



Evaluación de estrategias para la gestión sostenible de materiales reciclables en una empresa constructora de Bogotá D.C. durante el primer semestre de 2024.

Fredy Octavio Giraldo Mantilla

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

Evaluación de estrategias para la gestión sostenible de materiales reciclables en una empresa constructora de Bogotá D.C. durante el primer semestre de 2024.

Fredy Octavio Giraldo Mantilla

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

Asesora

Doris Amanda Rosero García

Microbióloga, M.Sc., PhD.

Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

Contenido

Lista de figuras.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 Descripción del problema.....	9
1.2 La pregunta de investigación	10
1.3 Los objetivos de investigación	10
1.4 Justificación de la investigación	11
2. MARCO DE REFERENCIA.....	12
2.1 Marco de Antecedentes	12
2.2. Marco Teórico.....	13
2.2.1 Gestión y reutilización de RCD a nivel global	13
2.2.2 Estado del aprovechamiento de RCD en Colombia.....	14
2.2.3 Ejemplo de aprovechamiento de residuos en el marco de la economía circular	14
2.2.4 Sostenibilidad aplicada en la construcción	15
2.3. Marco normativo	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	17
3.2. Población y muestra	17
3.2.1 Definición de población	17
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra	18
3.2.3. Instrumento(s).....	18
3.3. Descripción de procedimientos	19
3.4. Análisis de información	19
3.5. Consideraciones éticas.....	20
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Resultado objetivo específico 1.....	21
4.2. Resultado objetivo específico 2.....	26
5. DISCUSIÓN.....	28
6. CONCLUSIONES	30

7. RECOMENDACIONES	30
Referencias.....	32

Lista de figuras

Figura 1. Información sobre la presencia de infraestructura en obra para la separación en fuente de los RCD, según el personal encuestado.....21

Figura 2. Datos acerca de la clasificación de los RCD generados en obra basados en el conocimiento del personal.....22

Figura 3. Datos obtenidos sobre la clasificación de los RCD realizados directamente en la obra.....22

Figura 4. Datos relativos al uso y reutilización de RCD dentro de los procesos constructivos en obra.....23

Figura 5. Información sobre la capacitación proporcionada por la constructora al personal para el manejo de RCD.....24

Figura 6. Datos referidos al nivel de conocimiento del personal respecto al reciclaje de RCD.....25

Figura 7. Información acerca de los factores que limitan una gestión adecuada de los RCD.....25

Figura 8. Datos vinculados con las funciones desempeñadas por el personal en la obra.....26

Figura 9. Datos sobre el grado de conocimiento del personal encuestado referente al concepto de RCD.....27

Figura 10. Información obtenida sobre el conocimiento del personal en cuanto a los tipos de RCD susceptibles de reciclaje y reutilización.....27

Resumen

El presente estudio se enfocó en analizar los procedimientos de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en un proyecto de vivienda multifamiliar en Bogotá. Su finalidad principal fue establecer propuestas sostenibles que contribuyan a la restauración del entorno y promuevan una economía circular, a través de la transformación y reutilización de los materiales derivados de dichos residuos. Para alcanzar estos objetivos, se priorizó la formación de los trabajadores del proyecto, con el fin de sensibilizarlos respecto al impacto ambiental que genera su trabajo. Esta capacitación facilitó la comprensión integral de los procesos y permitió identificar mejoras para adoptar prácticas más eficientes en el tratamiento de residuos. Como resultado, se formularon recomendaciones dirigidas a que la empresa implemente un plan orientado a optimizar el ciclo de vida de los materiales, mejorar sus indicadores ambientales y aumentar tanto la reutilización como la correcta disposición de los RCD. Además, se fomentó una mayor conciencia organizacional sobre la importancia de una gestión responsable de los materiales, beneficiando tanto a la compañía como al medio ambiente a largo plazo.

Palabras clave: sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica, RCD, reutilización, medio ambiente, aprovechamiento, capacitación.

Abstract

This study focused on analyzing the management procedures for construction and demolition waste (CDW) generated at a multi-family housing project in Bogotá. Its main objective was to establish sustainable proposals that contribute to environmental restoration and promote a circular economy through the transformation and reuse of materials derived from such waste. To achieve these objectives, priority was given to training project workers to raise awareness of the environmental impact of their work. This training facilitated a comprehensive understanding of the processes and allowed for the identification of improvements to adopt more efficient waste treatment practices. As a result, recommendations were made for the company to implement a plan aimed at optimizing the life cycle of materials, improving its environmental indicators, and increasing both the reuse and proper disposal of CDW. Furthermore, greater organizational awareness was fostered regarding the importance of responsible materials management, benefiting both the company and the environment in the long term.

Keywords: environmental and economic sustainability, C&D waste, reuse, environment, utilization, training.

Introducción

La gestión eficiente de los residuos y la reutilización de materiales desechados han ganado relevancia conforme la sociedad reconoce el impacto ambiental derivado de sus actividades cotidianas. El crecimiento acelerado de las ciudades, unido a un consumo excesivo y un estilo de vida caracterizado por la inmediatez, evidencian la necesidad imperiosa de transformar los patrones de producción y consumo actuales (Mora, 2021).

En este marco, la construcción se posiciona como uno de los sectores más influyentes en la generación de impactos ambientales, siendo responsable del consumo significativo de recursos naturales a escala mundial. Se estima que esta industria representa cerca del 40% del consumo energético global y contribuye en un 30% a las emisiones de dióxido de carbono (Barrientos, 2016). Asimismo, anualmente se generan más de 6,5 mil millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (RCD), de los cuales entre 2,6 y 3 mil millones corresponden a residuos inertes, producto directo de estas actividades (Pogotech, 2017).

Ante estos desafíos, la adopción del modelo de economía circular se presenta como una alternativa viable para mitigar el impacto ambiental a través de acciones orientadas al reciclaje y la reutilización de los RCD, tanto en el ámbito global como nacional (Mora, 2021). Tales estrategias no solo buscan disminuir el volumen de residuos, sino también fomentar un desarrollo con bases sostenibles.

Este estudio focaliza su análisis en un proyecto de construcción ubicado en Bogotá DC, donde la gestión de los RCD ha mostrado deficiencias significativas, evidenciando una carencia en los procesos de reciclaje y reutilización. Esta situación incrementa la carga contaminante y desaprovecha una oportunidad económica valiosa, que podría transformarse en ingresos adicionales mediante una adecuada valorización de los residuos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son materiales generados por actividades relacionadas con la construcción, demolición, modificación de edificaciones, obras civiles y espacios públicos. Estos residuos se caracterizan por ser inertes y no peligrosos, con un alto potencial para su valorización y aprovechamiento.

En las últimas décadas, la producción mundial de RCD ha experimentado un crecimiento significativo, generando un fuerte impacto ambiental debido al volumen producido. En la Unión Europea, por ejemplo, los RCD constituyen aproximadamente el 35% del total de residuos generados, y cerca del 35% de estos residuos terminan en sitios de disposición final. Sin embargo, esta cifra varía entre regiones; en Australia, por ejemplo, se generan cerca de 19,5 millones de toneladas de RCD anuales, de las cuales un tercio es depositado directamente en vertederos (Cabrera, 2017).

En América Latina, los esfuerzos de recuperación y reciclaje se han concentrado predominantemente en los residuos sólidos urbanos (Barrientos, 2016). En el caso colombiano, el sector de la construcción tiene un papel relevante en la economía nacional, representando más del 6.5% del Producto Interno Bruto (PIB), según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. A pesar de esto, solo alrededor del 50% de los materiales provenientes de este sector son efectivamente aprovechados. Por esta razón, se hace necesaria la implementación de estrategias integrales que consideren todo el ciclo de vida de los materiales y productos utilizados en la construcción, para asegurar la mayor durabilidad y sostenibilidad de los proyectos (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

En Colombia se han desarrollado avances sobre las perspectivas y limitaciones en la gestión de RCD (Castaño, 2013; Pinzón, 2014), incluyendo experiencias piloto para la creación de plantas de reciclaje (Chávez, 2014).

Este estudio parte de la premisa de que existe un desaprovechamiento significativo de los residuos reciclables generados en la obra de construcción de vivienda multifamiliar Santa Catalina, ubicada en Bogotá DC. Esta situación incrementa los niveles de contaminación ambiental y representa la pérdida de un potencial económico importante que podría traducirse en ingresos adicionales para la organización.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuál es el procedimiento aplicado para la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el proyecto multifamiliar Santa Catalina, ubicado en Bogotá, DC?

1.3 Los objetivos de investigación

Objetivo general

Determinar el procedimiento de manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el proyecto residencial multifamiliar Santa Catalina, ubicado en Bogotá DC.

Objetivos específicos

Identificar las prácticas y procedimientos vigentes en la gestión de residuos reciclables en la construcción multifamiliar Santa Catalina, detectando las limitaciones que dificultan su correcta valorización.

Establecer el nivel de conocimiento y comprensión que tienen los profesionales involucrados en el proyecto respecto a la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD).

1.4 Justificación de la investigación

La industria de la construcción es una de las principales fuentes de impacto ambiental debido a la gran cantidad de residuos generados. En Colombia, la producción de residuos de construcción supera una tonelada anual por habitante (Vidal, 2011), y estos desechos pueden ocasionar problemas geotécnicos e hidráulicos, como la inestabilidad de taludes y alteraciones en los sistemas naturales de drenaje. Aunque una parte de estos residuos se destina a vertederos autorizados, su manejo varía considerablemente según las normativas locales y su aplicación práctica.

La adopción de procesos de reciclaje y reutilización de materiales constructivos resulta esencial para prolongar su vida útil y disminuir su huella ambiental, además de abrir nuevas vías económicas que contribuyan a la sostenibilidad del sector. La implementación de dichas prácticas puede facilitar el cierre efectivo del ciclo de los residuos de construcción y demolición (RCD) y favorecer modelos de gestión más responsables a largo plazo.

Esta investigación se desarrolla a partir del análisis de la obra multifamiliar Santa Catalina en Bogotá, DC, buscando comprender las razones detrás de la subutilización de los RCD en este proyecto. Basado en la experiencia directa de uno de los investigadores, se reconoce que las deficiencias en la gestión de residuos son un problema recurrente en esta obra. Por ello, identificar las causas y prácticas inadecuadas permitirá proponer medidas correctivas y estrategias de mejora. A mediano plazo, este estudio aspira a fundamentar el diseño de un modelo integral de manejo y tratamiento adecuado de RCD, alineado con principios de sostenibilidad.

Como señala Correa (Ministerio del Medio Ambiente,2022), “Hoy no se habla de basura, sino de residuos; residuos que pueden ser insumo o materia prima para productos”. Este cambio de paradigma es crucial para un avance hacia una gestión eficiente de un desarrollo ambientalmente responsable. Los hallazgos de esta investigación ofrecieron a la organización una valiosa herramienta para evaluar la eficiencia de sus procesos en la gestión de RCD y detectar oportunidades para su reutilización. Además, se analizó el potencial económico asociado a la reducción de volúmenes destinados a disposición final y transporte, aportando a la mitigación de impactos ambientales y sociales mediante la disminución de extracción de recursos naturales y la adecuada disposición de residuos.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

Álvarez y García en el 2019 realizaron una investigación sobre el impacto de los programas de capacitación en sostenibilidad ambiental dentro del sector de la construcción y descubrieron que las iniciativas educativas dirigidas tanto al personal como a los directivos incrementaron significativamente la conciencia ambiental y mejoraron la adopción de prácticas sostenibles. Los programas que abarcan formación en gestión de residuos, reciclaje y principios de economía circular demostraron ser especialmente efectivos en la transformación de comportamientos y actitudes hacia la sostenibilidad. Este estudio es de gran relevancia para la investigación, ya que proporciona evidencia concreta sobre cómo la capacitación puede promover la sostenibilidad en el ámbito de la construcción.

Rodríguez y Pérez en el 2020 realizaron un estudio que analiza cómo la aplicación de los principios de economía circular puede optimizar la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD). Los autores presentaron casos de estudio donde se implementaron

estrategias de reciclaje y reutilización de materiales en obras de construcción. Los resultados mostraron que la adopción de prácticas de economía circular no solo redujo la cantidad de residuos enviados a vertederos, sino que también generó beneficios económicos y ambientales. Este estudio proporciona una base para entender cómo los principios de economía circular pueden ser aplicados para mejorar la gestión de RCD y es relevante para desarrollar estrategias en la obra Santa Catalina.

Por otra parte Morales y López en el 2021 investigaron los desafíos y estrategias en la gestión de residuos en proyectos de construcción, con un enfoque particular en cómo promover la concienciación ambiental entre los involucrados en la obra. Los investigadores identificaron factores clave que afectan la implementación efectiva de prácticas de gestión de residuos, como la falta de información, resistencia al cambio y ausencia de políticas claras. Las estrategias recomendadas incluyen la integración de la sostenibilidad en la cultura organizacional y el desarrollo de políticas de gestión de residuos. Este estudio es relevante para la investigación ya que proporciona información sobre cómo superar barreras y promover la sostenibilidad en la gestión de residuos de construcción.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Gestión y reutilización de RCD a nivel global

A nivel mundial, la generación anual de residuos de construcción y demolición alcanza aproximadamente 210 millones de toneladas, de las cuales alrededor del 33% carece de una gestión adecuada y es simplemente descartada. La acelerada urbanización y el incremento poblacional proyectan que los volúmenes de RCD aumentarán en un 70% durante los próximos 30 años (Banco Mundial, 2018).

Los materiales recuperados, en su mayoría, son empleados en aplicaciones que requieren menor calidad, tales como rellenos para carreteras, bases o directamente enviados a vertederos. Esto limita significativamente su capacidad para sustituir materias primas vírgenes y dificulta la implementación efectiva de un modelo de economía circular.

Sin embargo, el potencial de reutilización de estos residuos es amplio. Por ejemplo, actualmente solo un porcentaje mínimo, inferior al 5%, de agregados reciclados se emplea en la fabricación de hormigón nuevo. En este sentido, existen instalaciones pioneras que incorporan tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial, para optimizar la clasificación y procesamiento de RCD, capaces de manejar hasta 30 toneladas por hora, combinando residuos de construcción, demolición y comerciales con grandes niveles de eficiencia.

2.2.2 Estado del aprovechamiento de RCD en Colombia

En Colombia, la generación de residuos derivados de obras tanto públicas como privadas presenta una problemática constante en cuanto a la reincorporación de materiales al ciclo productivo. Esta situación contribuye al aumento de la contaminación y al inadecuado aprovechamiento de recursos valiosos. No obstante, el reciclaje ha cobrado especial relevancia en la última década. De acuerdo con datos reportados por la Superservicios, el volumen de residuos sólidos reaprovechados ascendió de 974.039 toneladas en 2018 a 1.903.269 toneladas en 2020, evidenciando un avance significativo en la valorización de desechos.

2.2.3 Ejemplo de aprovechamiento de residuos en el marco de la economía circular

La valorización de los RCD es una estrategia prioritaria para las ciudades que buscan avanzar hacia modelos sostenibles. Un caso ejemplar es el de la empresa de energía Enel S.A. (Ente Nacional para la Energía Eléctrica), la cual implementó en 2022 un proyecto piloto

basado en la economía circular. Este programa permitió incorporar hasta un 75% de material reciclado proveniente de plantas de tratamiento de RCD en obras civiles, con el propósito de sustituir materiales granulares naturales, como arena y grava.

El proyecto alcanzó resultados destacados, superando en un 89% el porcentaje mínimo exigido por la Resolución 1115 de 2012 para el uso de insumos reciclados. Además, se reportó que el 43% de los residuos producidos fueron enviados a plantas de reciclaje, reduciendo la disposición final en escombreras. Otro beneficio identificado fue el ahorro en costos asociados a la compra y transporte del material reciclado, evidenciando ventajas económicas además de ambientales (Enel s.a, 2022).

Este impulso a la economía circular está respaldado por regulaciones nacionales, como la Resolución 472 de 2017, que reforma y fortalece la gestión y aprovechamiento de RCD en los municipios colombianos.

2.2.4 Sostenibilidad aplicada en la construcción

La construcción sostenible implica implementar modelos que permitan al sector enfrentar los retos ambientales actuales sin dejar de lado el progreso tecnológico. En Colombia, existe un compromiso creciente de las entidades estatales para proteger el medio ambiente, ejemplificado en normativas como la Guía para la Elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) —tercera versión, vigente desde junio de 2015 y contenida en la Resolución 00932 de 2015—.

Dicha guía establece alternativas de aprovechamiento para los RCD, por ejemplo, la reutilización de concretos como materiales para rellenos, suelos de carreteras, grava suelta o incluso para la producción de morteros y cementos, favoreciendo así la reducción de la extracción de recursos naturales y la minimización del impacto ambiental de las obras.

2.3. Marco normativo

Normatividad del orden Nacional. Resolución 541 de 1994: “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, con el fin de conocer su correcto manejo”.

Decreto 1713 de 2002: Artículo 44 “Recolección de escombros. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS”.

Resolución 1257 de 2021, “Por el cual se modifica la resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se adoptan otras disposiciones.” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, noviembre 23 de 2021,).

Resolución 1115 de 2012 Secretaría Distrital de Ambiente, Derogada por el art. 51, Decreto Distrital 507 de 2023. “Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital” (secretaria Distrital de Ambiente, septiembre 26 de 2012).

Decreto 507 de 2023 “Se adopta el modelo y los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones”. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., octubre 31 de 2023).

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo, utilizando métodos científicos orientados a la recopilación y análisis de datos numéricos. Este enfoque permite examinar el fenómeno o problema de estudio a partir de sus dimensiones cuantificables, facilitando la identificación y medición de sus características objetivas.

Al tratarse de un estudio descriptivo, se busca principalmente detallar y caracterizar situaciones, hechos o atributos relacionados con el objeto de estudio, elaborando diagnósticos o perfiles específicos, así como diseñando productos, modelos o guías, sin entrar en la explicación de causas o motivos detrás de los fenómenos observados (Bernal, 2016, p. 140).

3.2. Población y muestra

3.2.1 Definición de población

Para este estudio se seleccionó al personal que trabajará dentro del proyecto, debido a que todos desempeñan funciones vinculadas directamente con la construcción. La población está compuesta por trabajadores permanentes de la obra, así como por aquellos que, aunque no pertenecen formalmente a la plantilla de la constructora, desarrollan actividades en el sitio, tales como subcontratistas y su personal asignado. La empresa Buen Vivir cuenta con un total de 750 colaboradores, divididos en 356 empleados directos y 394 indirectos, incluyendo altos mandos, gerentes de proyectos, diseñadores, ingenieros, arquitectos, directores de obra, residentes, maestros y personal administrativo y operativo. De este grupo, aproximadamente 325 se desempeñan específicamente en las labores relacionadas con los procesos de construcción.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

En el marco del enfoque cuantitativo adoptado para esta investigación, se optó por una muestra no probabilística de tipo por conveniencia. La unidad de análisis estuvo conformada por el personal involucrado en los procesos constructivos en los niveles de dirección y ejecución, dado que estos individuos tienen participación directa en la gestión, clasificación y posible reutilización de los residuos de construcción y demolición (RCD), además de la facultad para tomar decisiones relacionadas.

De acuerdo con estos criterios, se definió una muestra aproximada de 25 personas que serán incluidas en la fase de recolección de datos. Esta muestra está compuesta por 20 trabajadores que forman parte de la nómina directa de la constructora, y 5 colaboradores correspondientes a subcontratistas o personal externo adscrito al proyecto.

3.2.3. Instrumento(s)

Para la obtención de datos, y dado el carácter cuantitativo de la investigación, se decidió emplear encuestas estructuradas mediante la elaboración de un cuestionario específico. Debido a que el estudio se centra en un caso particular, no se disponía de información previa que cumpliera con los criterios necesarios para el análisis. Por esta razón, se optó por diseñar un instrumento propio que permita recopilar datos relevantes sobre el manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en la obra.

El cuestionario consta de 13 preguntas cerradas, orientadas a evaluar el nivel de conocimiento y percepción de cada participante respecto a la gestión de los RCD dentro del proyecto. La estructura del cuestionario se divide en tres secciones: la primera información acerca del cargo o función que desempeña el encuestado en la obra; la segunda explora el grado de conocimiento que posee sobre la temática; y la tercera busca identificar las posibles

causas que podrían estar vinculadas con las dificultades detectadas en el manejo de los residuos.

Para la aplicación y procesamiento de las encuestas se utilizó la plataforma Google Forms, dada su practicidad para la digitalización, fácil acceso y agilización en la tabulación y análisis de los resultados.

3.3. Descripción de procedimientos

En los enfoques cuantitativos, el investigador recurre a procedimientos sistemáticos y estandarizados, tales como la estadística descriptiva y la inferencial. La elección de las técnicas y modelos analíticos está determinada por la formulación del problema, el diseño metodológico y las estrategias adoptadas para llevar a cabo los procedimientos. Como se mencionó previamente, el análisis puede realizarse sobre los datos en su forma original (datos directos) o bien puede implicar una transformación previa de los mismos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.4. Análisis de información

El análisis de los datos textuales se orientó al diagnóstico del manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el proyecto del complejo multifamiliar “Santa Catalina”. Se adoptó un enfoque cuantitativo para la recopilación y evaluación de la información. Las encuestas diseñadas contenían preguntas cerradas y fueron aplicadas mediante la plataforma Google Forms. Este enfoque cuantitativo facilita la obtención de datos numéricos que describen las características del manejo de los RCD.

La muestra estuvo conformada por 25 trabajadores, incluyendo tanto profesionales como técnicos, lo que garantiza una representación adecuada de las prácticas y retos asociados al manejo de los residuos. Esta información resulta fundamental para evaluar no solo los obstáculos presentes en la gestión de los RCD, sino también las prácticas de reutilización y las posibilidades de optimización en su administración.

Cada formulario incorporó una cláusula de consentimiento para el tratamiento de datos, lo que garantiza que la recolección se efectuó bajo estrictos principios éticos. El análisis de los resultados obtenidos permitirá identificar aspectos críticos y formular recomendaciones de mejora basadas en la evidencia directa aportada por quienes operan en el sitio.

3.5. Consideraciones éticas

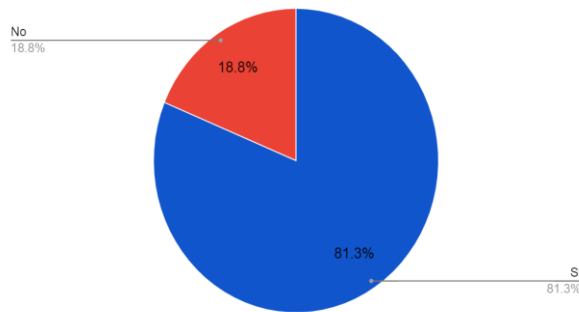
Dado que los participantes están involucrados de manera activa en el proceso investigativo, es posible que algunos puedan verse afectados durante el desarrollo del estudio. Por esta razón, es fundamental establecer compromisos profesionales que reflejen la transparencia, el manejo adecuado y oportuno de la información, así como el uso responsable de los recursos proporcionados.

En las encuestas los datos recolectados fueron manejados con estricta confidencialidad, de conformidad con la ley estatutaria 1581 de 2012 por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales (El congreso de Colombia, 2012) y con el decreto 1377 de 2013 por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012, derogado parcialmente por el Decreto 1081 de 2015 (Presidente de la república de Colombia, 2013), que todos los datos recopilados serán incorporados en una base de datos responsabilidad de los investigadores principales del proyecto mencionado.

4. RESULTADOS

4.1. Resultado objetivo específico 1

Figura 1. Información sobre la presencia de infraestructura en obra para la separación en fuente de los RCD, según el personal encuestado.



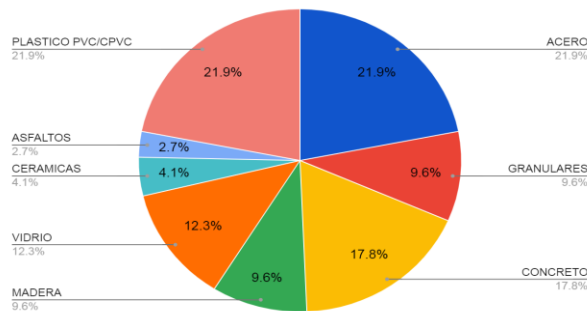
Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

La figura 1 presenta los resultados referentes al nivel de conocimiento del personal encuestado acerca de la existencia de una infraestructura destinada a la separación de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la obra. Se evidencia que el 81,3% de los participantes reconoce que la obra dispone de dicha infraestructura para la separación en la fuente, mientras que un 18,8% indica lo contrario.

En la figura 2 se observa el porcentaje de encuestados que reconocen e identifican los diferentes tipos de materiales RCD susceptibles de disposición. El personal reporta un 21,9% correspondiente a residuos de acero y plástico PVC/CPVC, seguido por un 17,8% de residuos de concreto, un 12,3% de vidrio, un 9,6% de madera y material granular, un 4,1% de cerámica y un 2,7% de asfalto. Estos resultados confirman que los residuos predominantes en obra son

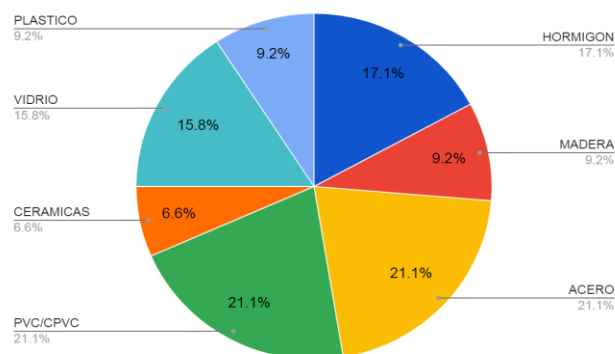
los pétreos, así como los de acero y PVC/CPVC, los cuales demandan una gestión y manejo adecuados tanto a nivel interno como externo.

Figura 2. Datos acerca de la clasificación de los RCD generados en obra basados en el conocimiento del personal.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

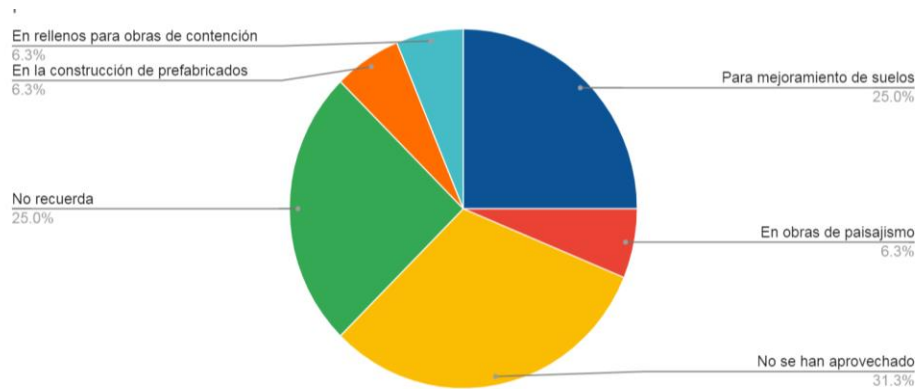
Figura 3. Datos obtenidos sobre la clasificación de los RCD realizados directamente en la obra.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

La figura 3 muestra la clasificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la obra, donde se confirma que los materiales con mayor generación son el acero y el PVC/CPVC, con un 21,1%, seguidos por el concreto, que representa un 17,1%.

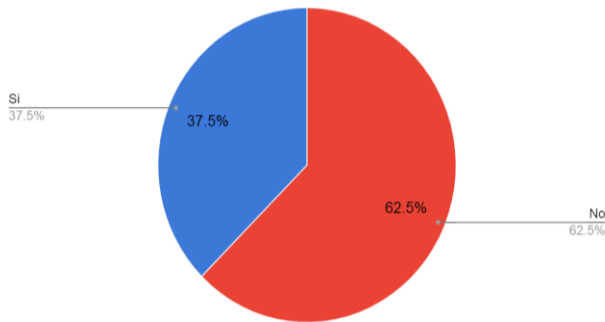
Figura 4. Datos relativos al uso y reutilización de RCD dentro de los procesos constructivos en obra.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

Según la figura 4, el 31,3% de los encuestados opina que los residuos no han sido aprovechados, mientras que un 25% indica que se han reutilizado en el mejoramiento de suelos y otro 25% no recuerda si se realizó dicha actividad. Además, un 18,9% reporta que los residuos se han utilizado en rellenos, obras de paisajismo y construcción de elementos prefabricados. Estos datos reflejan un potencial significativo, ya que el 43,9% de los residuos han sido reutilizados en diversas aplicaciones, aunque el 31,3% no ha sido aprovechado, lo que sugiere un margen para incrementar la reutilización de materiales.

Figura 5. Información sobre la capacitación proporcionada por la constructora al personal para el manejo de RCD.

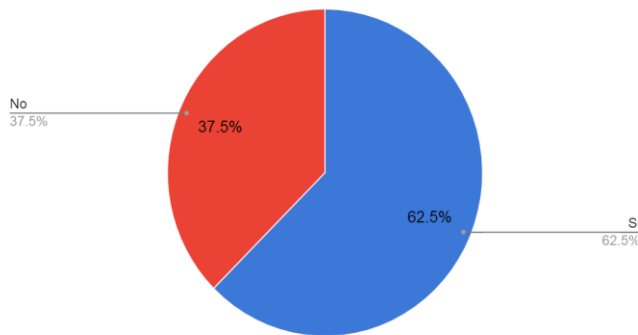


Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

La figura 5 muestra los resultados referidos a la capacitación brindada por la empresa constructora, donde el 62,5% de los participantes declara no haber recibido formación alguna, en contraste con un 37,5% que sí ha sido capacitado. Estos datos sugieren la ausencia de una política sólida por parte de la constructora para entrenar al personal en este ámbito.

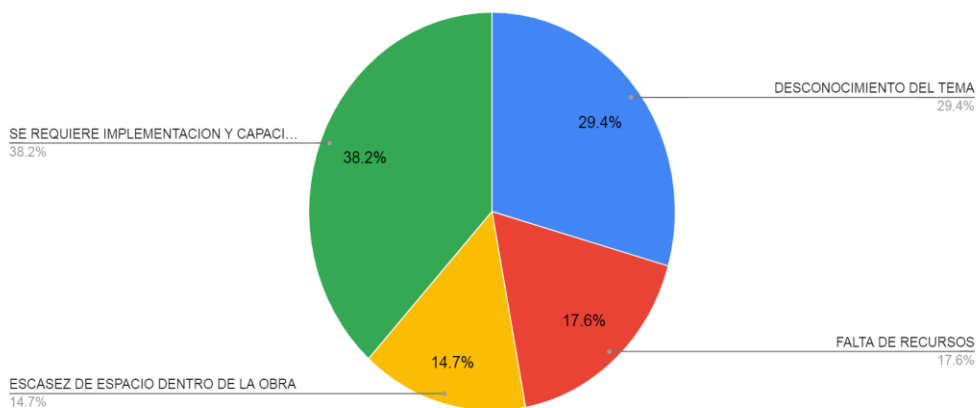
En las figuras 5 y 6 se destacan dos porcentajes relevantes. Según la figura 5, el 62,5% de los profesionales encuestados confirma no haber recibido capacitación por parte de la constructora sobre el manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD). Mientras tanto, la figura 6 revela que un 62,5% del personal reconoce que los RCD son materiales susceptibles de reciclarse. Estos resultados indican que, aunque no existe un desconocimiento general sobre el reciclaje de los RCD, sí se evidencia una carencia en la gestión de la constructora para ofrecer la formación adecuada al equipo.

Figura 6. Datos referidos al nivel de conocimiento del personal respecto al reciclaje de RCD.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

Figura 7. Información acerca de los factores que limitan una gestión adecuada de los RCD.



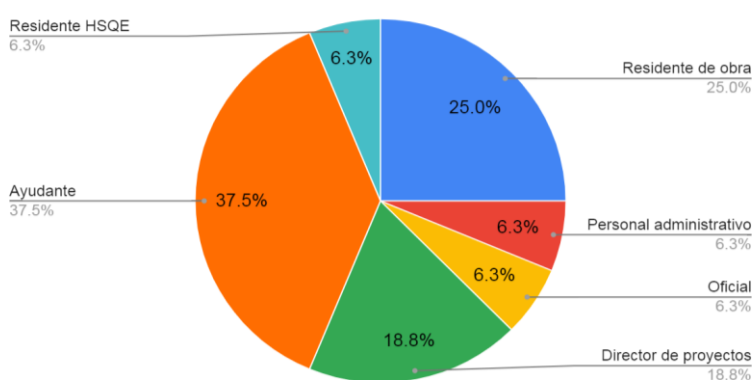
Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

Ampliando la información presentada en las figuras 5 y 6, la figura 7 muestra los factores que obstaculizan una gestión efectiva de los residuos de construcción y demolición en

los proyectos. Entre estos destacan el desconocimiento del tema, mencionado por el 29,4% de los encuestados; la falta de recursos, con un 17,6%; la limitación de espacio en la obra, señalada por un 14,7%; y la necesidad de implementación y capacitación, que representa el 38,2%.

4.2. Resultado objetivo específico 2

Figura 8. Datos vinculados con las funciones desempeñadas por el personal en la obra.

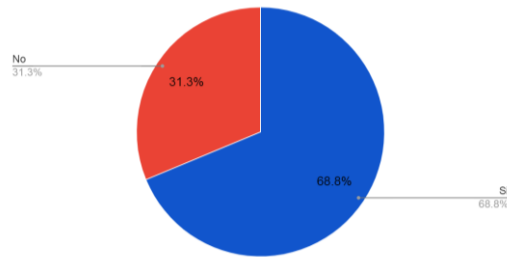


Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

La figura 8 presenta los datos relacionados con los cargos ocupados por el personal en la obra, mostrando que el 56,4% de los encuestados desempeña funciones profesionales, mientras que el 43,8% realiza actividades constructivas sin contar con un título profesional. Esto permite inferir que predomina un perfil laboral con un nivel académico superior dentro del equipo. La figura 9 refleja los resultados relacionados con el nivel de conocimiento del personal encuestado acerca del concepto de residuos de construcción y demolición (RCD), mostrando un conocimiento elevado sobre el tema. En concreto, el 68,8% de los participantes reconoce comprender qué son los RCD, mientras que un 31,3% no está familiarizado con el concepto. Al comparar estos datos con la figura 8, donde el 56,4% de los encuestados ocupa cargos

profesionales, se puede inferir que la mayoría de quienes conocen el significado de los RCD cuenta con un nivel académico más alto.

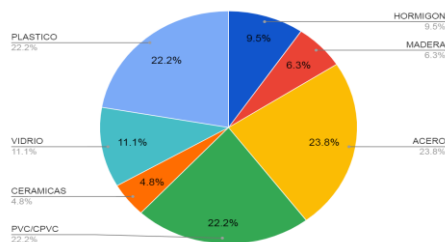
Figura 9. Datos sobre el grado de conocimiento del personal encuestado referente al concepto de RCD.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

La figura 10 muestra que el personal encuestado posee un alto nivel de conocimiento respecto a la posibilidad de reutilizar los residuos de construcción y demolición (RCD) conforme a la clasificación establecida en la encuesta. Esto evidencia un interés considerable por parte del equipo en destinar los RCD a su aprovechamiento y reutilización dentro de los procesos constructivos.

Figura 10. Información obtenida sobre el conocimiento del personal en cuanto a los tipos de RCD susceptibles de reciclaje y reutilización.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos obtenidos en la encuesta al personal en la obra Santa Catalina.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación sobre la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el proyecto multifamiliar Santa Catalina evidencian tanto avances importantes como áreas críticas donde es necesario implementar mejoras sustanciales. La identificación de una infraestructura adecuada para la separación en la fuente de los RCD, reconocida por un 81,3% del personal encuestado, refleja un cumplimiento de las normativas vigentes que regulan el manejo de estos residuos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018). Sin embargo, la reutilización efectiva de estos residuos, aunque significativa, aún presenta oportunidades de optimización dado que un tercio de los RCD generados no se aprovecha. Este hallazgo es consistente con las observaciones de Barrientos (2016), quien señala que, a nivel mundial, una gran proporción de RCD terminan en disposición final sin ser valorizados adecuadamente.

El predominio de residuos pétreos, acero y PVC/CPVC como principales materiales generados en obra concuerda con estudios previos en Colombia y a nivel global, donde estos materiales representan los residuos más frecuentes (Pogotech, 2017; Cabrera et al., 2017). La correcta gestión y clasificación de estos materiales resulta vital para fomentar la economía circular, como lo proponen Rodríguez y Pérez (2020), quienes enfatizan la necesidad de integrar procesos de reciclaje y reutilización en las fases constructivas para minimizar impactos ambientales y generar beneficios económicos sostenibles.

Uno de los aspectos preocupantes detectados es la insuficiente capacitación del personal sobre el manejo de los RCD, con un 62,5% que no ha recibido formación formal (figura 5). Esto limita la capacidad de los trabajadores para aplicar buenas prácticas y aprovechar al máximo los residuos generados, situación que Morales y López (2021) advierten como una barrera significativa para la sostenibilidad en proyectos de construcción. Aun cuando

el conocimiento sobre el concepto y potencial de reciclaje de los RCD es elevado entre los encuestados (figuras 6, 9 y 10), la ausencia de una política robusta de capacitación por parte de la constructora debilita el impacto positivo que podría lograrse mediante la educación continua del equipo.

La identificación de obstáculos como el desconocimiento, la falta de recursos, la limitación de espacio y la necesidad de una implementación puntual (figura 7) fortalece la urgencia de adoptar estrategias integrales que aborden no sólo aspectos técnicos sino también organizacionales y culturales, tal como lo plantea Álvarez y García (2019), quienes resaltan la importancia de programas educativos dirigidos a toda la plantilla para fomentar la conciencia ambiental y la adopción de prácticas sostenibles.

Adicionalmente, el análisis del perfil del personal (figura 8) indica que predominan los cargos profesionales, lo que debería facilitar la implementación de mejores prácticas y la gestión de residuos más eficiente. Sin embargo, la brecha entre perfil académico y capacitación efectiva sugiere la necesidad de potenciar el diseño de planes de formación específicos que permitan traducir el conocimiento en acciones concretas en obra (Bernal, 2016).

La gestión actual, si bien cumple con los estándares normativos, muestra limitaciones para enfrentar integralmente el reto ambiental derivado de la generación y manejo de RCD. La ausencia de una política integral que conjugue formación, comunicación eficaz, y estrategias de reducción, reutilización y reciclaje, limita el avance hacia un modelo de construcción sostenible con base en la economía circular, tal como proponen Mora (2021) y el Banco Mundial (2018). La implementación de planes de gestión que incluyan clasificación en tiempo real, capacitación continua, y monitoreo de resultados contribuirá a incrementar la valorización de los residuos y mitigar los impactos ambientales negativos asociados.

Esta investigación ratifica la necesidad de fortalecer las políticas internas dentro de las constructoras para el manejo integral de RCD, promoviendo la formación del recurso humano,

mejorando los procesos de clasificación y reutilización, y apostando por la economía circular como eje central para la sostenibilidad en la construcción.

6. CONCLUSIONES

La obra cuenta con el espacio y la infraestructura adecuados para la recolección de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), cumpliendo con la normativa vigente en cuanto a su clasificación. Si bien una parte considerable de estos residuos ha sido reutilizada en diversas actividades constructivas, lo que contribuye a la reducción de costos en materiales, transporte y explotación de recursos naturales, aproximadamente un tercio de los residuos permanece sin aprovechar. Esto revela que, aunque la política actual cumple con los requisitos legales, carece de un enfoque integral orientado a minimizar el impacto ambiental y social durante la ejecución del proyecto. La mayoría del personal demuestra un conocimiento sólido respecto al concepto y manejo de los RCD, derivado de experiencias previas. Sin embargo, la capacitación ofrecida por la constructora resulta insuficiente y no existe una política sólida que garantice la formación continua en este tema. A pesar de contar con políticas alineadas a la normativa, se identifican debilidades en la comunicación y difusión de estas entre los colaboradores.

7. RECOMENDACIONES

Es necesario revisar y modificar la política de gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en las obras, como es el caso de Santa Catalina, incorporando la perspectiva de que esta gestión puede generar beneficios económicos mediante la reducción de los volúmenes destinados a disposición final y transporte, además de contribuir a la mitigación del impacto ambiental. Por ello, se sugiere integrar actividades de clasificación de

RCD de manera simultánea al desarrollo del proceso constructivo, lo cual facilitará una mejor identificación de los tipos de residuos generados y su potencial reutilización dentro de las distintas etapas del proyecto.

Se recomienda asimismo establecer programas de capacitación dirigidos a todo el personal involucrado, enfocados en el manejo y aprovechamiento de los RCD, promoviendo una visión más innovadora y aplicada en las labores diarias de la obra. Para complementar los hallazgos obtenidos, se aconseja ampliar la investigación con un enfoque cualitativo que utilice herramientas para evaluar las actividades del personal y su conocimiento previo sobre el tema, incluyendo experiencias adquiridas en proyectos anteriores.

Referencias

- Álvarez, J. M y García, M. (2019). Impacto de la Capacitación en Sostenibilidad Ambiental en la Industria de la Construcción. *Revista Internacional de Gestión Ambiental*, 15(3), 45-62.
- Bernal, C. A. (2016). Las rutas de investigación. En Bernal, C. A. *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (pp.57). Pearson Educación.
- Bernal, C. A. (2016). Cómo elaborar un anteproyecto de investigación científica. En Bernal, C. A. *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (pp.104-124, 140). Pearson Educación.
- Banco Mundial, (2018, 20 de septiembre). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Banco Mundial.
<https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updatedlook-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Barrientos, F. (2016, 12 de mayo). *Los escombros: la gestión de RCD's en el mundo*. Cartif.
<https://blog.cartif.com/los-escombros-la-gestion-de-rcds-en-el-mundo/>
- Cabrera. F, Gómez. J.M, Almaral. J, Arredondo. S, Gómez. M.C, y Mendivil. J. (2017). Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*.

Castaño. J, Misle. R, Lasso. L, Gómez. A, y Ocampo. M. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura* 17(38), 121-129.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.4.a09>

Chávez. A, Mejía. A, y Bernal. O. (2014). Análisis de información sobre el manejo y gestión de escombros a nivel nacional e internacional. *Revista de Gestión Integral Ing. Neogradina*, 3(11), 31-32.

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=49981

Enel s.a. (2022, 13 de abril). *Aprovechamiento de residuos: te contamos cómo lo estamos aplicando en obras civiles*. Enel.

<https://www.enel.com.co/es/historias/a202204-aprovechamiento-de-residuos-en-obras.html>

Hernández, R., Mendoza, C. (2018). La ruta de la investigación mixta. En Hernández, R., Mendoza, C. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 610-629). McGraw-Hill

Ministerio del Medio Ambiente (2022, 17 de Mayo). *Hoy no se habla de basura sino de insumos para productos*. Ministerio del Medio Ambiente.

<https://www.minambiente.gov.co/hoy-no-se-habla-de-basura-sino-de-residuos-que-son-insumos-para-productos-minambiente>

Morales. F, y López. R. (2021). Desafíos y Estrategias para la Gestión de Residuos en Proyectos de Construcción. *Construcción y Sostenibilidad*, 12(1), 97-112.

- Mora Castro J. D. (2021) *Reciclaje y reutilización de materiales de construcción en Colombia como aporte a la economía circular* [Trabajo de grado, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional UNISALLE.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/971
- Presidencia de la República de Colombia. (2013). Decreto 1377 de 2013. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012, Derogado Parcialmente por el Decreto 1081 de 2015.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=53646
- Pinzón Muñoz, A.I. (2014). *Formulación de lineamientos para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá*. [Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional. UNIMILITAR.
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11004>
- Pogotech. (2017) *Cifras mundiales acerca del procesamiento de RCD - Residuos de la construcción y demolición*. Pogotech.
<https://pogotech.eu/es/rcd/>
- Secretaria de ambiente de Bogotá (2018, 01 de Enero). *Guía ambiental para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra*. Secretaria distrital de ambiente de Bogotá.
https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3648
- Vidal. G, Reyes. O.J y Peñuela. G. (2011). Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 29(1). 11-15