción se ha convertido en un tema clave en los últimos años, especialmente debido a la creciente preocupación por el impacto ambiental de la industria. El concepto de sostenibilidad en la construcción está basado en la minimización del impacto ambiental, la eficiencia en el uso de recursos y la promoción de la economía circular, que busca reducir el consumo de materias primas y los residuos generados en los procesos productivos. Estrategias como la reutilización y el reciclaje son fundamentales en esta transición hacia un modelo más sostenible (Segura, 2024) (Limpia, 2017).

En este contexto, los materiales reciclables desempeñan un papel crucial. Estos materiales, que pueden ser reintroducidos en los procesos productivos sin perder sus propiedades esenciales, incluyen el hormigón reciclado, plásticos reciclados, vidrio reciclado, madera

## Aplicación en la construcción de material RCD

reciclada y metales reciclados. Su uso no solo contribuye a la reducción de residuos, sino que también promueve el ahorro de recursos naturales, la mitigación del cambio climático y el impulso de la innovación tecnológica en el sector (Dong Li, 2020). Sin embargo, a pesar de los beneficios evidentes de los materiales reciclados, su implementación enfrenta varios desafíos. Uno de los principales obstáculos es la falta de normatividad en muchos países, que dificulta su adopción a gran escala (Kamyar Kabirifar, 2020). Además, los costos iniciales de inversión en tecnologías de reciclaje y la percepción de baja calidad de estos materiales siguen siendo barreras importantes para su aceptación (Belén Baptista, 2024), (Zhang Cui Hong, 2021). A esto se suma la resistencia al cambio en una industria tradicionalmente conservadora, lo que retrasa la adopción de nuevas prácticas constructivas (Eric A. Ohemeng, 2020).

A pesar de estos desafíos, existen ejemplos internacionales que demuestran cómo la integración de materiales reciclables en la construcción puede ser exitosa. En países como Alemania, Japón y los Países Bajos, el uso de estos materiales se ha convertido en una práctica común, respaldada por políticas públicas y avances tecnológicos (Kamyar Kabirifar, 2020). En América Latina, aunque la adopción de materiales reciclables aún es limitada, están surgiendo iniciativas locales que están generando cambios significativos. Un ejemplo claro de esto es el caso de la empresa colombiana Conceptos Plásticos, que desde 2011 ha estado desarrollando bloques plásticos reutilizados para la construcción de viviendas, buscando beneficiar tanto al medio ambiente como a las comunidades menos favorecidas (Republica, 2022). Este tipo de iniciativas refleja un esfuerzo por fusionar la sostenibilidad con el bienestar social, lo que resalta el potencial de la economía circular en la construcción.

# Aplicación en la construcción de material RCD

## SOSTENIBILIDAD EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



Fuente: CCCS, Sondeo LR, Dane / Gráfico: LR-AL

## COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

Grupos de costos	Peso (%)	Variación dic 2021 vs dic 2020
Materiales	66,05%	9,12%
Mano de obra	28,51%	3,02%
Maquinaria y equipo	5,44%	1,56%



## COMPROMISO EMPRESARIAL



### Ilustración 4 Sostenibilidad en materiales de construcción (Republica, 2022)

En Colombia, el sector de la construcción ha comenzado a dar pasos importantes hacia la sostenibilidad. Según un estudio del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el 35% de los proyectos residenciales en el país emplean materiales de bajas emisiones, y más del 40% de los proveedores de estos insumos cuentan con criterios de sostenibilidad avanzados (Republica, 2022). Estos avances, aunque aún limitados, muestran el potencial de cambio en la industria y la importancia de seguir fomentando la adopción de prácticas más sostenibles. Este tipo de transformaciones también es parte de un proceso más amplio en el que la industria de la construcción busca equilibrar su impacto ambiental con los beneficios económicos y sociales que genera, como la creación de empleo y la construcción de infraestructura esencial para el desarrollo de las ciudades (Concreto, 2024).

## ASÍ AVANZA EL PROGRAMA OBRAS POR IMPUESTOS



- Empresas vinculadas **158**
- Proyectos totales
  - 281
  - 161 municipios Pdet
  - 120 municipios Zomac

- Municipios beneficiados **158**
- Proyectos por fiducia **252**
- Proyectos por convenio **29**
- Total sectores
  - Educación **137**
  - Transporte **78**
  - Vivienda **32**

### EMPRESAS QUE HAN DESARROLLADO PROYECTOS



Fuente: Agencia de Renovación del Territorio / Gráfico: LR-AL

**Ilustración 5 Artículo sobre incentivación en impuestos (Republica, 2022)**

En conclusión, la transición hacia una construcción más sostenible, basada en el uso de materiales reciclables, presenta grandes beneficios tanto para el medio ambiente como para la sociedad. Aunque existen desafíos significativos, las experiencias internacionales y los avances en América Latina demuestran que es posible avanzar hacia un modelo de construcción más respetuoso con el entorno, siempre que se superen las barreras normativas, económicas y culturales que aún persisten.

### 2.3 Marco Normativo

El marco normativo colombiano en materia ambiental promueve la sostenibilidad en la construcción mediante diversas leyes y decretos. Que regulan la gestión de residuos y el reciclaje, mientras que otros fomentan la utilización de materiales reciclados en proyectos de infraestructura, a continuación, se presentan algunas de estas leyes y decretos:

Ley 99 de 1993: Esta ley establece los principios generales de la política ambiental en Colombia y crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA). En el contexto de la construcción, fomenta el uso sostenible de los recursos naturales y la implementación de estrategias de reciclaje.

Decreto 1076 de 2015: Conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, regula la gestión integral de residuos y establece lineamientos para el aprovechamiento de materiales reciclables en diferentes sectores, incluida la construcción.

Resolución 472 de 2017: Define los lineamientos para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Colombia. Obliga a las empresas constructoras a implementar planes de gestión de RCD, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales.

Ley 1715 de 2014: Aunque centrada en energías renovables, esta ley fomenta la sostenibilidad en proyectos de infraestructura, incentivando la utilización de materiales reciclados para reducir el impacto ambiental.

Norma Técnica Colombiana (NTC) 5324: Establece los requisitos para la utilización de agregados reciclados en mezclas de concreto, garantizando que cumplan con los estándares de calidad y seguridad para su uso en la construcción.

Ley 142 de 1994: Regula los servicios públicos domiciliarios y establece responsabilidades para la gestión de residuos sólidos, incluyendo los provenientes de la construcción, incentivando su reaprovechamiento.

Decreto 2041 de 2014: Regula las licencias ambientales, incluyendo las actividades de extracción de materiales de construcción. Incentiva el uso de materiales reciclados como alternativa a la explotación de recursos naturales.

## Aplicación en la construcción de material RCD

Plan Nacional de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (2017): Este plan establece metas para reducir la generación de RCD y fomentar su aprovechamiento. Incluye estrategias de capacitación, sensibilización y creación de infraestructura para el reciclaje.

Ley 850 de 2003: Promueve las veedurías ciudadanas para supervisar proyectos constructivos, incluyendo el cumplimiento de normativas sobre el manejo de residuos y la utilización de materiales reciclados.

Conpes 3874 de 2016: Este documento de política económica promueve la economía circular en diferentes sectores, incluyendo la construcción, al incentivar el reciclaje y la reutilización de materiales.

El marco normativo colombiano fomenta la sostenibilidad en la construcción mediante diversas leyes y reglamentos. La Ley 99 de 1993 establece principios ambientales y crea el SINA, promoviendo el uso sostenible de recursos. Complementando, el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 472 de 2017 regulan la gestión de residuos y obligan a las empresas a implementar planes para reciclar materiales de construcción. Normas como la NTC 5324 garantizan la calidad de agregados reciclados. Además, la Ley 1715 de 2014 y el Conpes 3874 de 2016 integran estrategias de economía circular y sostenibilidad. Estas regulaciones refuerzan la importancia del reciclaje, optimización de recursos y cumplimiento normativo, incentivando prácticas responsables en la industria constructiva.

## 3 Metodología

### 3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto sobre la aplicación de materiales reciclables en el sector de la construcción presenta características que lo hacen idóneo para desarrollarse bajo un enfoque cuantitativo, tal como lo plantean Hernández, Fernández y Baptista (Roberto Hernández Sampieri, 2016). Este enfoque se basa en la recopilación y análisis sistemático de datos numéricos, lo que permite establecer relaciones entre variables y probar hipótesis específicas. En este caso, las variables clave incluyen los costos asociados al uso de materiales reciclables y su impacto en la eficiencia energética. El diseño de la investigación no es experimental y transversal, ya que se recolectarán

## Aplicación en la construcción de material RCD

datos en un solo momento sin manipular las variables, enfocándose en describir y analizar tendencias o correlaciones existentes. Además, se realizarán una encuesta estructurada, lo que garantiza una medición objetiva y precisa. Este enfoque permite obtener resultados replicables y generalizables, fundamentales para evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del uso de materiales reciclables en el sector de la construcción.

En cuanto al alcance temático, la investigación aborda temas como la economía circular, la sostenibilidad ambiental en la construcción, la caracterización de materiales reciclables y sus aplicaciones en proyectos constructivos. Así mismo, se cuantifican las reducciones en emisiones de carbono, costos y residuos logrados mediante el uso de estos materiales.

El estudio se centra en proyectos desarrollados por profesionales relacionados con gerencia de proyectos ubicados en las ciudades de: Bogotá, Manizales y Cali.

### **3.2 Población y muestra**

#### **3.2.1 Definición de la población**

En esta ocasión para establecer la población de estudio de la investigación se optó por buscar a los ingenieros civiles y algunas profesionales de las ramas del área ambiental y seguridad y salud en el trabajo que participan activamente en proyectos donde se incorporan materiales reciclables o tienen experiencia en el uso de estos en sus actividades profesionales, que en total son 40 profesionales.

A continuación, se presentan algunas de las características que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar la población objeto de estudio:

- **Profesión y experiencia:** Incluye ingenieros civiles que trabajan en el sector de la construcción de edificaciones de uso residencial, comercial, industrial entre otros, con experiencia mínima de dos años en el sector.
- **Ubicación geográfica:** Este estudio se centra en las ciudades de Bogotá y Cali.

### 3.2.2 Cálculo y selección de la muestra.

Teniendo en cuenta la población objeto de estudio se determinó que el tipo de muestra que se va utilizar es el probabilístico por conglomerados.

Para la investigación utilizaremos una muestra aproximadamente de 40 personas las cuales están distribuidas en tres subgrupos de la siguiente manera, ingenieros civiles, ingenieros ambientales y profesionales en seguridad y salud en el trabajo.

Para el cálculo del tamaño de la información se tiene la siguiente formula

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q *}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

N= Población

n= muestra

p= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

Z= nivel de confianza

e= Error muestral

N= 40 personas

p= 0.5

q= 0.5

Z= 1.645 (90%)

e= 0.10

$$n = \frac{40 * (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.10)^2(40 - 1) + (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 25.37$$

Aproximadamente

$$n = 26$$

## Aplicación en la construcción de material RCD

El tamaño de la muestra es de 26 personas, teniendo una probabilidad del 90% y un margen de error del 0,10%.

De los 26 encuestados, la distribución por subgrupos es de la siguiente manera:

- 4 INGENIERO SST
- 22 INGENIEROS CIVILES

Como criterios de inclusión y exclusión tenemos profesionales con mínimo dos años de experiencia en el sector de construcción de edificaciones.

### **3.3 Instrumento(s)**

Las encuestas son una herramienta poderosa para obtener información precisa y relevante de manera sistemática y eficiente. Se realizó una encuesta simple con preguntas cerradas de selección múltiple con el objetivo de identificar la percepción de los actores clave sobre el uso de materiales reciclables en la construcción, ya que con esto se pueden obtener datos sobre el nivel de aceptación, conocimiento y disposición para utilizar estos materiales en proyectos de construcción.

Por otro lado, se busca determinar las barreras y oportunidades para la implementación de materiales reciclables, teniendo en cuenta las principales limitaciones técnicas, económicas y sociales que dificultan su uso, así como identificar posibles ventajas competitivas, de igual manera se evalúa el nivel de conocimiento y prácticas actuales para cuantificar el interés en integrar materiales reciclables en los futuros proyectos constructivos.

El instrumento tipo encuestas cerradas sirve como instrumento que facilita la recolección, análisis y comparación de datos de manera eficiente, facilitando la estandarización en las respuestas para realizar un análisis estadístico fácil y rápido.

### **3.4 Descripción de procedimientos**

Para la recolección de información se empleó la modalidad de cuestionario electrónico donde se incluyeron preguntas de carácter técnico y descriptivo con el fin de evaluar percepciones, conocimientos y experiencias relacionadas con el uso de materiales reciclables en la construcción, a continuación, se describen los pasos que se realizaron:

Se realizó el diseño de la encuesta basada en preguntas sobre el uso de materiales reciclados en la construcción con el fin de obtener resultados acordes a los objetivos del proyecto.

Se utilizó la herramienta Google forms para crear, configurar y personalizar las preguntas y sus respectivas respuestas diseñadas para la encuesta.

Se realizó la clasificación del tamaño de la muestra para seleccionar los profesionales a los cuales se les iba a realizar la encuesta.

El día 15 de noviembre de 2024, se enviaron las encuestas vía correo electrónico a los profesionales seleccionados (4 ingenieros SST y a los 22 ingenieros civiles).

Se utilizó la herramienta google sheets para organizar los datos obtenido de las respuestas de la encuesta.

### **3.5 Análisis de información**

Se utilizó la herramienta google sheets para generar gráficos de barras y tipo pasteles donde se observó los porcentajes y tendencias de acuerdo a las respuestas.

Se utilizó la herramienta JASP para realizar un análisis estadístico y obtener un mejor resultado de la investigación.

Se utilizó la herramienta de Excel para realizar tablas donde se pueden ver las respuestas en función del número de profesionales que contestó cada pregunta.

Con toda la información antes mencionada se obtuvieron los resultados que se analizaron utilizando los gráficos de barras, tipo pasteles y las tablas para determinar los resultados.

### **3.6 Consideraciones éticas**

#### **3.6.1 Análisis de consideraciones éticas**

Por ser participantes activos dentro del proceso de investigación, se pueden encontrar personas que se vean afectadas dentro del desarrollo de la investigación y por esto es necesario realizar compromisos profesionales en el cual se evidencie la transparencia, y el oportuno manejo de la información y el buen uso de los recursos que sean facilitados.

Es por esto que se pondrán en consideración los siguientes compromisos:

Siendo coherentes con la normatividad y haciendo cumplimiento con la ley 23 de 1982 con modificaciones en la ley 1403 de 2010, las cuales hacen referencia a los derechos de autor, Se citarán todas las referencias bibliográficas para respetar y hacer cumplimiento de esta ley.

Dentro de la investigación se realizará una recolección de información, no solo de las encuestas realizada, sino también de otras universidades que tienen procesos investigativos, es por eso que toda esta información será confidencial y solo se hará uso de ella para la investigación que se está adelantando de lo contrario se custodiará de forma tal que no se pueda ser manipulada para otras actividades.

A continuación, se enuncian los artículos que hacen referencias a los derechos de autor tanto de la ley constitucional como del reglamento estudiantil que rige a la institución.

En el reglamento estudiantil en el Artículo 103. Faltas disciplinarias. En el contexto señalado en el artículo anterior, se considerará como falta disciplinaria, cualquiera de las siguientes conductas:

f). Cometer fraude en cualquier documento, trabajo, prueba o actividad académica o institucional o colaborar en la comisión del fraude por otra persona. Se consideran fraude académico, entre otras, las siguientes conductas:

Copiar total o parcialmente en exámenes, pruebas, tareas y demás actividades académicas.

## Aplicación en la construcción de material RCD

Usar citas o referencias falsas, o en forma que induzcan a engaño o error sobre su contenido, autoría o procedencia.

Presentar como propia la totalidad o parte de una obra, trabajo, Documento o invención realizado por otra persona.

Presentar datos que no correspondan con la realidad o que hayan sido alterados en una actividad académica o institucional. (Uniminuto, 2024)

En la ley 23 de 1982 con modificaciones en la ley 1403 de 2010, en el artículo 3, Adicionado por Art. 68, Ley 44 de 1993. Los derechos de autor comprenden para sus titulares las facultades exclusivas:

a. De disponer de su obra a título gratuito u oneroso bajo las condiciones lícitas que su libre criterio les dicte.

b. De aprovecharla, con fines de lucro o sin él, por medio de la imprenta, grabado, copias, molde, fonograma, fotografía, película cinematográfica, videograma, y por la ejecución, recitación, representación, traducción, adaptación, exhibición, transmisión, o cualquier otro medio de reproducción, multiplicación, o difusión conocida o por conocer.

c. De ejercer las prerrogativas, aseguradas por esta Ley en defensa de su "derecho moral", como se estipula en el Capítulo II, Sección Segunda, artículo 30 de esta Ley. (Colombia, 1982).

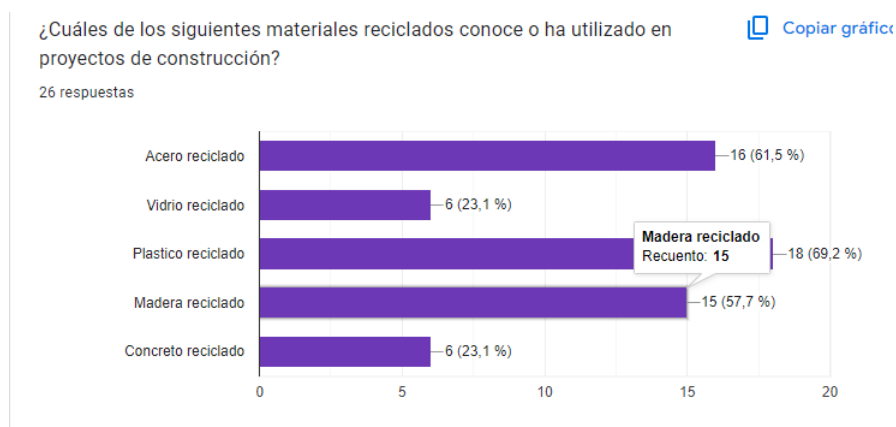
### **3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización**

El instrumento de aceptación y autorización se encuentra en el anexo 09.

## 4 Resultados

### 4.1 Análisis de materiales derivados de desechos reciclados

A continuación, se relacionan las preguntas y sus respectivas respuestas realizadas en la encuesta con el fin de identificar sus ventajas y desafíos sobre el uso de materiales reciclados en la construcción:



**Ilustración 6 Resultado pregunta número 1**

De la anterior encuesta se logró identificar que los materiales más conocidos o con el cual están familiarizado en el sector de la construcción es el acero y plástico reciclado, esto se debe a que el acero es un material totalmente reciclable que se obtiene con la misma calidad y características que el original, por otro lado, el plástico es un material que dentro de la industria es el que más facilidad tienen para reciclar.

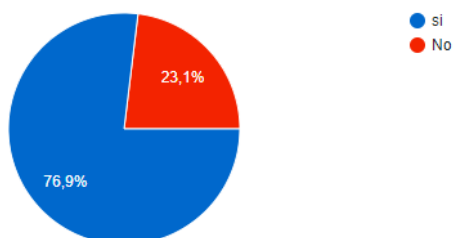
También se obtuvieron resultados de materiales de conocimiento o uso medio como lo es la madera reciclada, aunque es muy conocida o utilizada dentro de la industria podría deducirse que presenta limitaciones en disponibilidad o garantía en su calidad después de ser reciclada.

Por último, se evidenció que los materiales menos usados son el vidrio y el concreto reciclado siendo el concreto un material que puede reemplazar material pétreo para mejoramiento de las vías y obras de contención.

## Aplicación en la construcción de material RCD

¿ Esta familiarizado con el uso de materiales reciclados en la construcción?

26 respuestas

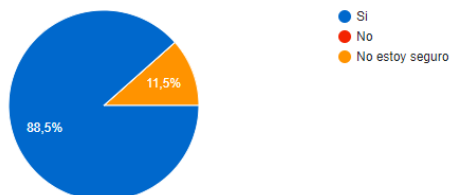


### Ilustración 7 Resultado pregunta número 2

De acuerdo a los resultados obtenidos se logró determinar que aproximadamente el 77% de las personas encuestadas están familiarizados con el uso de los materiales reciclados en el sector de la construcción, por otro lado, el 23% de las personas no tienen el conocimiento basado sobre el uso de los materiales reciclados.

¿Considera que el uso de materiales reciclados en la construcción es una practica importante?

26 respuestas



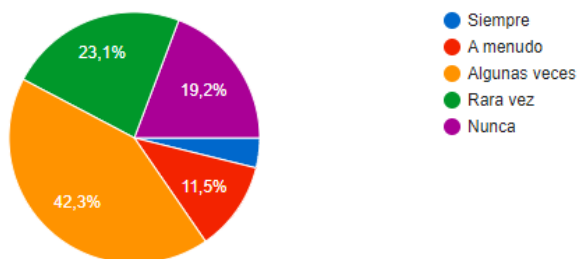
### Ilustración 8 Resultado pregunta número 3

De acuerdo a lo anterior el 88.50% considera que el uso de material reciclado en el sector de la construcción es un practica importante para la mitigación de explotación de recursos naturales, por el contrario, el 11.50% de las persones encuestadas no está seguro si la práctica del uso de materiales sea importante en el sector, por lo que se evidencio un desconocimiento de lo bueno que puede generar el reciclar y reutilizar en término del beneficio para el medio ambiente.

## Aplicación en la construcción de material RCD

¿ Su empresa o la empresa en la que trabajan utiliza materiales reciclados en los proyectos de construcción?

26 respuestas



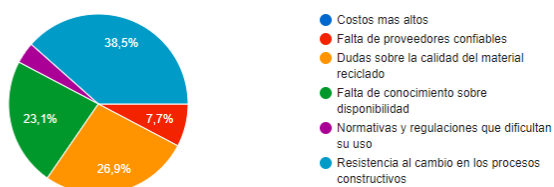
### Ilustración 9 Resultado pregunta número 4

Con respecto a las respuestas sobre el uso de los materiales reciclados en las empresas propias o en las donde ejercen actualmente se obtuvo que el 3.90% lo usan siempre, el 11.50% lo usa a menudo, el 42.30% los usan algunas veces y el 23.10% los usan rara vez, por lo que se observa que en la actualidad no es muy común el uso de material reciclado y puede ser por la falta de regulación normativa o la poca percepción de calidad, por otra parte se obtuvo que el 19.20 % nunca lo ha usado el cual es un porcentaje bastante significativo ya que la falta de publicidad para que más personas conozcan los beneficios económicos a la hora de realizar construcciones garantizando la calidad de obra.

¿Qué barreras encuentra su empresa para utilizar mas material reciclados en la construcción?

[Copiar gráfico](#)

26 respuestas



### Ilustración 10 Resultado pregunta número 5

Con los resultados obtenidos sobre las barreras que puede encontrar una empresa para utilizar más materiales reciclados en el sector de la construcción se tiene que el 38.50% de las personas encuestadas presentan una resistencia al cambio en los procesos constructivos, esto se debe a la falta de regulación normativa y estándares de calidad que garantices la calidad de los materiales usados con respecto a los materiales nuevos.

## Aplicación en la construcción de material RCD

¿Cuáles de los siguientes materiales reciclados conoce o ha utilizado en proyectos de construcción?	Esta familiarizado con el uso de materiales reciclados en la construcción	de materiales reciclados en la construcción es una practica importante?	empresa en la que trabajan utiliza materiales reciclados en los proyectos de	Qué barreras encuentra su empresa para utilizar mas material reciclados en la construcción?
acero reciclado,madera reciclado,concreto reciclado	si	algunas veces	Algunas veces	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
madera reciclado	si	si	nunca	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
acero reciclado,madera reciclado,plastico reciclado,vidrio re	si	si	nunca	Dudas sobre la calidad del material reciclado
Vidrio reciclado, plastico reciclado	no	si	Algunas veces	Normativas y regulaciones que dificultan su uso
acero reciclado,concreto reciclado	si	si	a menudo	Dudas sobre la calidad del material reciclado
acero reciclado,plastico reciclado,madera reciclado	si	si	Algunas veces	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
plastico reciclado,madera reciclado	si	si	siempre	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
acero reciclado,plastico reciclado,madera reciclado	no	no estoy seguro	a menudo	Dudas sobre la calidad del material reciclado
Acero reciclado, plastico reciclado	si	si	rara vez	Falta de proveedores confiables
plastico reciclado,madera reciclado	si	si	nunca	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
Acero reciclado, plastico reciclado vidrio reciclado,madera r	si	si	Algunas veces	Dudas sobre la calidad del material reciclado
plastico reciclado	no	si	rara vez	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
plastico reciclado	si	si	nunca	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
plastico reciclado,madera reciclado	si	si	rara vez	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
Acero reciclado	no	si	rara vez	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
plastico reciclado,madera reciclado	si	si	Algunas veces	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
plastico reciclado,madera reciclado	si	si	Algunas veces	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
concreto reciclado	no	si	nunca	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
acero reciclado,plastico reciclado,concreto reciclado	si	no estoy seguro	Algunas veces	Falta de proveedores confiables
Acero reciclado, Vidrio reciclado, plastico reciclado	si	si	Algunas veces	Dudas sobre la calidad del material reciclado
acero reciclado,plastico reciclado,madera reciclado	si	si	Algunas veces	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
Acero reciclado, Vidrio reciclado, plastico reciclado,madera r	si	si	a menudo	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
acero reciclado	no	si	rara vez	Falta de conocimiento sobre disponibilidad
acero reciclado,concreto reciclado	si	no estoy seguro	rara vez	Dudas sobre la calidad del material reciclado
Acero reciclado, Vidrio reciclado, madera reciclado, concret	si	si	Algunas veces	Resistencia al cambio en los procesos constructivos
acero reciclado,plastico reciclado,madera reciclado	si	si	Algunas veces	Dudas sobre la calidad del material reciclado

### Ilustración 11 Consolidado total de las preguntas

El análisis de los resultados de la encuesta refleja una percepción positiva del uso de materiales reciclados en la construcción, siendo los más conocidos el acero y el plástico. El acero es un material ampliamente aceptado porque se puede reciclar completamente sin pérdida de calidad, y el plástico es un material ampliamente aceptado porque es fácil de procesar y tiene una amplia gama de aplicaciones. Sin embargo, a pesar de ser conscientes de sus beneficios, su uso regular aún es limitado, pues sólo una pequeña proporción (3,9%) las utiliza siempre en sus proyectos, mientras que la mayoría las utiliza de forma irregular o poco frecuente. Esto demuestra que, si bien el 88,5% de los encuestados reconoce la importancia del reciclaje en la reducción del uso de recursos naturales, su implementación diaria enfrenta importantes obstáculos. Los materiales menos utilizados, como la madera reciclada, el vidrio y el hormigón reciclado, enfrentan desafíos como una oferta limitada, una menor calidad percibida y una falta de regulaciones claras. En el caso del hormigón reciclado, si bien tiene aplicaciones potenciales en proyectos de infraestructura, su baja resistencia y falta de estándares regulatorios dificultan su adopción. Además, la madera reciclada enfrenta problemas estéticos y de durabilidad, mientras que el vidrio reciclado es costoso de procesar.

El 38,5% de los encuestados señaló que un obstáculo importante es que los cambios en los procesos de construcción se ven obstaculizados por la falta de regulaciones y estándares de calidad que garanticen que la gente crea que los materiales reciclados son superiores a los materiales nuevos. Esto, combinado con la falta de promoción efectiva de sus beneficios económicos y ambientales, ha limitado su adopción. Para superar estas barreras es necesario

## Aplicación en la construcción de material RCD

implementar estrategias de concientización, desarrollar regulaciones claras y promover políticas públicas que incentiven a la industria a utilizar materiales reciclados.

### **4.2 Cuadro comparativo de metodologías de gerencia de proyectos para la integración del uso de materiales reciclados en la construcción.**

En el siguiente cuadro comparativo se realizó un análisis de las metodologías en gerencia de proyectos, con el fin de determinar la más adecuada en la integración del uso de materiales reciclados en la construcción.

La gestión de proyectos de construcción debe incorporar enfoques de sostenibilidad eficaces, como el uso de materiales reciclados. Scrum, PMBOK y Coachally ofrecen diferentes enfoques: desde ágil y estructural hasta el desarrollo de personas. Cada enfoque aborda desafíos y oportunidades para promover prácticas sostenibles, adaptarse a las necesidades de la industria y al mismo tiempo aumentar la eficiencia, la innovación y la responsabilidad ambiental.

Aplicación en la construcción de material RCD

Metodología	Descripción General	Aplicación en la Gestión de Proyectos	Integración del Uso de Materiales Reciclados en la Construcción	Ventajas	Desafíos
<b>Scrum</b>	Marco ágil enfocado en entregas incrementales y trabajo colaborativo mediante Sprints. Ideal para proyectos en entornos dinámicos y cambiantes.	Define roles como Product Owner, Scrum Master y equipo de desarrollo para garantizar avances continuos mediante iteraciones cortas y revisiones frecuentes.	Puede usarse para gestionar la incorporación gradual de materiales reciclados. Cada Sprint puede incluir tareas como investigación de proveedores, implementación piloto o formación del equipo en reciclaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptabilidad a cambios.</li> <li>- Entregas rápidas y frecuentes.</li> <li>- Fomenta la innovación y el aprendizaje continuo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere equipos altamente comprometidos.</li> <li>- No es ideal para proyectos con requisitos fijos y detallados desde el inicio</li> </ul>
<b>PMBOK</b>	Guía estandarizada del Project Management Institute (PMI) que abarca 10 áreas de conocimiento, como integración, alcance, tiempo y riesgos.	Aplicación estructurada y sistemática de herramientas y procesos para gestionar proyectos de manera predecible y eficiente.	Permite planificar el uso de materiales reciclados desde la etapa inicial del proyecto, integrándolos en áreas como gestión de adquisiciones, calidad y sostenibilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura sólida y bien documentada.</li> <li>- Facilita la gestión de riesgos y alcance.</li> <li>- Compatible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser rígido en entornos muy dinámicos.</li> <li>- Requiere experiencia y certificaciones específicas</li> </ul>

Aplicación en la construcción de material RCD

				con proyectos complejos.	
<b>Coachally</b>	Metodología basada en coaching ágil, enfocada en potenciar habilidades humanas y fomentar la colaboración para lograr los objetivos del proyecto.	Promueve el desarrollo personal y del equipo a través de sesiones de coaching, ayudando a alinear valores y objetivos con los del proyecto.	Facilita la sensibilización del equipo sobre la importancia del uso de materiales reciclados, promoviendo un cambio cultural y alineación con los objetivos de sostenibilidad.	- Mejora la cohesión y el compromiso del equipo. - Fomenta una cultura de aprendizaje y colaboración. - Adaptable a cualquier tipo de proyecto.	- Puede ser subjetivo y depender de la calidad del coach. - Menor énfasis en herramientas técnicas de gestión de proyectos.

(Sutherland, 2020), (Senapatia, 2023), (Juan David Ramírez Avellaneda, 2023)

**Tabla 1 Cuadro comparativo metodologías gerencia de proyectos**

Scrum es el método más adecuado para integrar materiales reciclados en la construcción debido a su enfoque ágil y adaptable. Su estructura basada en sprints permite un cambio incremental, fomenta la innovación y permite ajustes rápidos de la estrategia en función de los resultados. También promueve la colaboración y el aprendizaje continuo, que son esenciales para abordar los desafíos de sostenibilidad en proyectos dinámicos.

### **4.3 Estructura de la metodología SCRUM estableciendo una estrategia para la incorporación de materiales reciclados en los procesos de construcción**

#### **4.3.1 Inicio del proyecto (sprint 0)**

**Descripción:** Esta etapa sienta las bases del proyecto y garantiza una comprensión común de los objetivos y el marco.

**Identificar los objetivos clave:** definir claramente cómo el uso de materiales reciclados contribuye a los objetivos de sostenibilidad y eficiencia económica del edificio.

**Cree un backlog:** enumere tareas como seleccionar materiales reciclados, evaluar regulaciones, analizar costos y capacitar a su equipo.

**Crea un equipo Scrum:** incluye expertos en sostenibilidad, proveedores de materiales reciclados y miembros clave de la empresa constructora.

**Taller de lanzamiento:** alinee las expectativas de las partes interesadas y del equipo para que todos comprendan los beneficios y desafíos del proyecto.

**Beneficios:** Define una dirección clara y mantiene a todos los participantes en el mismo nivel.

#### **4.3.2 Planificación del sprint**

**Descripción:** Define tareas específicas a completar durante el sprint y prioriza aquellas que agregan más valor al proyecto. detalles:

**Priorizar tareas:** por ejemplo, priorizar la investigación de proveedores locales de materiales reciclados para asegurarse de que estén en stock.

**Establezca objetivos mensurables:** establezca resultados específicos, como identificar al menos tres proveedores o evaluar la calidad de un material reciclado específico.

Aplicación en la construcción de material RCD

**Define historias de usuario:** crea descripciones simples como: "Como constructor, me gustaría saber cuánto cuesta el hormigón reciclado para evaluar su viabilidad económica".

**Ventaja:** Descubra lo que debe hacerse en el corto plazo.

**Desafío:** La priorización puede resultar difícil cuando las tareas son igualmente importantes.

### 4.3.3 Ejecución del sprint

**Descripción:** Las actividades planificadas en un sprint se llevan a cabo para alcanzar los objetivos establecidos.

**Contactar a los proveedores:** Solicite cotizaciones, evalúe certificados y recopile datos sobre la disponibilidad de materiales reciclados.

**Prueba piloto:** utilizar una pequeña cantidad de material reciclado en un proyecto específico para evaluar su desempeño.

**Registrar resultados:** Registrar datos sobre costos, calidad y aceptación del equipo de construcción.

**Reunión diaria de Scrum:** revise el progreso, resuelva obstáculos y ajuste las tareas según sea necesario. Ventajas: Promueve un enfoque práctico y colaborativo.

**Ventaja:** Promueve un enfoque práctico y colaborativo.

**Desafío:** Puede haber retrasos si surgen problemas inesperados con proveedores o normativas.

### 4.3.4 Revisión de sprint

**Descripción:** Los resultados del Sprint se presentan al propietario del producto y a otras partes interesadas para recopilar comentarios y planificar los próximos pasos.

Aplicación en la construcción de material RCD

**Mostrar avances:** Mostrar prototipos, estudios de casos o colecciones de materiales reciclados. **Obtener retroalimentación:** escuche los comentarios sobre la prueba piloto, incluidas inquietudes o sugerencias de mejoras.

**Actualizar el backlog del producto:** incluir nuevas tareas o ajustar las existentes según la experiencia.

**Ventaja:** Promueve la transparencia y la participación activa de las partes interesadas.

**Desafío:** Se necesita una comunicación clara para que las partes interesadas comprendan los resultados.

#### 4.3.5 Retrospectiva del Sprint

**Descripción:** Evalúa el desempeño del equipo y el proceso durante el Sprint para identificar mejoras.

**Evaluar qué funcionó y qué no:** Reflexionar sobre los aspectos positivos y los desafíos enfrentados en el Sprint.

**Proponer mejoras:** Por ejemplo, mejorar la comunicación con proveedores o ajustar el cronograma para pruebas piloto.

**Definir acciones concretas:** Implementar cambios como asignar más recursos a tareas críticas.

**Ventaja:** Mejora continuamente la eficiencia del equipo y la calidad del proyecto.

**Desafío:** Requiere honestidad y apertura por parte del equipo para abordar problemas.

#### 4.3.6 Entrega Final e Implementación Global

**Descripción:** Los resultados finales del proyecto se implementan a mayor escala y se comparten con todos los stakeholders.

## Aplicación en la construcción de material RCD

**Crear manuales y guías:** Documentar procesos exitosos para estandarizar el uso de materiales reciclados en futuros proyectos.

**Monitorear resultados:** Implementar sistemas para evaluar continuamente el impacto del uso de materiales reciclados en costos, calidad y sostenibilidad.

**Promover resultados:** Compartir los logros del proyecto con el público, entidades regulatorias y socios comerciales.

**Ventaja:** Escala el impacto positivo del proyecto y fortalece la reputación de la empresa.

**Desafío:** Requiere un esfuerzo adicional para garantizar la sostenibilidad y el cumplimiento normativo a largo plazo.

Los análisis detallados muestran que Scrum proporciona un marco eficaz para abordar la complejidad del uso de materiales reciclados en la construcción. Cada etapa permite la adaptación a los retos del proyecto, promoviendo la innovación, la sostenibilidad y la colaboración.

## Conclusiones

El análisis del uso de materiales reciclados en la construcción civil muestra una actitud positiva hacia sus ventajas, ya que el acero y el plástico reciclados destacan por su calidad, facilidad de procesamiento y versatilidad. Sin embargo, su uso cotidiano aún está limitado debido a obstáculos como la falta de normativa clara, la baja calidad y la resistencia a los cambios en los procesos constructivos tradicionales. Los materiales menos utilizados, como el vidrio, la madera y el hormigón reciclado, enfrentan barreras adicionales relacionadas con el suministro limitado, los altos costos y cuestiones técnicas como la durabilidad y los estándares inconsistentes. A pesar del potencial del hormigón en ciertos proyectos, como obras de infraestructura, estos factores dificultan su implementación. Superar estas barreras requiere una estrategia integral que incluya campañas de información sobre los beneficios económicos y ambientales, regulaciones que respalden la calidad y políticas públicas que fomenten el reciclaje.

La metodología Scrum es la más adecuada para implementar estrategias de materiales reciclados en la construcción debido a su enfoque ágil, iterativo y colaborativo que puede adaptarse a los desafíos únicos de un proyecto. Scrum alienta a todas las partes interesadas, incluidos expertos en sostenibilidad, proveedores y constructores, a participar activamente, garantizando que todas las fases del proyecto se lleven a cabo de forma transparente y eficiente. Su estructura basada en sprints permite resolver problemas complejos, como la percepción de calidad o la falta de gestión, a través de ciclos de mejora continua. Además, las revisiones y retrospectivas frecuentes ayudan a asimilar el aprendizaje, lo que permite realizar ajustes rápidos en los procesos y resultados. Al fomentar la priorización basada en el impacto de las tareas, Scrum garantiza que los recursos se concentren en actividades clave, como validar el material y enseñar sus beneficios. Esto no sólo promueve el desarrollo sostenible, sino que también crea un marco repetible para futuros trabajos de ingeniería.

La metodología Scrum para un proyecto de reciclaje de construcción con materiales reciclados detalla su capacidad para gestionar eficazmente procesos complejos y dinámicos. Cada paso, desde el inicio del proyecto hasta la entrega final, está diseñado para fomentar la colaboración, la transparencia y la adaptabilidad. La planificación anticipada permite establecer objetivos claros y alinear equipos, mientras que los sprints permiten completar tareas prioritarias

## Aplicación en la construcción de material RCD

de forma gradual y con un propósito. Las reuniones diarias promueven una comunicación fluida y la resolución inmediata de problemas, mientras que las revisiones y retrospectivas garantizan mejoras continuas del proceso. Este enfoque también permite abordar desafíos específicos asociados con el uso de materiales reciclados, como la calidad percibida, la falta de regulación y la resistencia al cambio, a través de estrategias como la revisión y priorización continua. Este enfoque estructurado y flexible no sólo optimiza la integración de materiales reciclados en el edificio, sino que también sienta las bases para replicar y ampliar el modelo en futuros proyectos, promoviendo el desarrollo sostenible y la innovación en el campo.

Desarrollar un programa para incorporar materiales reciclados en el proceso de construcción de viviendas requiere un enfoque estratégico y flexible que elimine las barreras existentes y aproveche los beneficios de estos materiales. El método Scrum se convierte en una herramienta ideal para gestionar este tipo de proyectos, garantizando una colaboración efectiva, una adaptación continua y la priorización de las tareas importantes. A través de ciclos iterativos, se pueden validar materiales, sensibilizar a los actores de la industria y superar desafíos como la falta de regulación o las percepciones de menor calidad. Este enfoque no sólo ayudará a introducir gradualmente materiales reciclados, sino que también ayudará a desarrollar modelos reproducibles, promover la sostenibilidad y la innovación en el sector de la construcción civil y alinear los objetivos comerciales con los compromisos ambientales.

## Referencias

- Ballesteros, J. A. (2022). *Universidad de Santander*. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/e394d934-da3e-4ccc-9a06-6512116bc5e8>
- Belén Baptista, N. T. (2024). Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Transformando-la-construccion-en-America-Latina-y-el-Caribe-digitalizacion-e-innovacion-como-claves-para-la-sostenibilidad.pdf>
- Caballero, P. (27 de 07 de 2020). *ARCH DAILY*. Obtenido de ARCH DAILY: <https://www.archdaily.co/co/943885/8-posibles-maneras-de-utilizar-los-materiales-reciclados-en-la-arquitectura-y-el-urbanismo>
- Caijun Shi, K. Z. (Diciembre de 2007). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344907000560>
- Castro, J. D. (2021). *Ciencia Unisalle* . Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/74e6f721-e978-445e-b946-de6aab75cc87/content>
- Cecar. (2024). *Cecar*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://repositorio.cecar.edu.co/server/api/core/bitstreams/067941ac-2673-4ffe-a831-6bb43ea5b905/content>
- circular, c. (s.f.). *CO CIRCULAR*. Obtenido de CO CIRCULAR: <https://cocircular.es/blog/construir-con-materiales-reciclados-reciclables/#:~:text=Construir%20con%20material%20reciclado%20ayuda,haga%20uso%20de%20la%20vivienda.>
- Concreto, 3. e. (2024). *360 en Concreto* . Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>
- Council, W. G. (s.f.). *World Green Building Council*. Obtenido de <https://worldgbc.org/article/bringing-embodied-carbon-upfront/>
- Dong Li, S. L. (Enero de 2020). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181932570X?via%3Dihub>
- Ecoembes. (2024). *Ecoembes*. Obtenido de <https://www.ecoembes.com/es/reduce-reutiliza-y-recicla/beneficios-de-reciclar>
- ENERGIA, M. D. (2017). *INICIATIVA PARA LA TRANSPARENCIA DE LA INDUSTRIA EXTRACTIVA*. Obtenido de INICIATIVA PARA LA TRANSPARENCIA DE LA

## Aplicación en la construcción de material RCD

INDUSTRIA EXTRACTIVA: <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2077/flujo-de-ingresos/obras-impuestos/#:~:text=Mediante%20el%20Decreto%201915%20del,ingresos%20superiores%20a%2033.600%20UVT.>

Eric A. Ohemeng, S. O. (2020). *sciencedirect*. Obtenido de sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301224>

Escalada, M. O. (2019). *Riunne*.

F. Pacheco-Torgal, L. C. (2014). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/book/9780857097675/eco-efficient-construction-and-building-materials>

Fausti, S. (15 de Enero de 2024). *blend*. Obtenido de blend: <https://blendplants.com/es/reciclar-los-residuos-de-la-obra/>

Feria, M. M. (2021). *Unimilitar*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/<https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/727275f1-9350-446f-90c5-08e1663663fc/content>

Fernando Acevedo Mtaos, E. M. (2007). *Universidad de los Andes*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/85d203ff-264c-4f1b-87de-e7bce6181bda/content>

Fernando Octavio Ortiz Marín, M. A. (25 de 05 de 2023). *Aprovechamiento de residuos de material PET en construcción de viviendas tipo rural en*. Obtenido de Aprovechamiento de residuos de material PET en construcción de viviendas tipo rural en: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/UrregoLina2023.pdf>

Godoy, M. C. (18 de Marzo de 2022). *Larepublica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/material-sostenible-es-usado-actualmente-en-35-de-proyectos-de-vivienda-del-pais-3325123#:~:text=Los%20materiales%20que%20se%20utilizan,y%208%25%20de%20contenido%20reciclado.>

Guimaraes, L. (07 de Febrero de 2024). *Cla construccion latinoamericana*. Obtenido de <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/la-construccion-consume-el-75-de-los-recursos-naturales-del-planeta/8034834.article>

Hormiga, S. P. (2022). *Uniminuto*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/2f82e242-97da-49e0-aafa-39f1203df1e2/content>

## Aplicación en la construcción de material RCD

Iwuagwu Ben Ugochukwu, M. I. (2015). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815020573?via%3Dihub>

Ji Hoon Yoon, R. B. (2014). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778814003843?via%3Dihub>

Juan David Ramírez Avellaneda, G. J. (2023). *Repository Javeriana*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/65695/Identificando%20factores%20claves%20de%20la%20Agilidad%20Corporativa%20Gu%C3%ADa%20para%20una%20Implementaci%C3%B3n%20Exitosa%20de%20Metodolog%C3%ADas%20%C3%81giles.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Kamyar Kabirifar, M. M. (2020). *researchgate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/340569919\\_Construction\\_and\\_demolition\\_waste\\_management\\_contributing\\_factors\\_coupled\\_with\\_reduce\\_reuse\\_and\\_recycle\\_strategies\\_for\\_effective\\_waste\\_management\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/340569919_Construction_and_demolition_waste_management_contributing_factors_coupled_with_reduce_reuse_and_recycle_strategies_for_effective_waste_management_A_review)

Katherine Casey, M. L. (Junio de 2019). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919300722?via%3Dihub>

Limpia, R. d. (01 de febrero de 2017). *Revista de Producción más Limpia*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023?via%3Dihub>

Marín, F. O. (2023). *Universidad EAN*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/1fc25641-91e8-4366-b5c8-01a1c3973081/content>

Mendoza, F. (23 de Enero de 2024). *Colombia CONstruye*. Obtenido de <https://colombiaconstruye.com/beneficios-de-reciclar-los-residuos-de-construccion-y-demolicion/>

Minambiente. (2024). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/>

Oliver, B. D. (2018). *Riunet*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/[https://riunet.upv.es/bitstream/10251/115062/1/memoria\\_44533185.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/10251/115062/1/memoria_44533185.pdf)

Pachon, C. D. (2019). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/76226586-3884-480f-b093-53ed3c6dd58a/content>

## Aplicación en la construcción de material RCD

Ramos, A. R. (2021). *Researchgate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/355461210\\_Vidrio\\_molido\\_como\\_tecnologia\\_sostenible\\_en\\_el\\_concreto\\_hidraulico](https://www.researchgate.net/publication/355461210_Vidrio_molido_como_tecnologia_sostenible_en_el_concreto_hidraulico)

Republica, L. (2022). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/material-sostenible-es-usado-actualmente-en-35-de-proyectos-de-vivienda-del-pais-3325123>

Reyes Naranjo, D. F. (2014). *Universidad Catolica*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/2abdba0d-3687-444a-9924-49f0ad234d0b>

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2016). *Universidad Veracruz*. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n\\_sampieri.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf)

Ruo Hong Li, X. G.-y. (Enero de 2021). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134492030536X?via%3Dihub>

Sabana, U. d. (2024). *Al dia*. Obtenido de <https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/al-dia/economia-circular-en-el-sector-de-la-construccion-en-colombia/>

Sciencedirect. (19 de Abril de 2021). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006182100163X?via%3Dihub>

Segura, R. B. (2024). *Del desarrollo sostenible segun Brundtland a al sostnibilidad como Biomimesis*.

Senapatia, Y. (16 de Octubre de 2023). *PMT Institute*. Obtenido de <https://www.4pmti.com/learn/pmbok-guide-7th-ed/>

Sutherland, K. S. (2020). Obtenido de Marco ágil enfocado en entregas incrementales y trabajo colaborativo mediante Sprints. Ideal para proyectos en entornos dinámicos y cambiantes.

tecnología, C. i. (2020). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/346202078\\_A\\_REVIEW\\_OF\\_RECYCLED\\_CONCRETE\\_AGGREGATES\\_AS\\_A\\_SUSTAINABLE\\_CONSTRUCTION\\_MATERIAL](https://www.researchgate.net/publication/346202078_A_REVIEW_OF_RECYCLED_CONCRETE_AGGREGATES_AS_A_SUSTAINABLE_CONSTRUCTION_MATERIAL)

Unisabana. (2024). *Al dia*. Obtenido de <https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/al-dia/economia-circular-en-el-sector-de-la-construccion-en-colombia/>

Zhang Cui Hong, C. X.-p.-k.-k. (19 de Abril de 2021). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006182100163X?via%3Dihub>

## Anexos

### Anexo 1 Formato de encuesta

por favor poner su nombre y apellido \*

Tu respuesta

Cual es su puesto en la empresa \*

Tu respuesta

¿Cuáles de los siguientes materiales reciclados conoce o ha utilizado en proyectos de construcción? \*

- Acero reciclado
- Vidrio reciclado
- Plastico reciclado
- Madera reciclado
- Concreto reciclado

¿ Esta familiarizado con el uso de materiales reciclados en la construcción? \*

- si
- No

## Aplicación en la construcción de material RCD

¿Considera que el uso de materiales reciclados en la construcción es una practica importante? \*

- Si
- No
- No estoy seguro

¿ Su empresa o la empresa en la que trabajan utiliza materiales reciclados en los proyectos de construcción? \*

- Siempre
- A menudo
- Algunas veces
- Rara vez
- Nunca

¿Qué barreras encuentra su empresa para utilizar mas material reciclados en la construcción? \*

- Costos mas altos
- Falta de proveedores confiables
- Dudas sobre la calidad del material reciclado
- Falta de conocimiento sobre disponibilidad
- Normativas y regulaciones que dificultan su uso
- Resistencia al cambio en los procesos constructivos

## Aplicación en la construcción de material RCD

por favor poner su nombre y apellido \*

Tu respuesta

---

Cual es su puesto en la empresa \*

Tu respuesta

---

¿Cuáles de los siguientes materiales reciclados conoce o ha utilizado en proyectos de construcción? \*

- Acero reciclado
- Vidrio reciclado
- Plastico reciclado
- Madera reciclado
- Concreto reciclado

¿ Esta familiarizado con el uso de materiales reciclados en la construcción? \*

- si
- No

## Aplicación en la construcción de material RCD

¿Considera que el uso de materiales reciclados en la construcción es una practica importante? \*

- Si
- No
- No estoy seguro

¿ Su empresa o la empresa en la que trabajan utiliza materiales reciclados en los proyectos de construcción? \*

- Siempre
- A menudo
- Algunas veces
- Rara vez
- Nunca

¿Qué barreras encuentra su empresa para utilizar mas material reciclados en la construcción? \*

- Costos mas altos
- Falta de proveedores confiables
- Dudas sobre la calidad del material reciclado
- Falta de conocimiento sobre disponibilidad
- Normativas y regulaciones que dificultan su uso
- Resistencia al cambio en los procesos constructivos

**Anexo 2 Familiarización con material reciclado**

<b>Participante</b>	<b>Está familiarizado con el uso de materiales reciclados en la construcción</b>
1	Si
2	Si
3	Si
4	No
5	Si
6	Si
7	Si
8	No
9	Si
10	Si
11	Si
12	No
13	Si
14	Si
15	No
16	Si
17	Si
18	No
19	Si
20	Si
21	Si
22	Si
23	No
24	Si
25	Si
26	Si

Enumeramos cada participante para realizar unas graficas más claras y eficientes, como podemos evidenciar 21 personas tienen conocimiento o están familiarizados con el material reciclado en el sector constructivo lo que quiere decir que el 81 por ciento de nuestra población conoce sobre el mismo y el 19 por ciento desconoce por completo sobre el material reciclado.

**Anexo 3 Importancia del uso de material reciclado**

<b>participante</b>	<b>¿Considera que el uso de materiales reciclados en la construcción es una práctica importante?</b>
1	Algunas veces
2	Si
3	Si
4	Si
5	Si
6	Si
7	Si
8	No estoy seguro
9	Si
10	Si
11	Si
12	Si
13	Si
14	Si
15	Si
16	Si
17	Si
18	Si
19	No estoy seguro
20	Si
21	Si
22	Si
23	Si
24	No estoy seguro
25	Si
26	Si

Como se puede evidenciar con los datos obtenidos se observa que 24 personas si están de acuerdo 3 no están seguras y 1 persona dice que algunas veces, se puede determinar que el 86% de las personas aseguran que si es importante el uso del material reciclado.

**Anexo 4 Uso de material reciclado en sus empresas**

<b>¿Su empresa o la empresa en la que trabajan utiliza materiales reciclados en los proyectos de construcción?</b>	
Nunca	5
Algunas veces	11
A menudo	3
Rara vez	6

Como se puede evidenciar solo 11 de las empresas usan algunas veces material reciclado en sus obras, 6 rara vez, 5 nunca y el 3 a menudo usa materiales reciclados lo que quiere decir que el uso de materiales reciclados en las empresas aun con sus beneficios es muy complicado que este sea usado por los mismos.

**Anexo 5 Factores que disminuyen el uso de material reciclado en el sector constructivo**

<b>¿Qué barreras encuentra su empresa para utilizar más material reciclados en la construcción?</b>	
Falta de conocimiento sobre disponibilidad	6
Resistencia al cambio en los procesos constructivos	10
Dudas sobre la calidad del material reciclado	7
Falta de proveedores confiables	2
Normativas y regulaciones que dificultan su uso	1

Como se puede evidenciar 10 personas respondieron que tiene resistencia al cambio puesto que dudan de los productos reciclados sin saber las ventajas que daremos a conocer por medio de nuestro proyecto investigativo, 7 personas tienen dudas sobre la calidad pero se debe tener en cuenta que alguno ya están regulados y encontraran algunos de estos en el desarrollo de nuestro trabajo, 6 encuestados tienen falta de conocimiento sobre disponibilidad donde en nuestro trabajo mostraremos proveedores confiables con algunos ítems con mayor impacto en el proceso constructivo, adicional a este demostraremos las normativas que regulan y apoyan el uso del material reciclado en el sector constructivo.

## **Anexo 6 Consentimiento libre, previo e informado para participantes de investigación**

El propósito de este formato de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Jhonatan Steven Chacón Cadena y Edwin Javier Oviedo Correa, investigadores Responsables del Proyecto de la Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO. El objetivo de este estudio/investigación es: Analizar la formulación de un Proyecto para la incorporación de materiales a base de desechos reciclados en procesos de empresas del sector construcción civil.

Si usted accede a participar en este estudio/investigación, se le pedirá responder preguntas en una encuesta). Esto tomará aproximadamente 15 minutos de su tiempo. Lo que responda será información que se utilizara para el desarrollo del proyecto.

Su participación en este estudio no implica ningún riesgo de daño físico, ni psicológico para usted, y se tomarán todas las medidas que sean necesarias para garantizar la salud e integridad física y psíquica de quienes participen del estudio/investigación. Así mismo, es bueno considerar que los posibles riesgos implicados en la participación son: ninguno.

Los responsables de esto, en calidad de custodios de los datos, serán los Investigadores Responsables del Proyecto, quien tomará todas las medidas necesarias para asegurar el adecuado tratamiento de los datos, el resguardo de la información registrada y la correcta custodia de estos.

La participación en este estudio/investigación es estrictamente libre y voluntaria. La información que se recoja no se usará para ningún otro propósito fuera del de este estudio/investigación. Sus respuestas al cuestionario, serán utilizadas en: realizar el análisis del uso de los materiales reciclados en el sector de la construcción.

## Aplicación en la construcción de material RCD

Los investigadores responsables del proyecto y UNIMINUTO, aseguran que su participación no implique gasto alguno. Por otra parte, la participación en este estudio no involucra pago o beneficio económico alguno a su favor.

Si tiene alguna duda sobre este estudio/investigación, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la encuesta le parece incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber a los investigadores o de no responderlas. Es importante que usted considere que su participación en este estudio es completamente libre y voluntaria, y que tiene derecho a negarse a participar o a suspender y dejar inconclusa su participación cuando así lo desee, sin tener que dar explicaciones, ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

Una vez leído y comprendido lo anterior:

Declaro que al firmar este documento **ACEPTO** participar voluntariamente en esta investigación la cual es conducida por los investigadores responsable del proyecto.

Declaro que he sido informado (a) sobre el objetivo de este estudio/investigación, que me han indicado que tendré que responder una encuesta, y el tiempo que tomará realizar esto.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio, sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a los investigadores encargado del proyecto. Cuyos datos son los siguientes:

## Aplicación en la construcción de material RCD

Nombre del Investigador Responsable:	Jhonatan Steven Chacón Cadena Edwin Javier Oviedo Correa
Correo Electrónico:	<a href="mailto:jchaconcade@uniminuto.edu.co">jchaconcade@uniminuto.edu.co</a> <a href="mailto:eoviedo-c@uniminuto.edu.co">eoviedo-c@uniminuto.edu.co</a>
Teléfono / Celular:	312 378 0867 321 375 4997

En forma expresa manifiesto que he leído y comprendido íntegramente este documento y en consecuencia acepto su contenido y las consecuencias que de él se deriven.

Entiendo que una copia de este formato de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio/investigación cuando éste haya concluido.

Firma del Participante:	
Nombre del Participante:	
Fecha:	
Lugar:	