

**Formulación de estrategias para la adecuada reutilización de los residuos de construcción y demolición (RCD) al interior de los proyectos en construcción en el municipio de Medellín.**

Sebastian Arango Hurtado.

Universidad Nacional Abierta y a  
Distancia – UNAD Gestión y Manejo  
Ambiental y Biotecnología Programa de  
Ingeniería Ambiental

Medellín

2023

**Formulación de estrategias para la adecuada reutilización de los residuos de construcción ydemolición (RCD) al interior de los proyectos en construcción en el municipio de Medellín.**

Sebastian Arango Hurtado.

Trabajo para optar al título de  
Ingeniero Ambiental

director:

Kevin Alberto Berthi Mantilla

MSc. Ingeniería Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a  
Distancia – UNAD Gestión y Manejo  
Ambiental y Biotecnología Programa de  
Ingeniería Ambiental

Medellín

2023

## Página de Aceptación

---

Kevin Berthi

Director Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

Medellín 2023

## **Dedicatoria**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres y a mi hija que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos.

Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

## Resumen

En la actualidad los RCD son una problemática creciente que se vive en toda la región de Antioquia y el país, debido al constante crecimiento de las urbes nacionales y la corta capacidad de nuestros rellenos sanitarios y escombreras, los diferentes escombros generados en las actividades constructivas, significan un reto mayor para las autoridades ambientales y el país en general, debido a dicha carencia y la poca oferta en el mercado nacional para realizar aprovechamiento de estos residuos, es que surge la gran problemática de qué hacer con ellos, ¿Cómo me deshago de lo que ya para mí no es aprovechable?

Es por esta razón que mi propuesta para el proyecto aplicado, se basa en la creación de estrategias óptimas, eficientes, y sustentables para promover el correcto aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición RCD de los proyectos en construcción en la ciudad de Medellín; con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos generados por estos. La metodología utilizada para la construcción de las estrategias, es visitar diferentes proyectos en construcción en la ciudad de Medellín donde se verificará si se utilizan estrategias o no para reutilizar los RCD, promover gestores ambientales locales que reutilicen residuos y cuenten con la debida inscripción ante las autoridades ambientales locales (Corantioquia, Cornare y Área Metropolitana del Valle de Aburra) y recomendar materiales constructivos que cuenten con tasa interna de reutilización de residuos (economía circular); todo lo anterior para dar cumplimiento a la normatividad nación 0472 del 2017 y la resolución 1257 del 2021 por la cual se modifica la gestión integral

de los residuos de construcción y demolición RCD.

Se espera al final del proyecto, contar con datos medibles en toneladas y porcentuales, además de la creación de estrategias para un correcto aprovechamiento de los RCD dentro de los proyectos constructivos:

RCD dispuestos adecuadamente

RCD aprovechados internamente

RCD aprovechados por un gestor

% de materiales con tasa de reutilización de residuos

***Palabras claves:*** RCD, reutilizar, resolución 0472 del 2017 y resolución 1257 del 2021.

## Abstract

Currently, C&DW are a growing problem in Antioquia and throughout the country. The main factor for the issue are the constant growth of population, the low capacity of the sanitary landfills and dumps and the waste generated by construction activities. All of these represent a huge challenge for environmental authorities due to lack of offer to reuse this waste. This is the biggest problem, How can be getting rid of what is no longer profitable?

My project consists of the creation of a strategic, optimal, efficient, and sustainable guide to promote the correct use of construction and demolition waste C&DW in Medellín; in order to prevent and mitigate the negative environmental impacts generated by the construction sector.

The methodology of this guide is to visit construction projects in Medellín to verify some aspects such as: implementation strategies or not for the reuse of C&DW; promotion of local environmental managers. And to identify those projects that reuse waste and register with the local environmental authorities (Corantioquia, Cornare and the Valle de Aburrá Metropolitan Area) and recommend materials that have an internal waste reuse rate (circular economy).

Carrying out an inspection of the aforementioned aspects is the basis for complying with national regulation 0472 of 2017 and 1257 of 2021.

At the end of the project, it is expected to have measurable data in tons and percentages:

RCD properly

RCD internally takes advantage

RCD used by a manager

% of materials with waste reuse rate

**Keywords:** C&DW, reuse, national regulation 0472 of 2017 and 1257 of 2021.



## Tabla de contenido

Introducción.....	13
Problema.....	15
Justificación.....	18
Objetivos.....	20
Marco teórico.....	21
Metodología.....	28
Resultados.....	53
Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	80
Referencias.....	81

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Proyectos en construcción desarrollados en el trabajo de grado .....	28
Ilustración 2. Gestor Ben-Ya .....	34
Ilustración 3. Gestor Ben-Ya .....	34
Ilustración 4. Gestor MG Excedentes Industriales .....	35
Ilustración 5 Gestor Gestor Ingebiomas .....	36
Ilustración 6. Gestor Santa Cecilia .....	37
Ilustración 7. Proveedor Acerías Paz del Rio .....	39
Ilustración 8. Proveedor Ladrillera Santa Fe .....	40
Ilustración 9. Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Acuarela del Parque .....	43
Ilustración 10. Resultado final, proyecto Acuarela del Parque .....	44
Ilustración 11. Almacenamiento de escombros triturados, proyecto Acuarela del Parque .....	45
Ilustración 12. Trituración y almacenamiento de escombros, proyecto Acuarela del Parque .....	46
Ilustración 13. Resultado final, Acuarela del Parque .....	47
Ilustración 14. Resultado final, Acuarela del Parque .....	48
Ilustración 15. Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Alto Jardín .....	49
Ilustración 16. Almacenamiento de residuos sólidos reciclables, proyecto Alto Jardín .....	50
Ilustración 17. Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Avenida Park .....	51
Ilustración 18. Concretos reciclados para fabricación de topellantas, proyecto Avenida Park .....	52

## Lista de Tablas

Tabla 1. Beneficios ambientales por cumplimiento de la resolución nacional 1257 del 2021. .....	53
Tabla 2. Beneficios ambientales por cumplimiento de la resolución nacional 0472 del 2017. .....	55
Tabla 3. Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Acuarela del Parque .....	57
Tabla 4. Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Alto Jardín. ....	59
Tabla 5. Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Avenida Park .....	61
Tabla 6. Beneficios económicos por aprovechamiento y venta de RCD en los tres proyectos .....	63
Tabla 7. RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Acuarela del Parque. ....	66
Tabla 8. RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Alto Jardín.....	73
Tabla 9. RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Avenida Park.....	76

## Lista de Figuras

Figura 2. Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Acuarela del Parque.....	58
Figura 3. Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Alto Jardín .....	60
Figura 4. Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Avenida Park .....	62

## Introducción

El presente trabajo tiene la finalidad de crear estrategias para promover el correcto aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en los proyectos en construcción en la ciudad de Medellín.

Se realiza para dar cuenta de la gran problemática que vive el país y la región, debido a la alta generación de RCD que se producen en el desarrollo de las grandes ciudades, y la carencia de estrategias ambientales para promover el correcto aprovechamiento de estos residuos. Adicionalmente, se recolectó información de tres proyectos en construcción en la ciudad de Medellín de la constructora Arquitectura y Concreto los cuales son Acuarela del Parque, Alto Jardín y Avenida Park, allí con el apoyo de los residentes ambientales de la constructora, se registraron los indicadores de los residuos más predominantes generados durante el 2022 y se crearon estrategias para aprovechar la mayor cantidad posible internamente.

El método utilizado para recolectar la información y la creación de estrategias fue el de visitas de campo, todo concertado con los residentes ambientales de Arquitectura y Concreto, en las visitas se discutía sobre las posibilidades que había en el mercado para crear alianzas con gestores ambientales y de esta manera lo que no se pudiera aprovechar internamente entregárselo a uno de estos aliados que certifiquen este aprovechamiento. Por otra parte, antes de realizar estas alianzas, se procedió a revisar la base de datos del Área Metropolitana del Valle de Aburra para tener certeza de los gestores ambientales que ya estaban avalados por esta entidad y en ese orden de ideas trabajar con los mismos, de esta forma garantizaríamos que los certificados

de aprovechamiento expedidos por los gestores ambientales sirvieran para cumplir con las metas de aprovechamiento que tenían cada uno de los proyectos.

Se realizó visita a los gestores ambientales abordados en este trabajo para corroborar la actividad económica a la cual se dedicaban, en estas visitas se logró determinar la adecuada gestión que realizan con los RCD y su reintegro a la economía circular, esto con la finalidad de garantizar trazabilidad al momento de consolidar la información de los certificados de aprovechamiento.

En dichas visitas, se les explico a los gestores la importancia de que los certificados de aprovechamiento estén expedidos de acuerdo al anexo II de la resolución nación 1257 del 2021 FORMATO CONSTANCIA GESTORES, esto con la finalidad de realizar los reportes trimestrales de la manera más clara y coherente posible y de esta manera evitar posibles requerimientos por parte de la autoridad ambiental AMVA por mal manejo de la información.

Los datos de cantidades de RCD fueron muy amablemente aportados por Arquitectura y Concreto para realizar los análisis.

## Problema

El sector de la construcción contribuye a muchos de los impactos medioambientales. Según (Barrientos, 2016), la industria de la construcción es la principal consumidora de recursos en el mundo. Se estima que el 40% de la energía total mundial consumida y el 30% de emisiones de CO2 provienen de este sector.

La gran diferencia entre los países desarrollados y los países menos desarrollados es el sistema de legislación que rige a cada uno de ellos para la correcta gestión de los RCD, además de la conciencia ambiental de cada uno de sus habitantes y los impuestos recaudados para la inversión en nuevas tecnologías (Bravo, 2010).

En Sur América, Brasil fue el primer país en adoptar tecnologías de reciclaje al instalar una planta de RCD (Porrás, 2013). En Brasilia su capital, se producen cerca de 6,000 toneladas diarias para una producción anual de 2.2 millones de toneladas. Ante la magnitud de la producción de RCD y el pasivo ambiental que ella conlleva, diferentes investigadores han trabajado en la caracterización de residuos para darle uso en la industria de la construcción mostrando su viabilidad ambiental, técnica y económica.

Dentro del marco normativo colombiano, destaca la resolución 0472 del 2017, por la cual se reglamenta la adecuada gestión de los RCD y la resolución 1257 del 2021 por la cual se modifica la resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de los residuos de construcción y demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones, este es uno de los parámetros más importantes para medir la generación, recolección, separación en la fuente, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final de RCD

en nuestro territorio (AMCON, 2021).

El crecimiento urbanístico que se presenta en la ciudad de Medellín, se puede expresar en gran medida con el incremento del sector de la construcción, y, por ende, la constante y elevada generación de los RCD. Esta generación de RCD, se atribuye a la construcción de obras públicas y privadas que van desde edificaciones del orden institucional o gubernamental como centros administrativos, plazas de mercados, hospitales, colegios, entre otros. Estos, se construyen, tanto en espacios públicos como plazas, parques, vías, como hasta las de tipo residencial cuyo auge se evidencia en distintos sectores de la ciudad mediante actividades de construcción, adecuación y remodelación que impactan al ambiente de forma positiva y negativa (Ramírez, 2014, pág. 16). Los impactos negativos se dan por la inadecuada gestión ambiental de los RCD, que, en el mejor de los casos, su gestión se reduce a la recolección, transporte y disposición final, sin prácticas de aprovechamiento, lo que repercute directamente en la vida útil de los sitios autorizados por las autoridades ambientales locales para realizar las disposiciones.

Los impactos ambientales que genera la inadecuada gestión y disposición final de los RCD, principalmente se ven reflejados hacia el componente paisajístico, el deterioro de suelos y la contaminación de acuíferos que a su vez se ven reflejados en la afectación de la calidad de vida de la comunidad colombiana.

En Medellín los sitios de disposición final escasean y se hace inminente la búsqueda de estrategias para reutilizar los RCD al interior de los mismos proyectos que los generan, según cifras del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos se estima que la cifra actual es de 8,000 toneladas diarias (PGIRS MUNICIPIO DE



MEDELLIN 2016 -2027,) actualizado el 29 de mayo del 2023.

La gestión actual de los RCD en Medellín, se limita básicamente a la disposición final, ya que no se cuenta con la suficiente información para realizar un correcto aprovechamiento, aun cuando en el municipio rige la Resolución nacional 0472 de 2017, en el cual se reglamenta la política pública para la gestión de escombros en la ciudad y entre otras disposiciones establece la reutilización de materiales provenientes de escombros hasta en un 8% actual en cada obra en construcción.

Colombia en búsqueda del desarrollo ha presentado una creciente demanda en la construcción de obras civiles y públicas, generando consigo el aumento de residuos de construcción y demolición que contribuyen con la degradación del medio ambiente cada vez que se realiza una disposición inadecuada de ellos. Al convertirse en una problemática ambiental que entraba en conflicto con el aire, suelo, agua y el paisaje, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió en el año 2017 la reglamentación para la Gestión Integral de los residuos de construcción y demolición con el propósito de aprovechar un porcentaje no inferior al 2% del total de los materiales usados en obras y disminuir o evitar la interacción de estos residuos con los recursos ambientales evitando su contaminación.

## Justificación

A nivel mundial se están desarrollando posibles soluciones a la problemática actual de los RCD. La comisión europea propone aumentar la cantidad de materiales reciclados en el sector constructor. Para ello se propone jerarquizar los residuos, reutilizar y reciclar, recuperar materias primas y energía (CONOMA, 2018).

En países como Austria, Holanda y Alemania se utiliza como alternativa la restricción de vertidos de RCD y la democión selectiva desde los años 1993, 1997 y 1998 respectivamente, teniendo como política la “Ley de Ciclos”. Finalmente, Suecia prohíbe el vertido de RCD desde el 2002.

Otra medida de gran impacto es la imposición de impuesto para los vertidos de RCD, en el caso de Hong Kong, desde el 2005 se cobran impuestos por la disposición de RCD.

En el caso de Colombia, el comparendo ambiental es otra medida de gran impacto, el cual permite la imposición de sancionatorios a las personas o empresas cuando se causa un impacto negativo al medio ambiente, según lo dispuesto en la Ley 1259 del Congreso de la República, 2008.

En el 2014 se implementa el plan nacional de negocios verdes que busca el desarrollo, el fomento y la promoción de la oferta como de la demanda de negocios sostenibles en Colombia.

Los negocios verdes tienen una relación directa con la economía circular debido a que, desde el sector del aprovechamiento y valoración de los residuos, se pueden reincorporar al ciclo económico y productivo.

En el 2018 el gobierno de Colombia adopta la estrategia nacional de economía circular, la cual busca generar un ahorro hasta el 2022 de aproximadamente 11,700 millones de dólares anuales, generando nuevas formas de producción, consumo y aprovechamiento de residuos.

En Medellín encontramos casos exitosos como el de Indural, el cual se acopla al plan de modelo de negocio verde, ya que desde 1995 se dedica a la compra de RCD como materia prima en la fabricación de sus productos como: bloques, adoquines y revestimientos, el 80% de la materia prima utilizada para su fabricación son RCD reciclados y el 20% restante es materia prima comprada en cantera de agregados pétreos (tecnalia, 2018).

Es por esto que la presente propuesta se basa en la generación de estrategias para aportar a la solución de la problemática planteada que pueda ser aplicada con el paso a paso de las diferentes metodologías para reutilizar los RCD al interior de los proyectos en construcción en la ciudad de Medellín. Las estrategias estarán orientadas por tipología de RCD, es decir, cuáles son los más representativos o los que más se generan y como aprovecharlos internamente. También se incluirán los principales gestores que reutilizan los RCD, que estén avalados por las autoridades ambientales para que los proyectos en construcción envíen sus RCD a estos lugares. Además, se incluirá cuáles son los principales fabricantes de materiales para la construcción que utilizan residuos reciclados en su proceso como el caso de Indural, todo lo anteriormente mencionado en el marco de la resolución 0472 del 2017 (Aburrá, 2021).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Proponer estrategias ambientales para promover el correcto aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) de los proyectos en construcción en la ciudad de Medellín.

### **Objetivos específicos**

Estimar los beneficios ambientales que se obtienen al cumplir con los lineamientos establecidos para la adecuada gestión de los RCD, mediante los datos recopilados, siendo la fuente más relevante el Área Metropolitana del Valle del Aburra (AMVA), en la ciudad de Medellín.

Identificar, los beneficios económicos que se obtienen al cumplir con los lineamientos establecidos para la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), mediante la información recopilada de fuentes variadas.

Formular estrategias ambientales que sirvan como herramienta para la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la ciudad de Medellín.

## Marco teórico

Una de las formas de clasificación internacional es catalogar los RCD de acuerdo con su procedencia:

Materiales de excavación: tierra, arena, grava, rocas, etc.

Construcción y mantenimiento de obras civiles: asfalto, arena, grava, metales, etc.

Materiales de demolición: bloques de hormigón, ladrillos, drywall y porcelana.

De acuerdo a esta clasificación, dentro de los RCD se tienen en cuenta las tierras de excavación limpias, sin embargo, la resolución nacional 1257 del 2021 menciona que dichas tierras son excluidas al no ser consideradas residuo. De conformidad con lo anterior, los RCD se dividen en tres grandes grupos: RCD pétreos, RCD no pétreos y RCD no aprovechables.

Los RCD pétreos son los que contienen características para ser reutilizados nuevamente en los procesos constructivos como por ejemplo los residuos de concreto, los RCD no pétreos son los que por sus características se pueden reutilizar en otras actividades comerciales como es el caso del cartón y la chatarra y los RCD no aprovechables son los que por sus características no se pueden reutilizar como por ejemplo los residuos peligrosos o los residuos ordinarios.

A continuación, se definirán una serie de conceptos para entender mejor el mundo de los RCD:

**Residuos sólidos:** Son materiales desechados tras su vida útil, se componen

principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación de bienes de consumo.

**Gestión de los residuos sólidos:** Una adecuada administración de los residuos sólidos parte de la implementación de la economía circular en sus procesos, la economía circular se refiere a una economía industrial que es restaurativa por intención; apunta a depender de la energía renovable; minimiza, rastrea y elimina el uso de químicos tóxicos; y erradica los desechos a través de un diseño cuidadoso.

**Residuo de construcción y demolición (RCD):** Las sustancias, elementos y remanente por el uso de materiales en una actividad constructiva generan desperdicios que en la mayoría de veces no se destinan a un uso posterior, sólo separación como desecho. De otra parte, cuando se realizan transformaciones de renovación urbana, excavaciones o demoliciones se generan también escombros, los cuales en su mayoría podría ser utilizados en procesos de reconversión, pero poco se aprovechan, y en el peor de los casos se disponen en sitios que contaminan y generan externalidades para otros ámbitos.

El residuo de construcción y demolición RCD se refiere al material, sustancia u objeto que genera las actividades en obra de construcción o demolición, entre ellos se identifican residuos de tipo:

Concreto, ladrillos, tejas y materiales cerámicos. Madera, vidrio y plástico. Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados. Metales (incluidas sus aleaciones). Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje. Materiales de aislamiento y materiales de construcción que

contienen amianto. Materiales de construcción a partir de yeso. Otros residuos de construcción y demolición. Quedan excluidas las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, los residuos generados en las obras de construcción/demolición regulados como peligrosos y los residuos generados en las Industrias Extractivas.

**Gestión de los residuos de construcción y demolición:** Para que exista una adecuada gestión de los RCD, es necesario que los proveedores de productos y contratistas, adecuen sus procesos para que se dé cumplimiento a la reducción en la generación de residuos en los procesos a su cargo, reutilización de materiales que por sus características lo permitan y la valoración de los elementos y materiales obtenidos de los RCD para aprovechar las materias, subproductos y sustancias que contienen.

**Normatividad en la gestión de los residuos de construcción y demolición:** La resolución nacional 0472 del 2017, es la que se encarga de regular la adecuada gestión de los RCD en la ciudad de Medellín, mediante la construcción de los Planes de Manejo Integral de Residuos sólidos (PMIRS) por parte de cada proyecto que cuente con licencia de construcción, la autoridad ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburra se encarga de realizar el debido seguimiento a la radicación de dichos planes.

La Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promueve el cierre de ciclos de materiales, el aprovechamiento de subproductos e impone requisitos de trámite.

El 23 de noviembre del 2021, entró en vigencia la Resolución 1257 por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD.

Según el Minambiente, esta actualización normativa tiene como base la estrategia nacional de economía circular, la cual promueve el aprovechamiento de subproductos y el cierre de ciclos de materiales, priorizando dentro de sus metas y acciones la revalorización de RCD como uno de los mecanismos para la generación de sistemas productivos eficientes y sostenibles en materia ambiental, social y económica.



## **Materiales con mayor volumen de generación de RCD en los proyectos en construcción de Arquitectura y Concreto.**

Ladrillo (pétreo): Los residuos de ladrillo son generados en la etapa de mampostería, que consiste en el levantamiento de muros monolíticos que pueden resistir cargas de gravedad, sismos y fuertes vientos. Un porcentaje de los residuos generados en esta actividad, pueden ser reutilizar internamente, y en la actualidad en el municipio de Medellín no existen gestores ambientales que puedan transformar este residuo y devolverlo al ciclo productivo.

Residuos de concreto (pétreo): Los residuos de concreto son generados en las etapas de fundaciones, estructura y mampostería. Las fundaciones es la obra en contacto con la tierra, destinada a la transmisión de la carga muerta del edificio y las cargas móviles que actúan sobre él, y la estructura consiste en el esqueleto que soportas todas las cargas para llevar finalmente estos pesos al suelo. Los residuos generados en esta actividad, se pueden reutilizar internamente en muchas actividades, además en la actualidad existen gestores ambientales en el municipio de Medellín que pueden devolver dichos residuos al ciclo productivo.

Residuos de drywall (no pétreo): Los residuos de drywall son generados en la etapa de acabados, que consiste en el revestimiento de todos aquellos materiales que se colocan sobre una superficie de obra negra, es decir son los materiales finales que se colocan sobre pisos, muros, plafones, azoteas y obras exteriores. Los residuos generados en esta actividad no se pueden aprovechar internamente, debido a la capa de celulosa (cartón) y cal que recubre al material, en la actualidad existen gestores

ambientales en el municipio de Medellín que pueden devolver el residuo al ciclo productivo.

**Residuos de madera (no pétreo):** Tal vez uno de los residuos que más generan los proyectos constructivos, ya que la madera es utilizada en dos actividades, fundaciones y estructura. Los residuos generados de la madera, pueden ser reutilizados internamente toda su vida útil, en la actualidad existen gestores en el municipio de Medellín que pueden devolver al ciclo productivo los residuos maderables.

**Residuos sólidos reciclables (no pétreo):** Residuos generados en todas las etapas constructivas anteriormente mencionadas, los más comunes son: chatarra (metales ferrosos y no ferrosos), cartón, PVC, pasta, papel craft y archivo, plástico y pet, en la actualidad existen múltiples empresas en el municipio de Medellín que se encargan de devolver estos residuos al ciclo productivo.

**Análisis de las estrategias que utilizan los tres proyectos seleccionados para realizar la gestión de sus RCD.**

Mediante visitas de campo a los tres proyectos seleccionados, se pudieron establecer cuáles son las estrategias que utiliza Arquitectura y Concreto en sus obras para la adecuada gestión de los RCD:

**Separación en la fuente:** Se observa una correcta clasificación de los residuos RCD por tipología (escombros, sobrantes de concreto, maderables, drywall y residuos sólidos reciclables), cada uno de ellos cuenta con su respectivo acopio.

**Llenos estructurales:** Consiste en la colocación de capas, conformación y compactación de materiales provenientes de la excavación, como por ejemplo los residuos

de concreto y limo.

Reutilización entre obras: Las obras de Arquitectura y Concreto, reutilizan los RCD entre ellas, es decir, si un proyecto está necesitando limo o escombros para realizar un lleno estructural, la primera opción es buscar mediante correo institucional, que obra tiene disponibilidad del residuo y con la elaboración un memorando, se realiza toda la gestión.

Reutilización en alfareras: Los sobrantes de las excavaciones como el limo, son llevados a ladrilleras como Santa Cecilia y Santa Rita, donde dicho residuo es utilizado como materia prima para la fabricación de ladrillo, ambas ladrilleras entregan el debido certificado de aprovechamiento.

Cabe resalta que la ladrillera Santa Cecilia está inscrita como gestor ambiental de RCD ante la autoridad ambiental Corantioquia.

También los residuos maderables son llevados a las ladrilleras anteriormente mencionadas, para la combustión del material, el cual es utilizado para el secado del ladrillo, acá se da un aprovechamiento energético a partir del residuo y la ladrillera emite certificado de aprovechamiento.

Entrega de residuos a gestores ambientales de RCD inscritos ante las autoridades ambientales locales: Arquitectura y Concreto como empresa ambientalmente responsable, posee una base de datos de gestores ambientales de RCD inscritos ante las autoridades AMVA, Corantioquia y Cornare, las obras cuentan con la trazabilidad de los certificados de aprovechamiento.

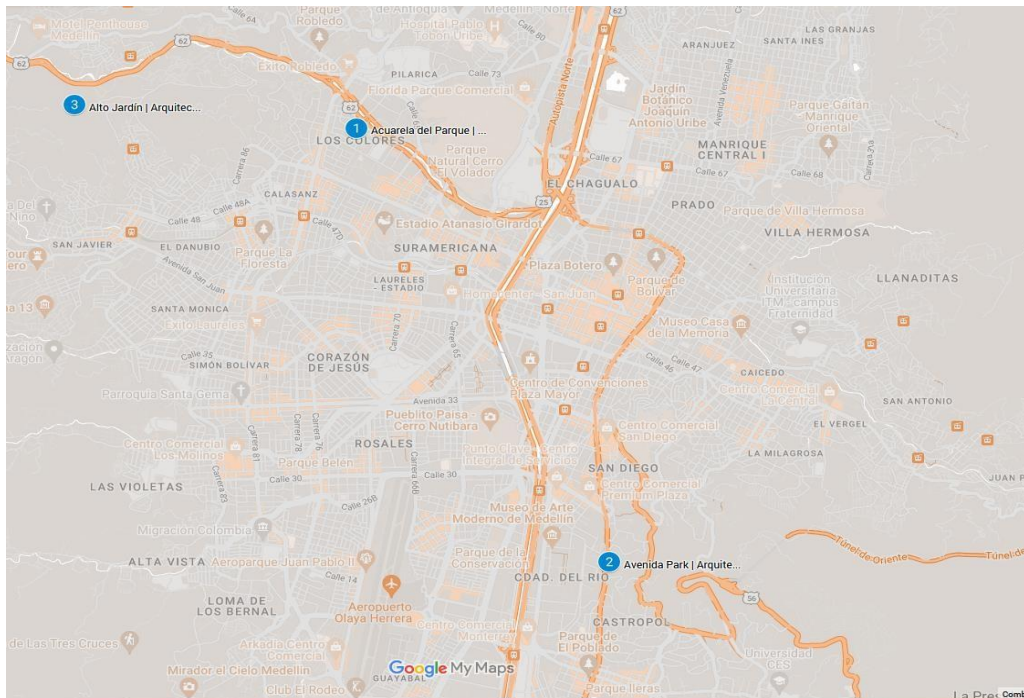
## Metodología

La metodología propuesta para la realización del proyecto fue descrita en un paso a paso listado a continuación:

**Zona de estudio:** La zona de estudio seleccionada son tres (3) proyectos en construcción en el municipio de Medellín, para ello se seleccionará una constructora que haga parte del gremio de la construcción CAMACOL, los datos obtenidos servirán para afianzar sus procesos de reutilización interna de RCD.

### Ilustración 1.

*Proyectos en construcción desarrollados en el trabajo de grado*



Fuente: Imagen tomada de Google My Maps (2023).

**Estimación de los beneficios ambientales:** Se estimará de forma cuantitativa los beneficios ambientales producto de la reutilización interna de los RCD, utilizando como herramienta principal la resolución 0472 del 2017, donde se debe cumplir una tasa de reutilización actual del 8% y que crecerá exponencialmente un 2% anual hasta llegar al 30%. Para estimar de manera cuantitativa los beneficios ambientales, primero se debe realizar la verificación de la separación en la fuente por parte de los contratistas, realizando visitas periódicas en los proyectos seleccionados. Luego, se realizan visitas a los sitios de acopio para la recolección del valor de los volúmenes de residuos generados. Después, se tomarán los datos de la reutilización de volúmenes de RCD aprovechados internamente en cada proyecto y la tipología de cada uno de ellos. Adicionalmente, se realizan visitas a las empresas gestoras de RCD para la recolección de la cantidad de volúmenes de los residuos que no fueron aprovechados internamente por los proyectos y que son entregados a gestores ambientales para su aprovechamiento y/o disposición final. Finalmente, a partir de la información anteriormente recolectada se realizará la cuantificación de los beneficios ambientales, de acuerdo con las metas establecidas por la constructora seleccionada (PACHECO, 2020).

**Identificación de los beneficios económicos:** Los beneficios económicos del proyecto, se evaluarán de forma cuantitativa, mediante el ahorro de recursos por aprovechamiento de RCD, venta de reciclaje, compra de materiales fabricados a partir de residuos y la disminución del uso de sitios de disposición final de la ciudad. Para estimar de manera cuantitativa los beneficios económicos, primero se deben clasificar los RCD que se aprovecharan internamente en los proyectos, para ello se utilizan acopios de residuos por tipología de RCD, además de clasificar también los RCD que se le entregaran a empresas gestoras y aprovechadoras de residuos que se encuentren inscritas ante las autoridades ambientales locales como aprovechadoras de RCD y

que certifiquen su actividad según el anexo II de la resolución nacional 0472 del 2017. Esta verificación se realizará mediante visitas periódicas en los proyectos seleccionados y se tomarán los datos por ahorro en disposición final. Adicionalmente, se solicitarán certificados a las empresas que le vendan materiales de construcción a los proyectos seleccionados y que en sus procesos tengan tasa de aprovechamiento, dichos materiales suelen ser más económicos que los que no tienen tasa de reutilización, lo cual supone un ahorro para los proyectos (Indural, 2021).

**Formulación de las estrategias ambientales:** Con los resultados obtenidos en los beneficios económicos y ambientales, se plantearán la construcción de las estrategias ambientales. La metodología que se utilizará se dividirá en dos partes, la primera relacionada con revisiones bibliográficas basadas en documentos, libros, artículos científicos, guías y conceptos que se relacionan con los RCD, la importancia del manejo, la reutilización, el aprovechamiento, educación ambiental, ciclo de vida de los materiales, y la disposición final. La segunda etapa se relaciona con el análisis de la información recolectada con la cual es posible construir el documento, articulando la problemática de los residuos de construcción y demolición con las diferentes alternativas de manejo viable y existentes en el entorno.

**Selección de la constructora y las obras con la cual se trabajarán las estrategias.**

La constructora seleccionada fue Arquitectura y Concreto S.A.S, la cual cuenta con múltiples obras en la ciudad de Medellín y debido a su enfoque ambiental, ya que cuenta con la figura de residente ambiental en cada uno de sus proyectos en ejecución, esta certificado en ISO 14001, en la actualidad algunos de sus proyectos le apuntan a la construcción sostenible LEED, en el 2020 ganó el premio a la responsabilidad social

regional Antioquia en la categoría de mejores prácticas ambientales en la construcción, es el potencial candidato para ejecutar actividades que promuevan el adecuado aprovechamiento de los RCD al interior de sus proyectos constructivos y la correcta selección de gestores ambientales que se especialicen en economía circular.

Arquitectura y Concreto es responsable económica, social y ambientalmente, garantizando el beneficio mutuo con sus grupos de interés.

Las obras con las cuales se desarrollarán estas estrategias, hacen parte de la constructora Arquitectura y Concreto y se encuentran ubicadas en el municipio de Medellín. Estas obras son las que se describen a continuación:

**Acuarela del Parque:**

Área construida: 84.05 m<sup>2</sup>

Área privada: 77.76 m<sup>2</sup>

3 habitaciones

2 baños

1 parqueadero

Dirección: Cra. 81 # 52C - 155 sector Estadio

Descripción del proyecto: El proyecto cuenta con piscina para adultos y niños, salón social, gimnasio, juegos infantiles, sauna, turco, zona de lectura, zona de mascotas y cancha múltiple.

Características ambientales: Ubicación central (sector estadio), espacio para implementar acopios para los diferentes tipos de RCD ya que cuenta con trituradora de escombros, fue seleccionado para desarrollar las estrategias en el aprovechamiento de RCD, su ubicación permite tener a disponibilidad todos los gestores ambientales que

en la actualidad prestan servicio en el AMVA.

**Alto Jardín:**

Área construida: 48.50 m<sup>2</sup>

Área privada: 44.25 m<sup>2</sup>

2 habitaciones

2 baños

Dirección: Cl. 50A # 87-215 Calasanz

Descripción del proyecto: El proyecto cuenta con gimnasio, salón social, placa deportiva, juegos infantiles, pista de triciclos, piscina para adultos y niños, zona BBQ, senderos ecológicos y zona de mascotas.

Características ambientales: Ubicación central (sector Calasanz), el proyecto cuenta con certificación CASA Colombia e implementará medidas de ahorro de agua, energía y energía embebida en los materiales, espacio para implementar acopios para los diferentes tipos de RCD y para el desarrollo de estrategias que posibiliten el aprovechamiento interno de los RCD, su ubicación permite tener a disponibilidad todos los gestores ambientales que en la actualidad prestan servicio en el AMVA.

**Avenida Park:**

Área construida: 86.48 m<sup>2</sup>

Área privada: 80.72 m<sup>2</sup>

3 habitaciones

3 baños

Dirección: Calle 19 No. 42-90

Descripción del proyecto: El proyecto cuenta con piscina para adultos y niños,



juegos infantiles, pet zone, salón social, salón de entretenimiento, salón fitness, sauna, turco, zona BBQ, Roof top con Teppanyaki y Lobby.

Características ambientales: Ubicación central (sector Castropol), el proyecto cuenta con certificación CASA Colombia en diseño, e implementará medidas de ahorro de agua, energía y energía embebida en los materiales, espacio para desarrollar estrategias que posibiliten el aprovechamiento interno de los RCD, su ubicación permite tener a disponibilidad todos los gestores ambientales que en la actualidad prestan servicio en el AMVA.

### **Gestores aliados para realizar el aprovechamiento de los RCD.**

En la actualidad los gestores que aprovechen RCD en Medellín y que estén inscritos ante las autoridades ambientales locales como Área Metropolitana, Corantioquia y Cornare, son muy pocos, a continuación, se relacionan los principales:

Ben-Ya: Gestor que se especializa en el aprovechamiento de residuos sólidos reciclables como cartón, papel archivo, pasta dura y blanda, pet, pvc, metales ferrosos, metales no ferrosos y plástico. Ben-Ya aparece inscrito como gestor de RCD ante la autoridad ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburra.

**Ilustración 2.**

*Gestor Ben-Ya*



**Ilustración 3.**

*Gestor Ben-Ya*



Fuente: Autoría propia

Nota: Se muestran imágenes de la bodega del gestor de RCD Ben Ya.

MG Excedentes Industriales: Gestor que se especializa en el aprovechamiento de los residuos de Drywall para transformarlo en abono orgánico e incorporarlo a los cultivos de hortalizas, en la actualidad se encuentra en proceso de inscripción como gestor de RCD ante las autoridades ambientales Corantioquia y Cornare.

#### Ilustración 4.

*Gestor MG Excedentes Industriales*



Fuente: Autoría propia

Nota: Se muestran imágenes de la trituración del Drywall en la bodega del gestor MG Excedentes Industriales.

Ingebiomas: Proveedor que se especializa en la gestión integrada de residuos maderables, en la actualidad se encuentra inscrito como gestor de RCD ante la autoridad ambiental Cornare.

### Ilustración 5

*Gestor Gestor Ingebiomas*



Fuente: Autoría propia

Nota: Se muestran imágenes del proceso de compostaje de la madera que realiza el gestor Ingebiomas.

Santa Cecilia: proveedor de ladrillo, agregados pétreos y gestor de RCD pétreos, residuos de excavación como limos y no pétreos, residuos maderables.

**Ilustración 6.**

*Gestor Santa Cecilia*



Fuente: Autoría propia

Nota. Se muestran imágenes de la planta de procesamiento del proveedor y gestor de RCD Santa Cecilia.

Indural: planta de aprovechamiento de RCD y prefabricados, generando beneficios ambientales y sociales y valorizando los residuos que se generan en proyectos de infraestructura, contribuyendo al tema de sostenibilidad en la construcción, cerrando el ciclo de vida de los productos y asegurando un adecuado manejo.

Sinesco: empresa de soluciones ambientales que promueve la sostenibilidad y la economía circular en el sector construcción e infraestructura, los residuos que se aprovechan son: escombros, madera, drywall, cartón, residuos ferrosos y no ferrosos, pvc, pet, plásticos y residuos pétreos como escombros.

## Clasificar las empresas que venden insumos para el sector constructor creados a partir de RCD.

Acerías Paz del Rio: Esta empresa se especializa en vender acero para las empresas constructoras, certifica con la tasa de aprovechamiento para la fabricación de su insumo, a continuación, se muestra un certificado del proyecto Alto Jardín, con los porcentajes de chatarra.

### Ilustración 7.

*Proveedor Acerías Paz del Rio*

<p>ADENDA 012 Bogotá, 08 de marzo de 2022 Señores</p> <p><b>ARQUITECTURA Y CONCRETO – OBRA ALTO JARDIN</b> Atn. LIGIA JOHANA LOBO GARCIA auxiliarambienta17@arquitecturayconcreto.com Residente Ambiental</p> <p><b>ADENDA A COMUNICADO PORCENTAJE DE CHATARRA RECICLADA</b></p> <p>En atención a su comunicado del 21 de febrero de 2022 en donde se solicita detallar el contenido de chatarra reciclada para las <b>DECLARACIONES AMBIENTALES DE ACERO</b> enviada para el año 2021 (enero a diciembre) y 2022 (enero a febrero), se indica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La fecha de registro de suministro de acero a la obra es el 9/8/2021</li> <li>2. El % del acero que se fabricó vía Convertidores (CV) y el % en Horno Eléctrico (H.E) es:</li> </ol>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PERIODO</th> <th>AÑO</th> <th>% Producción CV</th> <th>% Chatarra CV</th> <th>% Producción H.E</th> <th>% Chat H.E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENE - DIC</td> <td>2021</td> <td style="background-color: #d9ead3;">64.00%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">20.50%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">36.00%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">95.30%</td> </tr> <tr> <td>ENE - FEB</td> <td>2022</td> <td style="background-color: #d9ead3;">33.60%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">21.60%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">66.40%</td> <td style="background-color: #d9ead3;">93.70%</td> </tr> </tbody> </table>	PERIODO	AÑO	% Producción CV	% Chatarra CV	% Producción H.E	% Chat H.E	ENE - DIC	2021	64.00%	20.50%	36.00%	95.30%	ENE - FEB	2022	33.60%	21.60%	66.40%	93.70%	
PERIODO	AÑO	% Producción CV	% Chatarra CV	% Producción H.E	% Chat H.E														
ENE - DIC	2021	64.00%	20.50%	36.00%	95.30%														
ENE - FEB	2022	33.60%	21.60%	66.40%	93.70%														
<p>La cantidad de chatarra consumida para fabricar la cantidad de acero despachada a la obra es:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>ACERO SUMINISTRADO (t)</th> <th>CONSUMO DE CHATARRA (t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENE - DIC 2021</td> <td style="background-color: #d9ead3;">128</td> <td style="background-color: #d9ead3;">61</td> </tr> <tr> <td>ENE - FEB 2022</td> <td style="background-color: #d9ead3;">70</td> <td style="background-color: #d9ead3;">49</td> </tr> </tbody> </table>		Año	ACERO SUMINISTRADO (t)	CONSUMO DE CHATARRA (t)	ENE - DIC 2021	128	61	ENE - FEB 2022	70	49									
Año	ACERO SUMINISTRADO (t)	CONSUMO DE CHATARRA (t)																	
ENE - DIC 2021	128	61																	
ENE - FEB 2022	70	49																	
<p>Cordialmente,</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Yeison Enrique Acosta C Coordinador de Asistencia Técnica yeison.acosta@pazdelrio.com.co</p>																			
<p><b>Proveedor acerías Paz del Rio</b></p>																			


Fuente: Autoría propia

Nota: Adenda en la que se visualiza la cantidad de residuos reciclados utilizados para el proceso constructivo del acero.

Ladrillera Santafé: Esta empresa certifica el ladrillo comprado con la tasa de materiales reciclado, a continuación, se muestra un certificado del proyecto Acuarela del Parque, con los porcentajes de ladrillo reciclado.

### Ilustración 8.

*Proveedor Ladrillera Santa Fe*



BOGOTÁ D.C.  
Noviembre 30 de 2021.

**Señores:**  
**ARQUITECTURA Y CONCRETO S.A.S.**  
**Obra: Acuarela del Parque.**  
**NIT. 8000931173**  
**Ciudad**

Referencia: Certificado de Calidad de Materiales.

Por medio de la presente certificamos que: el Bloque N° 4 de Perforación Vertical (BL4PV), el Ladrillo Prensado Liviano 6cm Capuchino Pre-hidrofugado (LPRL6CPH), el Ladrillo Prensado Liviano 6cm Capuchino Pre-hidrofugado Pieza Accesorio (LPRL6ACCCPH), el Ladrillo Prensado Liviano 6cm Almendra Pre-hidrofugado (LPRL6ALH) y el Ladrillo Tolete Gran Formato Tierra 11,5 cm (LTGFT11,5cm) de Ladrillera Santafé S.A., son fabricados y suministrados de acuerdo a los siguientes parámetros:

Referencia	Kg/m <sup>3</sup>	Descripción	Cant [M <sup>3</sup> ]	Fuente Arcilla	Unidades Entregadas	Arcilla Usado [m <sup>3</sup> ]	Chamote Usado [m <sup>3</sup> ]	Distancia [Millas]	Fábrica
BL4PV	4,85	Arcilla Chamote (reciclado)	82 18	Minas Soacha	337.788	1.343,4	294,9	2,7	Planta Soacha
LPRL6CPH	2,20	Arcilla Chamote (reciclado)	80 20	Minas Soacha	772.380	1.359,4	339,8	5,4	Planta Usme
LPRL6ACCCPH	2,20	Arcilla Chamote (reciclado)	80 20	Minas Soacha	91.560	161,1	40,3	5,4	Planta Usme
LPRL6ALH	2,20	Arcilla Chamote (reciclado)	80 20	Minas Soacha	112	0,2	0,05	5,6	Planta Usme
LTGFT11,5cm	3,00	Arcilla Chamote (reciclado)	78 22	Minas Soacha	6.000	14,0	3,96	0,8	Planta Arcillas Soacha

*Materias primas utilizadas para la fabricación del ladrillo (porcentaje por unidad fabricada) y distancias de transporte de la mina a la Fábrica.*

**Permisos ambientales Planta Arcillas de Soacha:**

- Permiso emisiones: Resolución 4152, 21 de diciembre de 2017, Planta de Arcillas 1.
- Permiso emisiones: Resolución 1014, 24 de diciembre de 2016, Planta de Arcillas 2.
- Concesión de agua superficial: Resolución 2831 de 2 Septiembre de 2010.
- Permiso de Vertimientos y Ocupación de Cauca. Resolución DJUR No. 50207100847 de 29 mayo. 2020.

**Permisos ambientales Planta Soacha:**

- Permiso emisiones: Resolución 309, 13 de febrero 2020.
- Concesión de Agua Subterránea: Resolución 2295 de 9 Julio 2010.
- Permiso de Vertimientos y Ocupación e Cauca. Resolución DJUR No. 50207101639 de 2 diciembre 2020.

**Proveedor ladrillera Santa Fe**

Fuente: Autoría propia



Nota: Adenda en la que se visualiza la cantidad de residuos reciclados utilizados para el proceso constructivo del ladrillo.

## **Creación de estrategias para el aprovechamiento interno de los RCD en las obras en construcción.**

Mediante recopilación de la información en entidades como Área Metropolitana del Valle de Aburra, Gremio de La Construcción en Antioquia CAMACOL y con el apoyo de personal técnico y del departamento de gestión de la constructora Arquitectura y Concreto, se crean estrategias para una adecuada reutilización de los RCD dentro de los proyectos seleccionados.

Acuarela del Parque: En la actualidad el proyecto se encuentra en etapa de acabados y fundaciones de torre 4.

El proyecto reutiliza internamente los residuos de ladrillo y concreto en la construcción de rebancos de cocina, que es la construcción del segundo zócalo que se pone sobre el primero y posteriormente son revestidos en concreto.

**Ilustración 9.**

*Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Acuarela del Parque*



Fuente: Autoría propia

**Ilustración 10.**

*Resultado final, proyecto Acuarela del Parque*



Fuente: Autoría propia

Nota: Reutilización de RCD en los rebancos de cocinas, proyecto Acuarela del Parque.

Los residuos de concreto generados en las etapas de fundaciones y estructura son triturados y almacenados para luego ser reutilizados en elementos no estructurales (que no requieren mucha resistencia en concretos), como, por ejemplo: topellantas, sillas para zonas públicas y materas, todo fabricado a partir de concretos reciclados.

**Ilustración 11.**

*Almacenamiento de escombros triturados, proyecto Acuarela del Parque*



**Ilustración 12.**

*Trituración y almacenamiento de escombros, proyecto Acuarela del Parque*



Fuente: Autoría propia

Nota: Trituración y almacenamiento de RCD para su reutilización interna, proyecto Acuarela del Parque.

**Ilustración 13.**

*Resultado final, Acuarela del Parque*



**Ilustración 14.**

*Resultado final, Acuarela del Parque*



Resultado final, Acuarela del Parque

Fuente: Autoría propia

Nota: reutilización de concretos reciclados en elementos no estructurales.

Alto Jardín: El proyecto se encuentra en etapa de fundaciones, estructura y mampostería.

El proyecto se encuentra realizando reutilización de residuos de cimentación y pilotaje en llenos estructurales - nivelación de terreno.



**Ilustración 15.**

*Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Alto Jardín*



Fuente: Autoría propia

Nota: Reutilización de residuos de cimentación y pilotaje, proyecto Alto Jardín.

**Ilustración 16.**

*Almacenamiento de residuos sólidos reciclables, proyecto Alto Jardín*



Fuente: Autoría propia

Nota: Acopios de RCD no pétreos (residuos reciclables), proyecto Alto Jardín.

Avenida Park: El proyecto se encuentra en etapa de fundaciones y acabados.

El proyecto reutiliza los residuos de escombros (ladrillo y escombros) en los rebancos de cocina.

**Ilustración 17.**

*Reutilización de residuos de ladrillo y escombros, proyecto Avenida Park*



Fuente: Autoría propia

Nota: Reutilización de RCD en rebancos de cocina, proyecto Avenida Park

**Ilustración 18.**

*Concretos reciclados para fabricación de topellantas, proyecto Avenida Park*



Fuente: Autoría propia

Nota: Reutilización de RCD en elementos no estructurales topellantas, proyecto Avenida Park.

## Resultados.

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos por el aprovechamiento de RCD en los tres proyectos objeto de estudio durante todo el año 2022.

**Tabla 1.**

*Beneficios ambientales por cumplimiento de la resolución nacional 1257 del 2021.*

<b>Obra</b>	<b>Total de residuos generados (kg)</b>	<b>Total aprovechamiento de residuos</b>	<b>% de aprovechamiento (aprovechados/generados)</b>	<b>Meta según resolución (categoría según municipio)</b>
Acuarela del Parque	8.454.157,08	5.896.657,02	69.75%	25%
Alto Jardín	1.526.041,48	787.952,61	51.63%	50%

Fuente: Autoría propia (2022).

Como se observa en la tabla anterior, los proyectos Acuarela del Parque y Alto Jardín debían cumplir con una meta de aprovechamiento interna del 25% y 50% respectivamente, esto se debe a que la resolución 1257 categoriza los proyectos según el municipio donde estén ubicados, para el caso en mención ambos proyectos están ubicados en el municipio de Medellín, ciudad principal y categoría especial. Acuarela del Parque logro aprovechar 44.75% más de lo que exige la resolución, mientras que

Alto Jardín aprovechó 1.63% más. Sobrepassar la meta fue posible gracias a estrategias ambientales como la reutilización de RCD en la fabricación de los rebancos de cocina, trituración de escombros para la fabricación de elementos no estructurales como topellantas, jardineras y sillas para parques públicos, reutilización de RCD y residuos de pilotaje en llenos estructurales.

**Tabla 2.**

*Beneficios ambientales por cumplimiento de la resolución nacional 0472 del 2017.*

<b>Obra</b>	<b>Carga muerta (kg/obra)</b>	<b>Cantidad de RCD aprovechados en la obra (kg/obra)</b>	<b>Cantidad de RCD aprovechados por receptores (kg/obra)</b>	<b>Cantidad de RCD recibidos en planta de aprovechamiento (kg/obra)</b>	<b>% de aprovechamiento (aprovechados/generados)</b>	<b>Meta según resolución (crece 2% anual desde el 2017 hasta que finaliza el proyecto)</b>
Avenida Park	16.092.000	4.738.768,7	57.931,47	1.179.722,23	40.49%	12%

Fuente: Autoría propia (2022).

Como se observa en la tabla anterior, el proyecto Avenida Park debía cumplir con una meta de aprovechamiento interna del 12%, esto se debe a que la norma incrementaba un 2% anual la tasa de aprovechamiento interna desde el 2017 que se decretó hasta el 2022 que fue el último año en que operó la resolución 0472 y año de finalización del proyecto. El proyecto Avenida Park logró aprovechar 28.49% más de lo que exigía la resolución. Esto fue posible gracias a las estrategias ambientales ilustradas en este trabajo.

Utilizando estrategias para aprovechar los RCD y promoviendo el uso de gestores ambientales inscritos ante las autoridades ambientales, se logra aumentar la participación en ahorro por aprovechamiento de residuos pétreos y venta de residuos no pétreos en los tres proyectos objeto de estudios, obtención de beneficios económicos por la venta y aprovechamiento de los mismos, disminución de la huella de carbono por transporte de residuos y además de contribuir a la vida útil de rellenos sanitarios y sitios de disposición final.



**Tabla 3.**

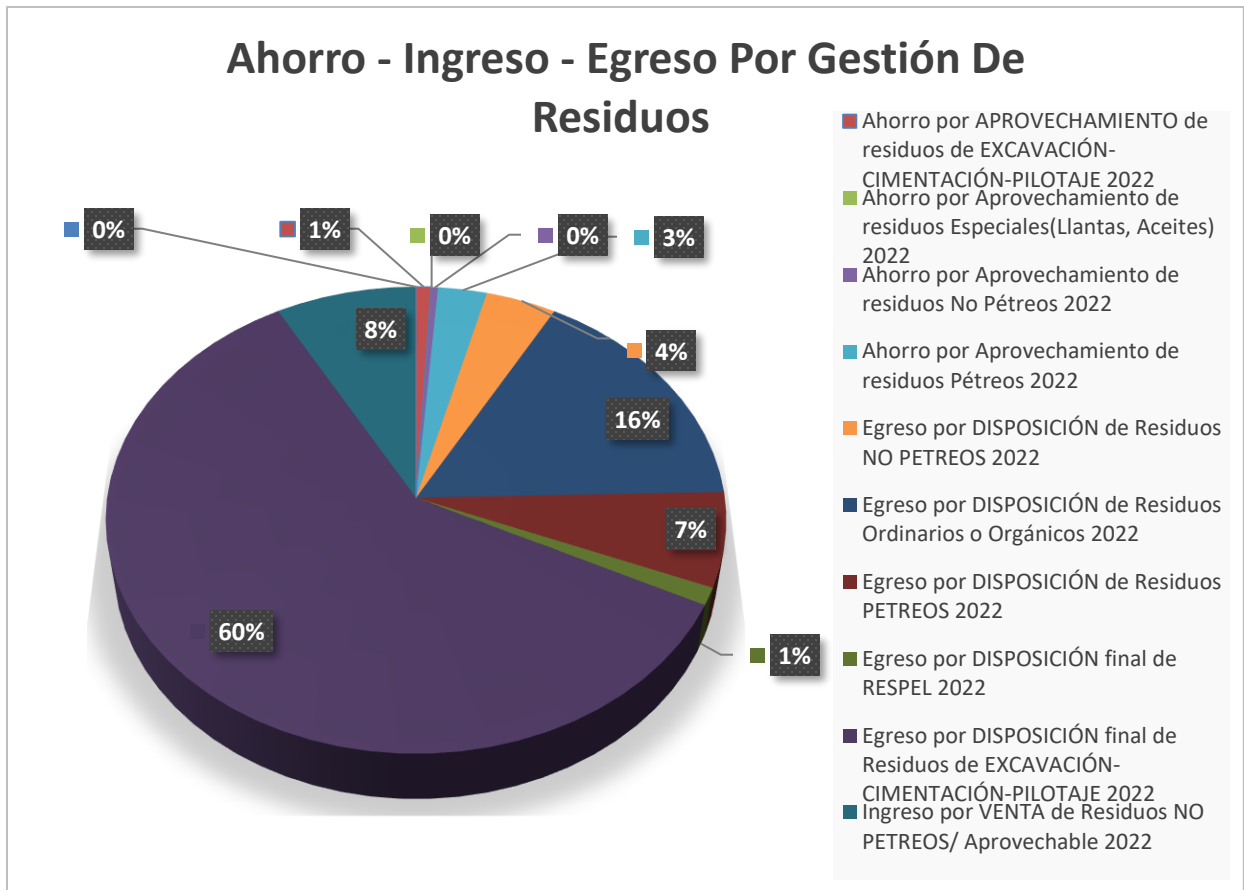
*Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Acuarela del Parque.*

<b>Ahorro - Ingreso – Egreso</b>	<b>Valor (M COP)</b>
Ahorro por APROVECHAMIENTO de residuos de EXCAVACIÓN-CIMENTACIÓN-PILOTAJE	\$ 807.250,00
Ahorro por Aprovechamiento de residuos Especiales (Llantas, Aceites)	\$ 21.600,00
Ahorro por Aprovechamiento de residuos No Pétreos	\$ 348.600,00
Ahorro por Aprovechamiento de residuos Pétreos	\$ 2.637.750,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos NO PETREOS	\$ 3.810.250,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos Ordinarios u Orgánicos	\$ 15.608.146,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos PETREOS	\$ 6.166.000,00
Egreso por DISPOSICIÓN final de RESPEL	\$ 1.141.993,90
Egreso por DISPOSICIÓN final de Residuos de EXCAVACIÓN- CIMENTACIÓN-PILOTAJE	\$ 56.325.450,00
Ingreso por VENTA de Residuos NO PETREOS/ Aprovechable	\$ 7.601.310,00

Fuente: Indicadores Arquitectura y Concreto.

**Figura 1.**

*Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Acuarela del Parque.*



En el proyecto Acuarela del Parque el egreso de residuos más alto lo tuvieron los residuos de excavación-cimentación-pilotaje con una participación del 60% del total de los residuos, seguido de la disposición final de residuos ordinarios u orgánicos con una participación del 16%.

Los ingresos por venta de residuos no pétreos/aprovechables tienen una participación del 8% del total de los residuos.

En cuanto a los ahorros, el aprovechamiento de residuos pétreos por trituración de escombros tiene una participación del 3% del total de los residuos.

**Tabla 4.**

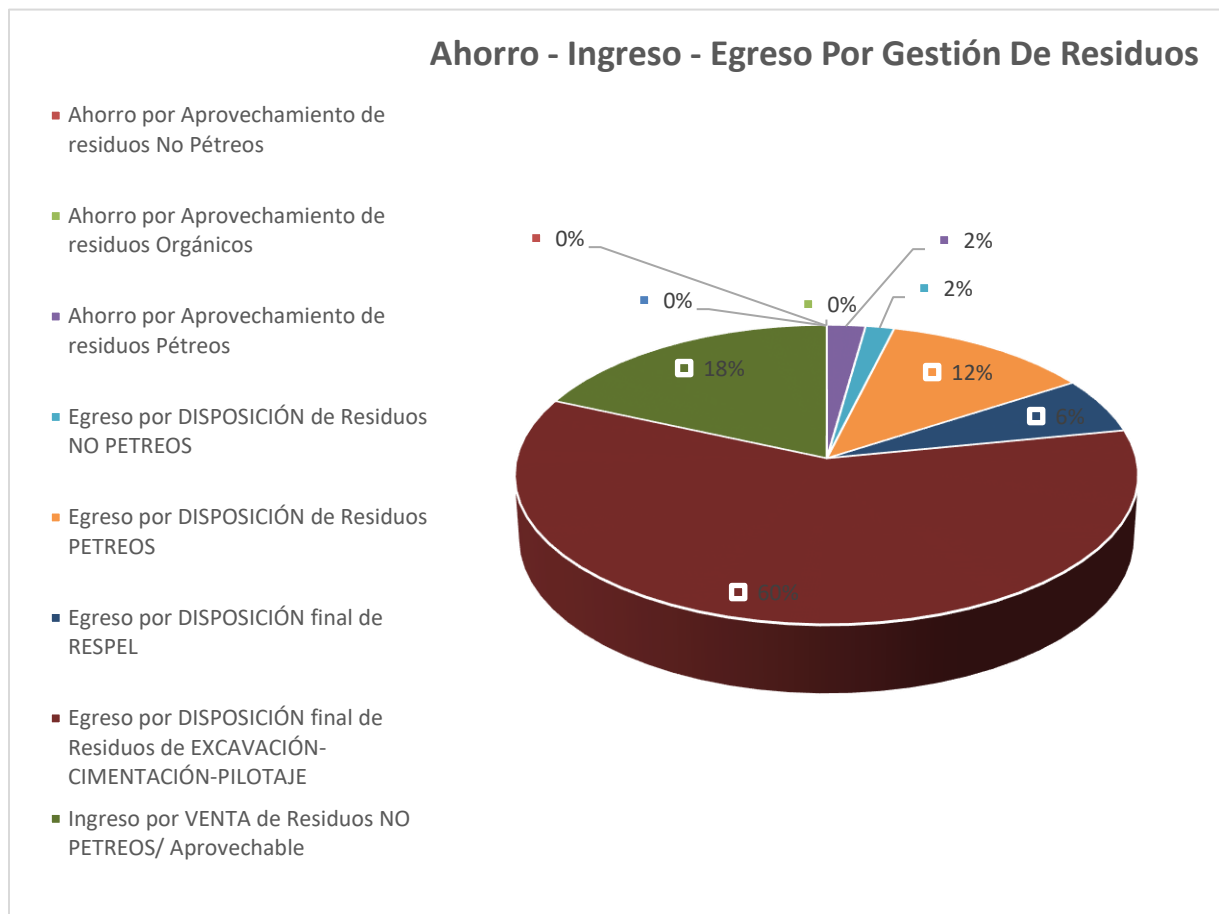
*Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Alto Jardín.*

<b>Ahorro - Ingreso - Egreso</b>	<b>Valor (M COP)</b>
Ahorro por Aprovechamiento de residuos No Pétreos	\$ -
Ahorro por Aprovechamiento de residuos Orgánicos	\$ -
Ahorro por Aprovechamiento de residuos Pétreos	\$ 989.026,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos NO PETREOS	\$ 735.000,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos PETREOS	\$ 5.351.375,00
Egreso por DISPOSICIÓN final de RESPEL	\$ 2.672.331,00
Egreso por DISPOSICIÓN final de Residuos de EXCAVACIÓN-CIMENTACIÓN-PILOTAJE	\$ 26.544.820,00
Ingreso por VENTA de Residuos NO PETREOS/ Aprovechable	\$ 8.175.210,00

Fuente: Indicadores Arquitectura y Concreto.

**Figura 2.**

*Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Alto Jardín.*



En el proyecto Alto Jardín el egreso de residuos más alto lo tuvieron los residuos de excavación-cimentación-pilotaje con una participación del 60%, seguido de la disposición final de residuos pétreos con una participación del 12%.

Los ingresos por venta de residuos no pétreos/aprovechables tiene una participación del 18% del total de los residuos.

El ahorro por aprovechamiento de residuos pétreos tiene una participación del 2% del total de los residuos.

**Tabla 5.**

*Beneficios económicos, ahorro-ingreso-egreso de residuos, obra Avenida Park.*

<b>Ahorro - Ingreso - Egreso</b>	<b>Valor (M COP)</b>
Ahorro por APROVECHAMIENTO de residuos de EXCAVACIÓN-CIMENTACIÓN-PILOTAJE	\$ 19.510.600,00
Ahorro por Aprovechamiento de residuos Orgánicos	0
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos NO PETREOS	\$ 11.193.000,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos Ordinarios u Orgánicos	\$ 41.677.000,00
Egreso por DISPOSICIÓN de Residuos PETREOS	\$ 2.902.224,00
Egreso por DISPOSICIÓN final de RESPEL	\$ 761.076,00
Egreso por DISPOSICIÓN final de Residuos de EXCAVACIÓN-CIMENTACIÓN-PILOTAJE	\$ 35.707.710,00
Ingreso por VENTA de Residuos NO PETREOS/ Aprovechable	\$ 9.144.550,00

Fuente: Indicadores Arquitectura y Concreto.

**Figura 3.**

*Ahorro-ingreso-egreso por gestión de residuos obra Avenida Park.*



En el proyecto Avenida Park el egreso de residuos más alto lo tuvieron los residuos ordinarios u orgánicos con una participación del 34% del total de los residuos, seguido de la disposición de residuos de excavación-cimentación-pilotaje con una participación del 30%.

El ingreso por venta de residuos no pétreos/aprovechables corresponde al 8% del total de los residuos.

El único ahorro que se logró tener en el proyecto fueron los residuos de excavación, cimentación y pilotajes con una participación del 16% del total de los residuos.

**Tabla 6.**

*Beneficios económicos por aprovechamiento y venta de RCD en los tres proyectos.*

<b>Obra</b>	<b>Ingreso por venta de residuos no pétreos/aprovechables</b>	<b>Ahorro por aprovechamiento de residuos de excavación</b>	<b>Ahorro por aprovechamiento de residuos pétreos</b>	<b>Ahorro por aprovechamiento de residuos no pétreos</b>
Acuarela del Parque	\$ 7.601.310,00	\$ 807.250,00	\$ 2.637.750,00	\$ 348.600,00
Alto Jardín	\$ 8.175.210,00	-	\$ 989.026,00	-
Avenida Park	\$ 9.144.550,00	\$ 19.510.600,00	-	0
<b>Total</b>	<b>\$ 24.921.070</b>	<b>\$ 20.317.850</b>	<b>\$ 3.626.776</b>	<b>\$ 348.600,00</b>

Fuente: Autoría propia (2022).

En la tabla anterior podemos ver como la correcta gestión de los RCD genera beneficios económicos a los proyectos en construcción, estos recursos pueden ser invertidos nuevamente en la compra de equipos como trituradoras y la creación de nuevas dosificaciones de concretos para fabricación de elementos constructivos que no requieran muchas resistencias.

Las estrategias que mejores resultados arrojaron en la elaboración de este trabajo fueron:

Venta de residuos reciclables a gestores inscritos ante las autoridades ambientales locales, los residuos que no se lograron aprovechar internamente, fueron gestionados por terceros que se especializan en estas actividades comerciales como lo es el reciclaje, y de esta manera se obtiene un porcentaje de participación en su aprovechamiento y se impacta directamente la normatividad 1257 del 2021, Acuarela del Parque vendió \$ 7.601.310,00 de residuos reciclables, Alto Jardín vendió \$ 8.175.210,00 de residuos reciclables y Avenida Park vendió \$ 9.144.550,00 de residuos reciclables.

La trituración y el aprovechamiento de residuos internamente, aunque no es un proyecto muy consolidado en Arquitectura y Concreto, fui testigo del gran potencia que tiene este tipo de aprovechamiento, ya que, a partir de la trituración, se disminuye en gran proporción el volumen de los residuos y son mucho más aptos para el consumo interno, como por ejemplo en fabricación de elementos no estructurales, Acuarela del Parque ahorro \$ 2.637.750,00 en trituración de



escombros, Alto Jardín ahorro \$ 989.026,00 en aprovechamiento de escombros en llenos estructurales, Avenida Park no incursiono en esta estrategia.

A continuación, se presentan tablas por proyecto donde se muestran los residuos más relevantes generados en todo el año 2022, el tratamiento que se le realizó a cada residuo y una conclusión.

**Tabla 7.**

*RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Acuarela del Parque.*

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Chatarra	No Pétreos	57.360	Establecimien tos depunto limpio/cates 11.115 kg, Planta de tratamiento / Empresa con Licencia y certificado 46.245 kg	Los residuos de chatarra fueron aprovechados por chatarrería BenYa 57.360 kg.
Residuos de excavación cimentación y pilotaje (Fundación)	Excavación - cimentación- pilotaje	2.218.766.72	Receptor 700.010.64kg, Aprovechamie nto interno en obras AyC 42.178.64 kg, Planta de disposición	De los 2.218.766.72 kg se lograron aprovechar 1.071.105,28 kg entre Receptor, aprovechamiento interno y planta

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
			final 1.147.661.44 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 328.916 kg	de tratamiento
Discos abrasivos	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	11	Planta de disposición final 11 kg	Residuos peligrosos dispuestos con gestor ambiental Mi Vereda Ambiental
Drywall	No pétreo	49.729.9	Punto limpio 49.729.9	Se entrega a MG Excedentes Industriales para su aprovechamiento
Líquidos contaminados con hidrocarburos	Residuos Contaminados Respel	13	Planta de disposición final 13 kg	Residuos peligrosos dispuestos con gestor ambiental Mi Vereda Ambiental
Fibra de vidrio	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	9	Planta de disposición final 9 kg	Residuos peligrosos dispuestos con gestor ambiental

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
				Mi Vereda Ambiental
Sólidos contaminados con hidrocarburos	Residuos Contaminados Respel	869.6	Incineración 55 kg, planta de disposición final 814.6 kg	Residuos peligrosos dispuestos con gestor ambiental Mi Vereda Ambiental
Madera	No Pétreos	227.985.2	Establecimientos depunto limpio/cates 2.777.46 kg, Plantade tratamiento/Empresacon Licencia y certificado 225.207.74 kg	Los residuos maderables se aprovecharon en ladrillera como aprovechamiento energético y con el gestor ambiental Ingebiomas 227.985.2 kg
Otros residuos peligrosos	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	110	Planta de disposición final 110 kg	Residuos peligrosos dispuestos con gestor ambiental Mi Vereda Ambiental
Papel cemento recuperable	No Pétreos	1.242	Receptor 207 kg, tratamiento/Aprovechamiento -	1035 kg fueron recuperados por el programa sacos verdes de Argos

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
			Empresacon Licencia y certificado 1035 kg	
Papel de archivoy plegadiza	No Pétreos	514	Receptor 20 kg, tratamiento/A provec hamiento – Empresa con Licencia y certificado 494 kg	Residuos de archivo aprovechados por el gestor Repika
Polietileno de baja densidad	No Pétreos	4.455	Establecimien tos depunto limpio/cates 797 kg, tratamiento/A provec hamiento - Empresacon Licencia y certificado 3.658 kg	Residuos sólidos aprovechado por el gestor ambiental BenYa 4.455 kg
Polietileno de alta densidad	No Pétreos	2.158	Establecimien tos depunto limpio/cates 454 kg, tratamiento/A	Residuos sólidos aprovechado por el gestor ambiental BenYa 2.158 kg

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
			provechamiento – Empresa con Licencia y certificado 1.704 kg	
PVC	No Pétreos	2.643	Establecimientos depunto limpio/cates 665 kg, tratamiento/A provechamiento - Empresacon Licencia y certificado 1.978 kg	Residuos sólidos aprovechado por el gestor ambiental BenYa2.643 kg
Residuos eléctricos y electrónicos	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	10	Planta de disposición final 10 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental
Residuos químicos líquidos caducados o contaminados	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	1.473.5	Planta de disposición final 1.473.5 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental
Bombillas y/o luminarias	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	63	Incineración 2 kg, planta de disposición	El residuo fue tratado por el gestor ambiental

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
			final 46 kg, tratamiento/A provec hamiento - Empresa con Licencia y certificado 15 kg	MyV Ambiental 15 kg
Escombros Mezclados	Pétreos	5.545.789.33	Aprovechamiento interno en obras AyC 1.726.192.14 kg, planta de disposición final 1.076.337.85 kg, tratamiento/A provec hamiento - Empresa con Licencia y certificado 2.743.259.34 kg	Se logró aprovechar un total de 446.945.148 kg del residuo, entre aprovechamientos internos en obra y empresas con licencias
Aceites Usados de Maquinaria	RESPEL – No susceptible a aprovechamiento	2.193.2	Planta de disposición final 2.193.2 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Cartón	No Pétreos	7.867	Establecimien tos depunto limpio/cates 7.867 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental BenYa
Residuos de excavación adecuación de Terreno (Mov Tierra)	Excavación- cimentación- pilotaje	42.964880.39	Planta de disposición final 10.963063.01 kg, Planta de tratamiento/A provec hamiento - Empresacon Licencia y certificado 32.001817.38 kg	Se logró aprovechar 32.001817.38 kg con los gestores ambientales Indural y Sinesco
Residuos ordinarios	Ordinarios	30.717.06	Planta de disposición final 23.901.76 kg, tratamiento/A provec hamiento 6.815.3 kg	Abonos orgánicos, composteras, se logró aprovechar 6.815.3 kg de los residuos orgánicos generados
Empaques contaminados con productos químicos	Residuos Contaminados Respel	655	Planta de disposición final 655 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental



<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Filtros usados	Residuos Contaminados Respel	104	Planta de disposición final 104 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental
Tierra/Arena contaminada	Residuos Contaminados Respel	40	Planta de disposición final 40 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental

Fuente: Autoría propia (2022).

**Tabla 8.**

*RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Alto Jardín.*

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Chatarra	No Pétreos	4.523	Planta de tratamiento 4.523 kg	Los residuos de chatarra fueron aprovechados por chatarrería BenYa 4.523 kg

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Residuos de excavación cimentación y pilotaje (Fundación)	Excavación-cimentación-pilotaje	1.011.915.87	Aprovechamiento interno en obras AyC 355.693.63 kg, Planta de disposición final 344.084.83 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 312.137.41kg	De los 1.011.915.87 kg, se lograron aprovechar 667.831.04 kg internamente y en planta de tratamiento como Santa Cecilia para fabricación de ladrillo.
Madera	No Pétreos	11.109.84	Receptor 5.554.92 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 5.554.92 kg	Se entregó a ladrillera inscrita como gestor de RCD para aprovechamiento energético 5.554.92 kg y al gestor Ingebiomas para aprovechamiento en compostaje 5.554.92 kg
Papel cemento recuperable	No Pétreos	476	Receptor 99 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 377 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa 99 kg y al programa sacos verdes de Argos 377 kg, ambos para su aprovechamiento

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Polietileno de baja densidad	No Pétreos	765	Punto limpio/cates 765kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento
Polietileno de alta densidad	No Pétreos	416	Punto limpio/cates 416kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento
PVC	No Pétreos	626	Punto limpio/cates 626kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento
Escombros Mezclados	Pétreos	159.835.57	Planta de disposición final 159.835.57	No se lograron aprovechar.
Cartón	No Pétreos	1.089	Punto limpio/cates 1.089 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento
Residuos de excavación adecuación de Terreno (Movimiento de Tierra)	Excavación-cimentación-pilotaje	11.168.307.96	Receptor 166.307.67 kg, Aprovechamiento interno en obras AyC 348.596.79 kg, Planta de disposición final 4.477.359.37 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 6.176.044.13 kg	De los 11.168.307.96 kg, se lograron aprovechar 6.690.948.59 kg entre receptor (Santa Cecilia), aprovechamiento interno y planta de tratamiento.

Fuente: Autoría propia (2022)

**Tabla 9.**

*RCD'S más relevantes generados en todo el año 2022 Avenida Park.*

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Chatarra	No Pétreos	9.400	Punto Limpio/cates 8.745 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 655 kg	Los residuos de chatarra fueron aprovechados por chatarrería BenYa 8.745 kg, 655 kg fueron aprovechados por Ternium
Residuos de excavación cimentación y pilotaje (Fundación)	Excavación-cimentación-pilotaje	2.233.455,71	Planta de disposición final 1.471.368,96 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 714.722.85kg, Receptor 47.363.9kg	De los 2.233.455,71 kg, se lograron aprovechar 762.086,75 kg entre planta de tratamiento (Sinesco) y receptor (obras AyC).
Drywall	No Pétreos	8.844.11	Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 8844.11 kg	Los residuos de Drywall fueron aprovechados y certificados por la empresa Ingebiomas
Solidos contaminados con hidrocarburos	Residuos contaminado RESPEL	170	Planta de disposición final 170 kg.	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Madera	No Pétreos	85.029.95	Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 74.462.38 kg, Receptor 10.567.57 kg	Se realiza aprovechamiento con el gestor Ingebiomas 74.462.38 kg y se envían a ladrillera (receptor) 10.567.57 kg
Polietileno de baja densidad	No Pétreos	379	Punto limpio/cates 230 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 149 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento 379 kg
Polietileno de alta densidad	No Pétreos	496	Punto limpio/cates 478 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 18 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento 496 kg
PVC	No Pétreos	1.202	Punto limpio/cates 1.146 kg, Planta de tratamiento/Empresa con Licencia y certificado 56 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento 1.164 kg
Escombros Mezclados Sin Procesar	Pétreos	120.782,55	Planta de disposición final 59.240.96 kg, aprovechamiento interno entre obras 61.541.59 kg	De los 120.782,55 kg, se lograron aprovechar 61.541.59 kg en la obra Nogales de Belverde de la constructora Contex SAS BIC, los otros 59.240.96kg se fueron a sitios de disposición final
Aceites Usados de	No Pétreos	179	Planta de disposición final 179 kg.	El residuo fue tratado por el

<b>Residuo</b>	<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Cantidad en kg</b>	<b>Tratamiento en kg</b>	<b>Conclusión</b>
Maquinaria				gestor MyV Ambiental
Cartón	No Pétreos	1.791	Punto limpio/cates 1.791 kg	Se entregó a la chatarrería BenYa para su aprovechamiento
Residuos ordinarios	No Pétreos	41.244.82	Planta de disposición final 41.244.82 kg	El residuo se le entrego a la empresa de aseo Emvarias para su disposición en relleno sanitario
Empaques contaminados con RESPEL	No Pétreos	137	Planta de disposición final 137 kg	El residuo fue tratado por el gestor ambiental MyV Ambiental

Fuente: Autoría propia (2022)

## Conclusiones

Con la identificación de estrategias ambientales para el aprovechamiento de los RCD al interior de los proyectos constructivos, se logró estimular la reutilización de los RCD en actividades constructivas, disminuyendo el gasto de recursos económicos y aumentando la vida útil de los lugares de disposición final.

El RCD que mayor beneficio ambiental trajo a los proyectos fue el residuo de excavación, ya que se logró reutilizar una gran cantidad de este residuo en llenos estructurales al interior de los proyectos.

El RCD que mayor impacto ambiental negativo se identificó durante la elaboración del trabajo, fueron los residuos de excavación cimentación y pilotaje, ya que la gran mayoría de estos residuos, terminaron en lugares de disposición final ya que no fue posible su aprovechamiento debido a su composición.

Cuando se ponen en práctica actividades de reutilización de RCD, compra de materiales pétreos con tasa de reutilización de RCD en su fabricación, aprovechamiento de RCD en plantas certificadas por las autoridades ambientales locales, se genera un ahorro significativo en transporte de materiales y residuos, para este trabajo el ahorro fue de \$ 49.214.296, lo cual beneficia directamente a las empresas constructoras económicamente e indirectamente beneficia al medio ambiente en la disminución de gases efecto de invernadero y huella de carbono.

## Recomendaciones

Se recomienda implementar medición de los residuos orgánicos aprovechados internamente en compostaje y huertas caseras, en proyectos como Acuarela del Parque y Alto Jardín se pudieron visualizar dichas actividades, pero no se tienen implementados indicadores como organización.

Todos los RCD deben tener un acopio principal, deben estar separados de los demás residuos para garantizar su adecuada reutilización interna, los demás residuos que no se puedan aprovechar por su composición, también deberían estar separados por acopio.

Se recomienda a Arquitectura y Concreto, iniciar con el programa de huella de carbono, y así determinar cuáles son los sitios de disposición final, plantas de aprovechamiento y proveedores más cerca a cada obra para disminuir consumos de combustibles.

Las autoridades ambientales locales, deberían realizar visitas más periódicas a los proyectos constructivos, para verificar el cumplimiento de la Resolución nacional 1257 del 2021 por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones, revisar el correcto registro de los informes trimestrales de residuos con todos sus anexos.



## Referencias

- Aburrá, Á. M. (05 de noviembre de 2021). Metropól:  
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Paginas/RCD.aspx>
- Barrientos, F. (2016). Los escombros: La gestión de RCD en el mundo.  
CARTIF.
- Bravo, F. N. (noviembre de 2010). ideassonline.  
<http://www.ideassonline.org/public/pdf/RCDDocumentEsp.pdf>
- CONOMA, F. (26 y 29 de noviembre de 2018). ECONOMÍA CIRCULAR  
EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.  
[http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6\\_finall.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_finall.pdf)
- Europeo, P. (2014). Oportunidades para un uso más eficiente de los  
recursos en el sector de la construcción. Indural. (2021). Reporte de sostenibilidad.  
<https://indural.com/sostenibilidad/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 0472.  
Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0472-de-2017/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Resolución 1257.  
Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1257-de-2021/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Resolución 1257

– Anexos.

Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1257-de-2021-anexos/>

PACHECO, N. B. (2020). repository.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Porras, A. C. (2013). UNIDAD LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN: ESTUDIO DE CASO BOGOTÁ D.C. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n2/v23n2a06.pdf>

Tecnalia. (2018). Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia. Tecnalia.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Bogotá D.C <https://www.ambientebogota.gov.co/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd-en-obra>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). Resolución 1115.  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49822>