

**Análisis de factibilidad para una aplicación digital, enfocada en la gestión y manejo  
de RCD de obra en proyectos de pequeña escala en Bogotá.**

Elaborado por:

Wendy Liliana Herrera Almanza

Daniel Gerardo Robles Bautista

Luisa Fernanda Cruz Ariza

Diego Alejandro Orjuela Uzeta

Programas académicos:

Especialización en gerencia de proyectos

Especialización en gestión de sistemas y tecnologías de la información

Universidad EAN

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Pregrado

Bogotá

24/11/2024

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen.....	5
2.	Problema de investigación .....	6
3.	Objetivos.....	8
3.1.	Objetivo general .....	8
3.2.	Objetivos específicos.....	8
4.	Justificación .....	9
5.	Marco Teórico.....	10
5.1.	Investigación sobre aplicativo .....	10
5.2.	Dashboard de la gestión de RCD en Bogotá. ....	13
5.3.	Obras de pequeña escala.....	15
5.4.	Sostenibilidad en obras de pequeña escala de Bogotá.....	17
5.5.	Conocimiento del usuario, educación ambiental y participación ciudadana...	20
5.6.	Buenas prácticas de gestión de RCD.....	21
5.7.	Mano de obra calificada .....	23
5.8.	Requisitos y Condiciones para Gestores de Transporte .....	24
5.9.	Gestores de disposición autorizados.....	27
5.10.	Conexión entre obras de pequeña escala y prácticas de gestión de RCD.....	28
5.11.	Casos de éxito de manejo de RCD en otras Ciudades.....	28

6.	Marco Legal .....	32
7.	Metodología .....	35
7.1.	Descripción Metodológica.....	35
7.2.	Diseño Metodológico .....	36
7.3.	Población y muestra.....	38
7.4.	Instrumentos para recolección de información.....	39
7.5.	Análisis de datos .....	41
8.	Resultados .....	42
8.1.	Requerimientos para la gestión de escombros en Bogotá .....	42
8.2.	Análisis del entorno PESTEL.....	43
8.3.	Listado de Gestores .....	43
8.4.	Diagrama de flujo del funcionamiento de la Gestión de RCD .....	44
8.5.	Criterios para el Diseño del Dashboard.....	45
8.6.	Encuesta de necesidades de usuarios.....	46
8.7.	Indicadores Clave para el Dashboard .....	46
8.8.	Encuesta mapeo de usuarios potenciales .....	47
8.9.	Comparativo de las Herramientas de Comunicación Integrables.....	49
8.9.1.	Descripción de Cada Factor.....	50
8.10.	Condiciones técnicas para la aplicación digital.....	52

8.11.	Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación.....	55
8.12.	Informe Financiero: Aplicación para Gestión de RCD .....	57
8.12.3.	Modelo de Ingresos .....	59
8.12.7.	Viabilidad Económica y Punto de Equilibrio.....	60
9.	Análisis y discusión de los resultados.....	61
10.	Conclusiones .....	65
11.	Listado de anexos.....	67
12.	Lista de referencias / Bibliografía.....	2

### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Clasificación de RCD .....	19
<b>Tabla 2.</b>	Educación ambiental y participación ciudadana en Bogotá .....	20
<b>Tabla 3.</b>	Buenas prácticas para la gestión y aprovechamiento de residuos.....	22
<b>Tabla 4</b>	Estrategia Circular de Ámsterdam 2020-2025.....	31
<b>Tabla 5.</b>	Actores en la gestión de RCD .....	34
<b>Tabla 6.</b>	Normatividad específica aplicable en el manejo de RCD .....	34
<b>Tabla 7</b>	Diseño metodológico .....	37
Tabla 8.	Criterios para el diseño del Dashboard .....	45
<b>Tabla 9.</b>	Indicadores Clave para el Dashboard .....	46
<b>Tabla 10.</b>	Herramientas de Comunicación Integrables .....	49
<b>Tabla 11.</b>	Condiciones técnicas para la aplicación digital .....	52
<b>Tabla 12.</b>	Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación .....	55

<b>Tabla 13.</b> Costos de Inversión (CAPEX).....	58
<b>Tabla 14.</b> Costos Operativos (OPEX).....	58
<b>Tabla 15.</b> Costos por Fases del Proyecto .....	59
<b>Tabla 16</b> Análisis de resultados del aplicativo.....	63

### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dashboard Residuos de Construcción y Demolición aprovechados en el Distrito Capital – RCDA.....	14
<b>Figura 2.</b> Economía circular aplicada .....	18

### INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Requerimientos para la gestión de escombros en Bogotá.....	67
<b>Anexo 2</b> Análisis del entorno (PESTEL).....	68
<b>Anexo 3</b> Listado de transportadores de residuos de construcción y demolición .....	69
<b>Anexo 4</b> Listado de Gestores de RCD inscritos en la Jurisdicción CAR .....	70
<b>Anexo 5</b> Directorio ambiental de gestores de RCD en Bogotá D.C.....	71
<b>Anexo 6</b> Diagrama de flujo del funcionamiento de la Gestión de RCD .....	1
<b>Anexo 7</b> Encuesta aplicada sobre manejo de RCD en Bogotá .....	1

## 1. Resumen

La investigación se centra en la problemática de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Bogotá. Se destaca que la ciudadanía a menudo ignora las normativas y las prácticas correctas para manejar estos residuos, especialmente en el caso de obras pequeñas y reparaciones locativas, donde la generación de RCD es menor. Esto lleva a que muchos opten por desecharlos en lugares inapropiados, como botaderos ilegales o espacios públicos. Es así como los objetivos de la investigación se orientan hacia la propuesta de factibilidad para el diseño de un aplicativo digital que pueda servir como herramienta pedagógica en el conocimiento de regulaciones y normativas orientadas a la correcta gestión, manejo y aprovechamiento de los RCD, así como el brindar un canal de comunicación directa con los gestores autorizados por la Secretaría Distrital de Ambiente, para garantizar que las prácticas se hagan de manera correcta y eficiente.

La investigación reúne información relevante sobre diferentes variables necesarias para lograr los objetivos propuestos, abordando temas conceptuales de funcionamiento, desarrollo, ejecución y costos de un aplicativo digital, así como normativas y lineamientos dados por las entidades principales en el manejo de RCD en Bogotá aplicables para generadores y gestores garantizando el correcto manejo de residuos procedentes de la construcción y el conocimiento que la ciudadanía tiene sobre estos temas.

### **Palabras clave:**

Residuos de la construcción y demolición (RCD), sostenibilidad, normativas, gestión ambiental, participación comunitaria, educación.

## 2. Problema de investigación

En la ciudad de Bogotá es común que se realicen obras de construcción sea por edificaciones nuevas, mejoramiento de viviendas, obras de gran impacto, adecuaciones de obras públicas, etc; en el segundo trimestre 2024, el volumen de área en proceso fue de 6.375.878, área culminada de 733.263 m<sup>2</sup> y área paralizada de 1.543.912 m<sup>2</sup>, las áreas corresponden a obras donde se desarrolla un proceso de construcción de una edificación para uso residencial o no residencial, desde el inicio de la actividad constructiva con la excavación y cimentación hasta su culminación.<sup>1</sup> (DANE, 2024). Durante todo este proceso se generan grandes cantidades de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que, si no se tratan adecuadamente y de acuerdo con los lineamientos normativos vigentes, pueden desarrollar impactos negativos para el medio ambiente y la salud de los ciudadanos.

Actualmente, muchos de estos residuos de construcción y demolición (madera, plástico y escombros sobrantes) son manejados a través de los diferentes operadores de aseo en las distintas localidades, en la capital se dispusieron correctamente 13,6 millones de toneladas de RCD durante 2022 (Castiblanco Herrera, 2023), sin embargo muchos ciudadanos desconocen el proceso que se debe tener en cuenta desde el momento en que se inician las obras, por lo que al finalizarlas no se hace una correcta reutilización y disposición final de los residuos; los cuales terminan siendo arrojados en botaderos ilegales, lotes abandonados, esquinas o andenes de barrios, parques o como tapa huecos en las vías destapadas.

Por otra parte, de acuerdo con la UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos) de Bogotá, a corte de Junio de 2024 hay 666 puntos críticos, considerados lugares

---

<sup>1</sup> Boletín técnico Censo de Edificaciones (CEED) II trimestre 2024 (página 7).

donde se acumulan residuos sólidos y de RCD. La limpieza y mantenimiento de estos puntos le cuesta a la administración pública más de 25.000'000.000 de pesos por año que salen de los impuestos de los contribuyentes (UAESP, 2024), como producto de esta mala disposición de RCD se generan problemas de salud pública, proliferación de plagas y vectores, daños al medio ambiente, contaminación de zonas hídricas y verdes y problemas de seguridad pública, ya que los sitios con grandes residuos de construcción se prestan para la operación de bandas delincuenciales dedicadas al robo o venta de estupefacientes.

Como parte de las estrategias para combatir el arrojo ilegal de RCD en sitios que no son los destinados y promover la reutilización de estos en las obras públicas y privadas, la administración pública del distrito de Bogotá ha generado un marco jurídico con diferentes decretos y resoluciones (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f) en el que se destaca la resolución 01115 de 2012, en la que exige a los generadores de RCD un aprovechamiento del mínimo del 25% dentro de la misma obra. Aunque estas acciones han generado una mejoría en el manejo de RCD en Bogotá, en el 2023 se aprovecharon 3.912.491 toneladas de RCD (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024) seguimos lejos de contar con una cultura ciudadana que sea consciente de los impactos ambientales y de seguridad ciudadana que genera la mala disposición de los residuos de construcción y demolición (RCD).

De acuerdo con lo anterior, faltan mecanismos más efectivos para la socialización de la normativa y de los lineamientos para la gestión integral de los residuos de construcción y demolición en especial para los pequeños generadores y transportadores, su desconocimiento en los procesos administrativos e instrucciones que deben realizar cuando generar RCD y la inexperiencia o falta de conciencia en la separación de residuos genera que se mantenga el problema y se aumente la cantidad de RCD que se visualiza en los espacios públicos.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cómo elaborar un análisis de factibilidad para un aplicativo digital enfocado en la gestión y manejo de RCD de obra en proyectos de pequeña escala en Bogotá?

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Proponer la factibilidad para un aplicativo digital que genere conciencia respecto a la correcta gestión y manejo de RCD resultante de obras de pequeña escala y que permita tener una conexión de los mismos con los gestores de transporte y disposición autorizados por la secretaria de ambiente de una manera sostenible para la ciudad de Bogotá.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- 1) Verificar los requerimientos que deben cumplir los gestores para la recolección, traslado y entrega en sitio de disposición final para residuos de obra de pequeña escala, de acuerdo con regulaciones locales.
- 2) Plantear los criterios para un Dashboard con información detallada y gráfica, para conocimiento del usuario sobre normativas locales y correcta disposición de los residuos generados en adecuaciones constructivas.
- 3) Integrar herramientas de comunicación avanzadas en la aplicación digital para facilitar la interacción directa y eficiente entre los usuarios y gestores certificados.
- 4) Analizar las condiciones técnicas y económicas de un aplicativo digital.

#### 4. Justificación

La investigación propuesta para el desarrollo de un aplicativo digital que facilite la gestión y manejo de RCD derivados de obras pequeñas en Bogotá resulta relevante desde varios puntos de vista.

La conveniencia de este proyecto es clara, dado que la ciudad enfrenta una problemática significativa en relación con la disposición inadecuada de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), que genera impactos ambientales negativos y riesgos para la salud pública. A través de este aplicativo, se busca no solo mitigar estos efectos, sino también promover la concienciación ciudadana sobre la correcta gestión de los RCD, contribuyendo a la sostenibilidad urbana y a la mejora de las condiciones ambientales.

Relevancia social, el proyecto responde a una necesidad apremiante en Bogotá, donde los botaderos ilegales de RCD proliferan, afectando gravemente la calidad de vida en diversas zonas de la ciudad. La aplicación digital facilitará el acceso a información actualizada sobre las normativas locales, permitiendo a los pequeños generadores de residuos cumplir con la legislación vigente. Además, al incluir una herramienta de comunicación directa entre los usuarios y las empresas certificadas de transporte y disposición de RCD, se espera reducir el número de infracciones ambientales y contribuir a la mejora de la seguridad en áreas afectadas por el mal manejo de residuos.

Desde una perspectiva de implicaciones prácticas, el proyecto proporcionará una solución tangible y accesible a los generadores de RCD, quienes podrán conectarse con empresas autorizadas para la recolección y disposición final de los residuos. Además, la aplicación ofrecerá un sistema de negociación de costos transparente, lo que garantizará que los usuarios obtengan un servicio eficiente y ajustado a sus necesidades, fomentando la formalización del sector. También

se contribuirá a la reducción de los costos operativos que la ciudad asume para la limpieza de puntos críticos, permitiendo que los recursos públicos se utilicen de manera más eficiente.

Valor teórico, este estudio contribuirá al campo de la gestión de residuos sólidos desde una perspectiva innovadora, al integrar tecnologías digitales con estrategias de sostenibilidad urbana. El proyecto propone una metodología que combina la educación ambiental con la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas, como bases de datos gráficas y sistemas de calificación, lo que proporcionará un marco de referencia para futuras investigaciones sobre la integración de soluciones digitales en la gestión de residuos.

El proyecto se alinea con los parámetros institucionales de la Universidad EAN, promoviendo la investigación aplicada en campos como sostenibilidad, innovación tecnológica y responsabilidad social, dentro de las líneas de investigación en gestión ambiental y tecnologías colaborativas, contribuyendo así a la misión de la universidad de impulsar el desarrollo sostenible y responsable de la sociedad.

## **5. Marco Teórico**

Para el marco teórico se establecieron las siguientes variables evaluando uno a uno los objetivos específicos.

### **5.1. Investigación sobre aplicativo**

#### **Herramientas de Comunicación Avanzadas**

La comunicación en tiempo real es un pilar esencial en las aplicaciones colaborativas. Para este proyecto, vamos a hacer uso de las tecnologías WebSockets, que permiten la interacción bidireccional entre usuarios y gestores de transporte (Paternos, 2018). Otra opción es el uso de notificaciones push a través de Firebase Cloud Messaging (FCM), una solución económica y escalable que permite enviar mensajería entre los usuarios de actualizaciones en

tiempo real (Kumar S, 2019). Esto facilitará la confirmación de servicios, la gestión de rutas y la actualización de tiempos de llegada.

## **Como funciona un aplicativo móvil digital**

Una aplicación móvil es un software diseñado para ejecutarse en dispositivos móviles, aprovechando las capacidades de hardware y software de estos dispositivos para ofrecer una experiencia de usuario fluida e interactiva (Nielsen, 2017). En el caso de aplicaciones colaborativas, como Uber, la clave está en la interacción entre los usuarios y proveedores de servicios mediante una plataforma central que permita la creación, gestión y supervisión de transacciones en tiempo real (Sasson, 2020).

Para el caso específico de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), la aplicación permitirá a los pequeños y medianos generadores de RCD solicitar servicios de recolección y transporte, y a los gestores autorizados ofrecer dichos servicios, estableciendo un sistema eficiente de comunicación y transacción entre ambas partes.

## **Diseño del Aplicativo Móvil**

El diseño de aplicaciones móviles sigue principios de usabilidad y diseño centrado en el usuario. Para garantizar una experiencia amigable, el proyecto utilizara frameworks como Flutter o React Native, que permiten desarrollar aplicaciones nativas híbridas con un solo código base para Android e iOS (Rahman, 2021). Esto no solo simplifica el proceso de desarrollo, sino que también reduce los costos.

### *Arquitectura del sistema*

La arquitectura de la aplicación será modular, permitiendo futuras ampliaciones y facilitando su mantenimiento. Para este tipo de aplicaciones colaborativas, es ideal una

arquitectura basada en microservicios, donde cada módulo se encarga de una tarea específica (por ejemplo, gestión de usuarios, gestión de rutas, etc.) (Järvelä, 2021)

### ***Interfaz de usuario (UI):***

Se priorizará una interfaz intuitiva, que permita a los usuarios sin experiencia técnica acceder a los servicios de manera rápida y eficiente. Con este fin se hará uso de Material Design de Google para mantener consistencia en la navegación.

### **Condiciones Técnicas del Aplicativo**

#### ***Lenguaje de Programación***

Se seleccionará un lenguaje de programación amigable, lo cual facilitará el desarrollo y el mantenimiento a largo plazo. Lenguajes como Dart (utilizado en Flutter) o JavaScript (utilizado en React Native) son opciones recomendables, ya que tienen una amplia comunidad de soporte y permiten una rápida implementación de nuevas funcionalidades (Rahman, 2021).

#### ***Alojamiento en la Nube***

El alojamiento en la nube es una opción esencial para garantizar la disponibilidad y escalabilidad de la aplicación. Plataformas como Google Cloud o AWS (Amazon Web Services) ofrecen servicios de bajo costo para pequeñas y medianas aplicaciones (Jha, 2020). Estas plataformas permiten escalar la infraestructura según la demanda de los usuarios, lo que reduce los costos iniciales. Además, ofrecen servicios adicionales como bases de datos en la nube, balanceadores de carga y almacenamiento de archivos, que son fundamentales para garantizar la continuidad del servicio.

#### ***Mantenimiento y Administración***

Para simplificar el mantenimiento de la aplicación, se utilizarán herramientas de automatización para pruebas y despliegue continuo (CI/CD). Plataformas como GitHub Actions

o Jenkins facilitan la integración y el despliegue continuo, lo que permite implementar mejoras y corregir errores sin interrumpir el servicio (Garg, 2019). Además, es recomendable monitorizar el rendimiento y uso de la aplicación con herramientas como Google Analytics o Firebase Crashlytics, que permiten detectar problemas técnicos y ajustar la infraestructura según sea necesario.

## **Condiciones Económicas del Aplicativo**

La viabilidad económica de una aplicación móvil depende de varios factores, incluyendo los costos de desarrollo iniciales, el alojamiento en la nube y el mantenimiento continuo. Según estudios recientes, el desarrollo de una aplicación colaborativa puede costar entre \$20,000 y \$50,000 USD, dependiendo de la complejidad del sistema y las funcionalidades deseadas (Sharma, 2021). Sin embargo, utilizando tecnologías de código abierto y servicios en la nube de bajo costo, estos valores pueden reducirse considerablemente.

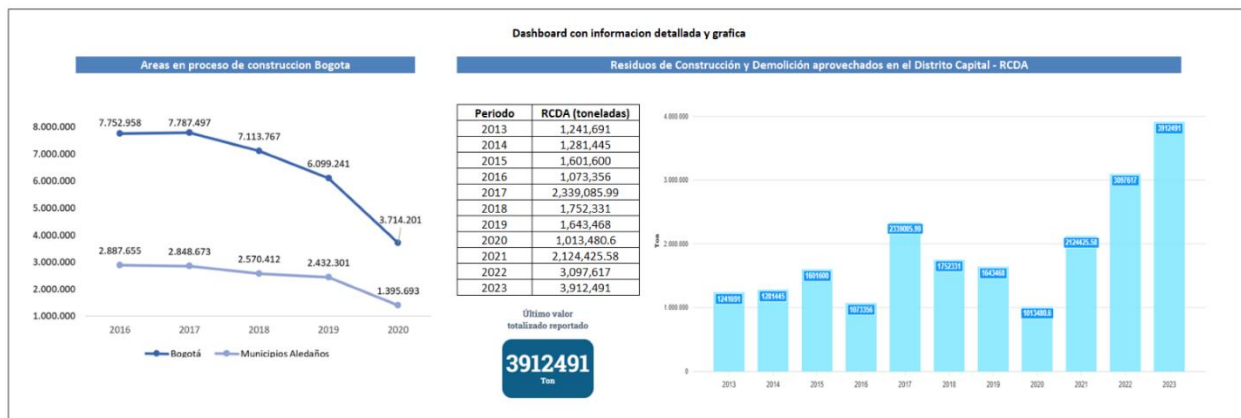
El modelo de negocio de esta aplicación podría basarse en un sistema de comisión por transacción, donde los generadores de residuos pagan una pequeña tarifa por el uso de la plataforma, que luego se distribuye entre la administración y el gestor de transporte.

### **5.2. Dashboard de la gestión de RCD en Bogotá.**

Un dashboard se muestra como una herramienta visual que reúne y presenta datos clave de manera clara y concisa, permitiendo a los usuarios monitorear el rendimiento y tomar decisiones informadas de forma rápida. Su importancia en el análisis de información radica en su capacidad para sintetizar grandes volúmenes de datos en gráficos y métricas fácilmente comprensibles, facilitando la identificación de tendencias, patrones y áreas de mejora. Al ofrecer una visión integral de la información relevante, los dashboards permiten a las empresas optimizar sus estrategias y responder ágilmente a cambios en el entorno.

El dashboard que se presenta a continuación proporciona una visión integral del manejo de los Residuos de Construcción y Demolición Aprovechados (RCDA) en Bogotá durante la última década. A través de visualizaciones interactivas, se presenta la evolución de la generación y aprovechamiento de estos residuos en el Distrito Capital, permitiendo identificar tendencias y patrones significativos. La información aquí expuesta es crucial para entender el impacto ambiental de la construcción en la ciudad y para evaluar las políticas de sostenibilidad implementadas. Al analizar estos datos, los responsables de la toma de decisiones pueden impulsar estrategias que fomenten un manejo más eficiente y responsable de los residuos, contribuyendo al desarrollo urbano sostenible de Bogotá.

**Figura 1.** Dashboard Residuos de Construcción y Demolición aprovechados en el Distrito Capital – RCDA



**Fuente.** Elaboración propia. Información tomada y adaptada de (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2024).

## Análisis

- Crecimiento notable: Se observa un incremento significativo en los RCDA a partir de 2017, con un pico en 2023.

- **Variabilidad:** Los datos muestran fluctuaciones en el manejo de residuos, destacando una disminución en 2016 y 2020, seguida de un aumento constante en los años recientes.
- **Tendencias sostenibles:** El aumento progresivo en el aprovechamiento de estos residuos refleja una mayor concienciación y esfuerzos por parte de las autoridades y la industria de la construcción en Bogotá para promover prácticas más sostenibles.

### 5.3. Obras de pequeña escala.

#### Clasificación de Obras de construcción.

La clasificación de obras en construcción se puede dar por distintos criterios; claves para su gestión eficiente y definidos de la siguiente manera:

1. **Tipo de Construcción:** Identificar si es civil, industrial, residencial, comercial, etc.
2. **Magnitud:** Evaluar si es de pequeña, mediana o gran envergadura, lo que afectará la planificación.
3. **Función:** Clasificar según su propósito, como viviendas, oficinas, infraestructuras, etc.
4. **Ubicación Geográfica:** Considerar las normativas y requisitos específicos de la región donde se llevará a cabo.
5. **Materiales y Tecnologías:** Tener en cuenta los materiales y métodos de construcción, influyendo en sostenibilidad y calidad.
6. **Impactos Ambientales y Sociales:** Analizar cómo la obra puede afectar el entorno y la comunidad.

#### *Tipos de Obras*

- **Residencial:** Casas y departamentos.

- **Comercial:** Locales y oficinas.
- **Industrial:** Fábricas y almacenes.
- **Infraestructura:** Carreteras y puentes.
- **Recreativa:** Parques y estadios.
- **Educacional:** Escuelas y universidades.
- **Sanitaria:** Hospitales y clínicas.

## Tipos de generadores

Según el (Decreto 507, 2023), los generadores de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Bogotá D.C. se clasifican en generadores con licencia y generadores sin licencia. A continuación, mencionamos sus características y obligaciones:

### *1. Generadores con Licencia:*

- **Definición:** Son aquellos que cuentan con una licencia de construcción otorgada por las autoridades competentes.
- **Obligaciones:**
  - **Plan de Manejo de RCD:** Deben presentar un plan que incluya estrategias específicas para la gestión de residuos.
  - **Registro y Reporte:** Están obligados a llevar un registro detallado de los RCD generados y reportar su manejo a las autoridades.
  - **Cumplimiento Normativo:** Deben adherirse a todas las normativas ambientales y de construcción.

## 2. Generadores sin Licencia:

- Definición: Se refiere a personas o entidades que generan RCD sin contar con una licencia de construcción formal.
- Obligaciones:
  - Plan de Manejo de RCD: A pesar de no tener licencia, deben desarrollar un plan básico para la gestión de los residuos, aunque su alcance puede ser más limitado.
  - Clasificación y Separación: Deben clasificar y separar los residuos en el lugar de generación, promoviendo prácticas de manejo responsable.
  - Registro y Reporte: Aunque las obligaciones de reporte pueden ser menos formales, se les anima a llevar registros de los residuos generados y su destino.
  - Cumplimiento Normativo: Deben cumplir con las normativas generales de manejo de residuos, aunque su control puede ser más difícil.

### Importancia de la Clasificación:

La diferenciación entre generadores con y sin licencia es clave para establecer un marco regulatorio que asegure que todos los actores, independientemente de su formalidad, contribuyan a una gestión adecuada de los RCD y minimicen su impacto ambiental en la ciudad.

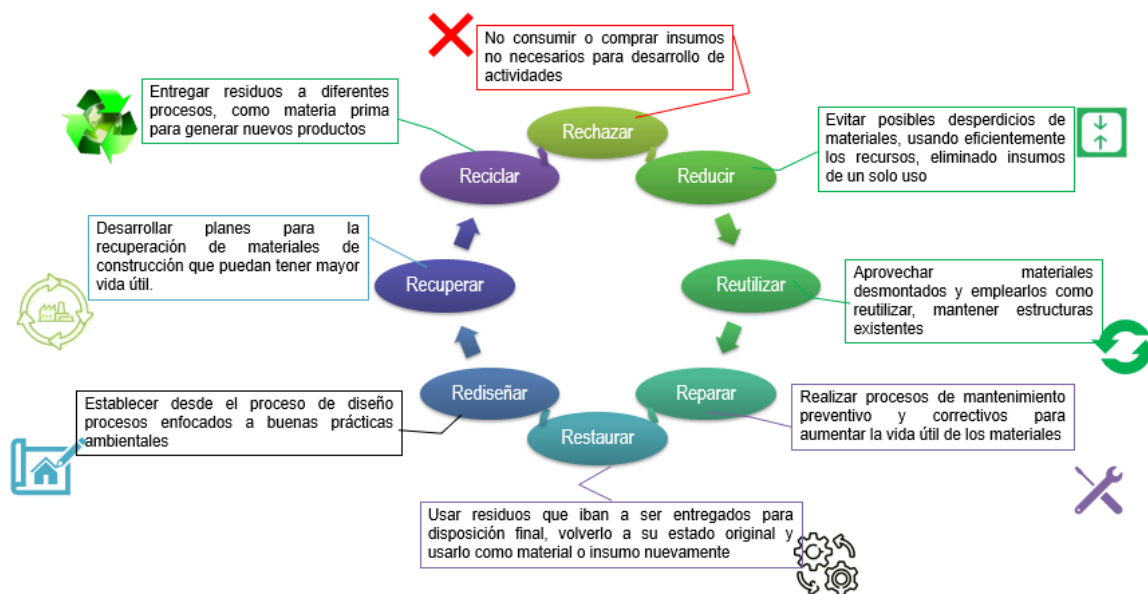
### **5.4.Sostenibilidad en obras de pequeña escala de Bogotá**

La construcción sostenible mantiene un enfoque orientado a minimizar el impacto ambiental dentro de las obras, promoviendo la eficiencia en el uso de los recursos. En cuanto a gestión de residuos establece estrategias para la reducción, reutilización y reciclaje de RDC, implementando a su vez planes de manejo que promuevan practicas responsables y consientes.

La construcción sostenible, promueve una economía circular como un modelo económico que busca optimizar la manera en la que actualmente se producen bienes y servicios orientados en la reducción que estos procesos tienen de manera negativa en el impacto ambiental.

Las 9R's se establecen teniendo en cuenta el funcionamiento de la naturaleza, partiendo de la idea en la que todo es un insumo para todo lo demás; en cuanto a la aplicación dentro de la construcción sostenible, se podrían aplicar 8 de estas 9R's

**Figura 2.** Economía circular aplicada



**Fuente:** Elaboración propia. Información tomada y adaptada de (Distrito abre convocatoria para proyectos de economía circular, 2023).

Según el (Decreto 2981, 2013), los residuos no peligrosos se clasifican en aprovechables y no aprovechables. Los RCD provienen de actividades relacionadas con la construcción y la demolición, pero no tienen una clasificación oficial en la normativa nacional. Por esta razón, se hace una clasificación que distingue residuos con reutilización óptima y algunos otros que requieren manejo especial para poder ser reutilizados.

Tabla 1. Clasificación de RCD

Categoría	Grupo	Clase	Componentes	
<b>A. RCD APROVECHABLES</b>	I- Residuos mezclados	1. Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1).	
	II-Residuos de material fino	1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1).	
		2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría (1) (2).	
	III- Otros Residuos	1. Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.	
		2. Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.	
		3. Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra.	
		4. Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.	
	<b>B. RCD NO APROVECHABLES</b>	IV-Residuos peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivos, y los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de peligrosidades descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
			V-Residuos especiales	No definida
		VI- Residuos contaminados con otros residuos	1. Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
No definida			Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.	
	VII- Otros residuos	No definido	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.	

**Fuente:** Tomado y adaptado de Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2015. Cartilla de Gestión Integral de RCD) Decretos 838 de 2005, 4741 de 2005, 2981 de 2013.

(1) De acuerdo al Sistema internacional unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System - SCS-), la diferencia entre los residuos y materiales gruesos y los finos se establece por el paso de la malla o tamiz # 200 de granulometría (0,075mm), al igual que sus propiedades para usos de construcción.

(2) Es de considerar que las lutitas o rocas arcillosas de tamaño semejante a un residuo pétreo que se presentan en algunas partes de la ciudad, tienen propiedades expansivas que no permiten emplearlas para el uso de las cimentaciones en la construcción por su composición (mezcla de arcillas y limos expansivos).

## 5.5. Conocimiento del usuario, educación ambiental y participación ciudadana

Como parte integral del alcance de la Secretaría Distrital de Ambiente, se encuentra la educación ambiental y el promover la participación ciudadana, esto es implementado por medio de campañas educativas y prácticas que se desarrollan acorde con la Política Pública Distrital de Educación Ambiental establecida por el Decreto 675 de 2011 y con el plan de acción aprobado por el CONPES 13 de 2019 (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f)

**Tabla 2. Educación ambiental y participación ciudadana en Bogotá**

EDUCACIÓN AMBIENTAL	
Aulas ambientales	Esta estrategia se desarrolla en cuatro ubicaciones: Parque Ecológico Distrital de Humedal Santa María del Lago, Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes, Parque Mirador de Los Nevados y el Aula Soratama, los cuales son administrados por la Secretaría Distrital de Ambiente. Se desarrollan acciones pedagógicas con temáticas ambientales, con 42 líneas de profundización, recorridos de interpretación ambiental, Servicio Social Ambiental, apoyo a los Proyectos Ambientales Escolares y procesos de formación a Dinamizadores Ambientales. Van dirigidas a todo público.
Territorios ambientales	Son las actividades pedagógicas, procesos de transformación y dinamizadores ambientales y Servicios Sociales Ambientales que se desarrollan en las 20 localidades de la ciudad. Se focalizan en 8 ejes temáticos. Van dirigidas a todo público de manera virtual y presencial.
Herramientas didácticas	Se cuenta con herramientas didácticas acorde a los diferentes grupos: Teatrino, tableros de aves de Bogotá, Adaptalandia, el juego de las ERRES (Separación y manejo de residuos)
Procesos de formación	Corresponde a ejercicios pedagógicos que complementan los procesos de enseñanza-aprendizaje para fortalecer los conocimientos. Van dirigidas a todo público de manera virtual y presencial.
Capacitaciones virtuales de educación ambiental	Se dictan a través de su Oficina de Participación, Educación y Localidades – OPEL. Van dirigidas a todo público de manera virtual.
PARTICIPACIÓN CIUDADANA	

Instancias de participación ciudadana	La alcaldía de Bogotá, en congruencia con nuestra constitución, a través del Plan Distrital de Desarrollo 2020-2024, Acuerdo 761 de 2020, "Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del S.XXI, aborda la participación ciudadana como un derecho. Esto se promueve a través de todas las instancias gubernamentales para conocimiento de la ciudadanía.
Intervención de impacto	Actividades ambientales con participación ciudadana, encaminadas hacia la generación de conciencia ambiental y cultura ciudadana, promulgando la apropiación y reconocimiento de la Estructura Ecológica Principal.
Voluntariado ambiental	Se enfoca en dos tipos de voluntariado: Organizaciones de Voluntariado (ODV), siendo entidades sin ánimo de lucro con la personería jurídica que desarrollan planes de voluntariado Entidades con Acción Voluntaria (ECAV), realizan acciones voluntarias sin ser esta su finalidad.
Programadas de participación ciudadana	La Secretaría Distrital de Ambiente y el Consejo de Bogotá reconoce la labor de personas y organizaciones que trabajan por el cuidado del ambiente en la ciudad, se tienen 5 categorías: Protección de los ecosistemas y la biodiversidad del Distrito. - Proyectos que impulsan la creación de huertas y agricultura urbana sostenible. - Experiencias exitosas en el manejo integral de residuos sólidos. - Procesos que contribuyen al embellecimiento de la ciudad y mejoramiento de la calidad del aire. - Proyectos que posicionan la ciudad como sitio de Turismo de Naturaleza

**Fuente:** Tomado y adaptado de Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (s.f.). Educación ambiental.

Participación ciudadana.

## 5.6. Buenas prácticas de gestión de RCD

Las construcciones tienen impactos negativos en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo alto consumo energético, alteración del paisaje, y contaminación del aire, suelo y agua debido a residuos. Sin una adecuada mitigación, estos problemas pueden causar inundaciones, deslizamientos, extinción de especies y deterioro de fuentes hídricas. Para abordar estas cuestiones, se proponen enfoques prácticos y conceptuales en todas las etapas del proceso constructivo, buscando crear prácticas constructivas de manera sostenible, reducir impactos negativos y mejorar la calidad de vida. Las buenas prácticas ambientales requieren una gestión sostenible de los recursos naturales, promoviendo un uso eficiente de materiales y procedimientos que aseguren la eficiencia energética en el sector de la construcción (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

Dentro de estas buenas prácticas se incluyen mecanismos que pueden ser aplicables para optimizar el aprovechamiento y minimizar la generación de RCD. (Cámara de Comercio de Bogotá, Circular LAB, MAAT, 2023)

**Tabla 3. Buenas prácticas para la gestión y aprovechamiento de residuos**

Planificación y diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de materiales de construcción que minimicen la generación de residuos</li> <li>• Aprovechamiento de las dimensiones de los materiales para reducir posibles sobrantes por modulación en diseño</li> <li>• Realizar la revisión de eficiencia de materiales y procurar el uso de elementos prefabricados</li> <li>• Realizar inventario de productos para identificar aquellos que puedan tener manejo especial, como los residuos peligrosos</li> <li>• Evaluar la opción de reutilizar elementos y no reemplazarlos en un 100%</li> <li>• Optar por diseños en los que se maximicen el uso de materiales sostenibles y la eficiencia de energética</li> </ul>
Separación en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinar un punto de acopio temporal para el material procedente de la demolición, garantizando que esté en buen estado y pueda ser aprovechado</li> <li>• Educar al equipo de trabajo sobre la importancia de separar los residuos desde el inicio de la obra para tener un fácil y correcto manejo de los mismos</li> </ul>
Reutilización y reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la manera en la que puede prolongar la vida útil de los residuos de las obras, aplicando las 9R</li> <li>• Fomentar la utilización de materiales de construcción reciclados en la remodelación, como pinturas eco amigables y productos con procedencia de materiales recuperados</li> </ul>
Gestión de escombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al momento de definir el aprovechamiento, tener en cuenta el costo logístico, la identificación del gestor autorizado para el transporte y aprovechamiento y las condiciones de entrega de los materiales</li> <li>• Contratar servicios de empresas autorizadas para la recolección y disposición de escombros, asegurar que la empresa cumpla con las normativas ambientales y de seguridad estipuladas</li> <li>• Promover la trituración y reciclaje de escombros para reutilizarlos en futuras construcciones o en actividades de pavimentación</li> <li>• Considerar el compostaje de residuos orgánicos como la madera o materiales biodegradables para evitar que sean desechados en vertederos</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de Cámara de Comercio de Bogotá, Circular LAB, MAAT. (Octubre de 2023). Guía práctica para la adecuada gestión de Residuos de Construcción y Demolición en remodelaciones en Bogotá y la Región.

### 5.7. Mano de obra calificada

La mano de obra se refiere al esfuerzo físico y mental de los trabajadores como componente esencial en cualquier iniciativa productiva o de servicios, donde los trabajadores intercambian su capacidad laboral por salarios.

#### *Tipos de Mano de Obra*

- **Mano de Obra Directa:** Involucrada directamente en el proceso productivo, como los trabajadores de una fábrica.
- **Mano de Obra Indirecta:** Aquellos que apoyan el proceso productivo desde áreas administrativas y de gestión, como contadores y coordinadores.
- **Mano de Obra Calificada:** Trabajadores que han recibido capacitación especializada, lo que aumenta su valor en el mercado laboral.
- **Mano de Obra No Calificada:** Trabajadores sin capacitación específica, que ofrecen principalmente su fuerza de trabajo.

La mano de obra calificada para la recolección de residuos es esencial para garantizar un manejo eficiente y seguro de los desechos.

**1. Capacitación y Formación:** Los trabajadores deben recibir formación específica sobre el manejo de residuos, normas de seguridad y protocolos ambientales.

**2. Conocimiento de Normativas:** Es fundamental que el personal conozca las regulaciones locales y nacionales relacionadas con la gestión de residuos, asegurando el cumplimiento de las leyes.

**3. Técnicas de Recolección:** Deben estar familiarizados con diferentes técnicas de recolección, diferenciando entre tipos de residuos (orgánicos, reciclables, peligrosos).

**4. Uso de Equipos:** La habilidad en el manejo de herramientas y vehículos especializados es crucial para realizar la recolección de manera efectiva y segura.

**5. Conciencia Ambiental:** Fomentar una actitud responsable hacia la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente es fundamental en este sector.

**6. Salud y Seguridad:** La formación en prácticas seguras es esencial para prevenir accidentes y proteger la salud de los trabajadores.

Una mano de obra calificada ayuda a mejorar la eficiencia en la recolección de residuos, y contribuye a la sostenibilidad y bienestar ambiental.

### **5.8. Requisitos y Condiciones para Gestores de Transporte**

La correcta gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) es fundamental para mitigar el impacto ambiental de las actividades constructivas en las ciudades. En Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente establece normativas estrictas para los gestores de transporte de RCD con el fin de garantizar la adecuada recolección, transporte y disposición final de estos desechos. Este texto académico aborda los requisitos técnicos, legales y operacionales que un gestor de transporte debe cumplir para ser aprobado por la autoridad ambiental competente.

#### ***Marco Normativo***

El manejo de los RCD en Bogotá está regulado por el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), que establece directrices a nivel nacional para la gestión integral de estos residuos, alineado con la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS). En este marco, los gestores de transporte deben cumplir con criterios técnicos y operacionales que aseguren que los residuos sean manejados de manera eficiente y segura, evitando impactos negativos sobre el ambiente y la salud pública (Decreto 1076, 2015).

## ***Requisitos Técnicos y Operativos para Gestores de Transporte***

### ***Autorización y Registro***

El primer requisito para un gestor de transporte es contar con la debida autorización otorgada por la Secretaría de Ambiente de Bogotá. Este proceso implica el registro del vehículo o flota de vehículos, los cuales deben cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas con la capacidad de carga y las condiciones mecánicas adecuadas para el transporte seguro de los residuos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

Además, los gestores de transporte deben estar inscritos en el Registro de Generadores de RCD, el cual es obligatorio para las empresas que participan en cualquiera de las etapas del manejo de residuos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

### ***Vehículos Especializados***

Los vehículos utilizados para el transporte de RCD deben cumplir con las normas de seguridad vial y estar específicamente adaptados para el transporte de este tipo de residuos. Esto incluye la capacidad de carga adecuada, sellos herméticos para evitar derrames, y sistemas de protección que impidan la liberación de partículas durante el transporte (Rodríguez, 2019). Los camiones deben estar equipados con sistemas de localización GPS para garantizar la trazabilidad del transporte de los residuos desde su origen hasta su disposición final.

### ***Plan de Manejo Ambiental (PMA)***

El gestor de transporte debe desarrollar un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en el que se detallan las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales asociados al transporte de los residuos (Parra, 2020). Este plan debe incluir estrategias para minimizar la dispersión de residuos, control de emisiones atmosféricas y gestión adecuada del ruido, así como mecanismos para la atención de contingencias como accidentes o derrames.

### ***Capacitación y Certificación del Personal***

El personal involucrado en el transporte de RCD debe recibir capacitación específica en manejo de residuos, seguridad laboral, y procedimientos operativos relacionados con la manipulación y transporte de desechos peligrosos y no peligrosos (Díaz, 2018). Además, es fundamental que el personal cuente con certificaciones en el manejo de vehículos especializados y protocolos de emergencia.

### ***Sistema de Trazabilidad y Reporte***

Uno de los aspectos críticos en la gestión de RCD es la trazabilidad de los residuos, desde el punto de origen hasta su disposición final en un sitio autorizado. Para ello, los gestores de transporte deben implementar un sistema de reporte continuo que permita a la Secretaría de Ambiente monitorear en tiempo real las rutas, cantidades de residuos transportados, y los sitios de disposición (Valencia, 2021). Esta trazabilidad es clave para evitar el vertido ilegal de residuos en áreas no autorizadas.

### ***Mantenimiento de Vehículos***

Los vehículos utilizados deben someterse a revisiones técnicas periódicas para asegurar que cumplen con los estándares ambientales y mecánicos requeridos. Un mantenimiento deficiente podría comprometer la seguridad durante el transporte y generar impactos ambientales, como derrames o emisiones excesivas (Pérez & Moreno, 2017).

### ***Consideraciones Ambientales y Legales***

#### ***Disposición Final de los Residuos***

Los residuos de construcción deben ser transportados exclusivamente a sitios autorizados por la Secretaría de Ambiente, como estaciones de transferencia o centros de reciclaje

(Ministerio de Vivienda, 2016). El gestor de transporte es responsable de verificar que el sitio receptor cuenta con las licencias ambientales correspondientes para la disposición de RCD.

### ***Cumplimiento de Normas Ambientales***

El gestor debe asegurar que en todo momento se cumplan las normas establecidas en el Decreto 4741 de 2005, que regula la gestión de residuos peligrosos, así como las normas de calidad del aire y control de ruido establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076, 2015). Cualquier incumplimiento puede derivar en sanciones administrativas y la revocación de la autorización como gestor.

### **5.9. Gestores de disposición autorizados**

#### ***Almacenamiento en puntos limpios***

Sitios en donde el gestor realiza la separación y almacenamiento temporal de los RCD. (Resolución 0472, 2017)

Estos lugares deben estar en áreas permitidas según lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, contar con áreas de operación, de recepción, pesaje de residuos, área de separación y área de almacenamiento, manejar sistemas de pesaje de residuos, de drenaje y de control de sedimentos, establecer barreras que eviten el impacto visual en las zonas contiguas, realizar acciones para evitar la dispersión de partículas e implementar acciones que permitan únicamente el ingreso y debida separación de RCD. (Decreto 507, 2023)

#### ***Sitios de disposición final para residuos de obra***

Los Sitios de Disposición Final son lugares autorizados, destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). En la Resolución 0472, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Sostenible, 2017) se definen obligaciones de los generadores, gestores y autoridades, además de las condiciones para su separación y almacenamiento, los lugares deben estar limpios, en plantas de aprovechamiento fijas o móviles.

Las plantas deben tener áreas para deponer y pesar, separación y almacenamiento por tipo de RCD aprovechable, aprovechamiento, y almacenamiento de materiales procesados (Resolución 1257, 2021).

## **5.10. Conexión entre obras de pequeña escala y prácticas de gestión de RCD.**

### *Interacción entre usuarios y empresas certificadas*

Dentro de la gestión integral de RCD se involucran los generadores (responsables de reproducir los RCD, como empresas constructoras, contratistas, propietarios de inmuebles, etc.) y los gestores (compañías especializadas para la recogida, transporte, clasificación, tratamiento y disposición final de los RCD; que pueden contar con plantas de reciclaje, vertederos controlados y otros sistemas de tratamiento y que deben estar inscritos ante una autoridad ambiental). (Cámara de Comercio de Bogotá, Circular LAB, MAAT, 2023).

## **5.11. Casos de éxito de manejo de RCD en otras Ciudades**

### *Manejo de RCD en Valencia, España*

Un caso exitoso en la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) es el programa implementado en la ciudad de Valencia, España, que ha demostrado resultados significativos en la reducción del impacto ambiental de los RCD y en el aumento del reciclaje y reutilización de estos materiales.

### **Implementación del programa**

Para abordar este problema, en el año 2010, el Ayuntamiento de Valencia, en colaboración con empresas del sector de la construcción y gestores de residuos, implementó el

*Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición de Valencia.* (Valencia G. d., 2015) Este programa se centró en varios ejes clave:

1. **Establecimiento de plantas de tratamiento de RCD:** Se crearon instalaciones específicas para la clasificación, reciclaje y tratamiento de los residuos de construcción. Estas plantas fueron diseñadas para maximizar la recuperación de materiales como hormigón, ladrillo, metal y madera.
2. **Incentivos económicos para el reciclaje:** El gobierno local implementó un sistema de tasas que incentivaba a las empresas constructoras a reciclar. Las empresas que reutilizaban al menos el 70% de los materiales obtenían reducciones fiscales, mientras que aquellas que no cumplían con este umbral enfrentaban multas y mayores costos por la disposición en vertederos.
3. **Concientización y capacitación:** Se desarrollaron campañas de concientización para las empresas constructoras, así como programas de formación para los trabajadores del sector, orientados a mejorar las prácticas de segregación en origen y promover el uso de materiales reciclados en nuevos proyectos de construcción.
4. **Monitoreo y control:** El Ayuntamiento estableció un sistema de seguimiento y control para garantizar que los gestores de residuos cumplieran con las normativas establecidas. También se promovió el uso de herramientas tecnológicas para rastrear el flujo de los RCD desde su generación hasta su tratamiento final.

## **Resultados**

El impacto del programa fue notable. En un período de cinco años, Valencia logró reciclar más del 80% de los RCD generados en la ciudad, reduciendo significativamente la cantidad de residuos destinados a los vertederos. Además, se incrementó el uso de materiales

reciclados en la construcción de infraestructuras públicas y privadas, lo que redujo la demanda de materias primas vírgenes. Según un informe del ((IVE), 2018) para 2018 la ciudad había conseguido reducir en un 25% la cantidad de RCD enviados a vertederos, con un ahorro aproximado de 150.000 toneladas de materiales vírgenes anuales.

Asimismo, un análisis del impacto ambiental de este programa (García, 2019) reveló una disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas al transporte y disposición de residuos, así como una mejora en la calidad del suelo debido a la reducción de lixiviados tóxicos provenientes de los vertederos.

El caso de Valencia demuestra que, a través de una gestión integral y multisectorial, es posible reducir significativamente el impacto ambiental de los RCD y promover un enfoque circular en la construcción. La colaboración entre el gobierno, las empresas constructoras y los gestores de residuos fue clave para el éxito del programa, así como la implementación de incentivos económicos y campañas de concientización. Este modelo puede servir de referencia para otras ciudades que enfrenten problemas similares en la gestión de residuos de construcción.

### *Manejo de RCD en Ámsterdam, Alemania*

Dentro de los casos éxito consultados, exponemos el propuesto para la ciudad de Ámsterdam, donde se plantea la “Estrategia Circular de Ámsterdam 2020-2025”, Cuyo objetivo es reducir en un 50% el uso de nuevas materias primas en 2023, alcanzando una economía circular total en el año 2050 (Construible, 2020).

Dentro de las líneas de actuación y buscando avanzar hacia la economía circular en la construcción, se implementarán acciones como la prolongación del ciclo de vida de los materiales y el fomento de la innovación. En Buiksloterham, Ámsterdam, se desarrolla el primer barrio circular, investigando el uso de madera para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, las

orillas de los canales se renovarán con hormigón reciclado, aprovechando las lecciones aprendidas para futuros proyectos. Se establecerá un sistema de monitoreo para evaluar las materias primas que entran en la ciudad y su procesamiento.

Como objetivo general, la estrategia busca promover una economía circular reduciendo la dependencia de recursos no renovables y minimizando considerablemente los residuos provenientes de la construcción. El enfoque de la economía circular en el entorno construido se centra en la reducción del uso de materias primas primarias, lo que también reducirá indirectamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, las ambiciones para el entorno construido se centran en el desarrollo circular a nivel de ciudad y distrito, políticas de contratación municipal circulares y la mejora del entorno construido existente de la ciudad (Amsterdam, 2020).

El enfoque de la estrategia se orienta hacia las construcciones sostenibles y el óptimo manejo de materiales y residuos.

**Tabla 4** *Estrategia Circular de Ámsterdam 2020-2025*

<b>Enfoque de las construcciones</b>		
<p><b>Diseño sostenible:</b> Fomentar el diseño de edificios que sean fácilmente desmontables y reutilizables. Incentivar el uso de materiales reciclados y sostenibles en la construcción</p>	<p><b>Estrategias de renovación:</b> Priorizar la rehabilitación y renovación de estructuras existentes antes de construir nuevas. Implementar estándares de sostenibilidad en proyectos de renovación.</p>	<p><b>Uso eficiente de recursos:</b> Promover prácticas de construcción que minimicen el desperdicio de materiales. Establecer metas para el uso de materiales circulares en nuevos proyectos.</p>
<b>Manejo de materiales y residuos</b>		
<p><b>Reciclaje y Reutilización:</b> Crear un sistema robusto para la recolección y el reciclaje de residuos de construcción. Fomentar la reutilización de materiales en nuevos proyectos.</p>	<p><b>Plataformas de Intercambio:</b> Desarrollar plataformas digitales que faciliten el intercambio de materiales y productos entre empresas.</p>	<p><b>Colaboración con el Sector Privado:</b> Trabajar en conjunto con empresas constructoras para implementar prácticas circulares. Establecer incentivos para la adopción de tecnologías que apoyen la economía circular.</p>

**Fuente:** Tomado y adaptado de Estrategia Circular de Ámsterdam 2020-2025. (Amsterdam, 2020)

## Resultados

Dentro de los resultados que se esperan obtener se presentan:

- Reducción de residuos en la construcción.
- Aumento en el uso de materiales reciclados.
- Creación de un entorno urbano más sostenible y resiliente.

Esta estrategia circular busca no solo transformar el sector de la construcción, sino también inspirar a otras ciudades a adoptar enfoques similares en su camino hacia la sostenibilidad, así mismo vincula a los ciudadanos de manera activa en todos los procesos, asignándole un rol fundamental en el desarrollo futuro de la ciudad y como participe de la transición por medio de la apropiación del espacio y el compromiso en la cooperación ciudadana.

## 6. Marco Legal

A nivel Bogotá, los entes de control más relevantes encargados del control y cumplimiento de lineamientos para el manejo de los residuos de construcción y demolición son:

- **La Secretaría Distrital de Ambiente:** La cual desempeña varias funciones importantes en la regulación del manejo de RCD:
  - Formulación de Políticas, desarrollando y estableciendo las políticas ambientales relacionadas con la gestión de RCD, promoviendo prácticas sostenibles.
  - Elaborar las normativas que regulan la generación, manejo, transporte y disposición de RCD asegurando el cumplimiento de estándares ambientales.
  - Realizar la supervisión y control para verificar el cumplimiento de normativas y regulaciones por parte de generadores y gestores.
  - Proporcionar capacitaciones y asesorías a constructores y generadores de RCD sobre buenas prácticas ambientales y manejo adecuado de residuos.

- Fomentar la educación y sensibilización de la comunidad sobre la importancia e impacto ambiental de la gestión y manejo adecuado de RCD.

- Implementación de programas que promuevan la reducción, reutilización y reciclaje de RCD en apoyo a la economía circular y sus 9R.

- Trabaja en conjunto con otras entidades para coordinar esfuerzos en la gestión y minimización de impacto ambiental relacionado con los RCD.

- **Secretaría Distrital de Planeación:** La cual se encarga de la regulación y control en el desarrollo urbanístico garantizando que se cumplan las normativas que se enfocan en la construcción.

- **Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP):** Encargada de regular y supervisar la gestión de residuos, encargándose de la recolección y disposición final de RCD.

- **Personería de Bogotá:** La cual actúa como ente de control en la defensa de los derechos ciudadanos, supervisando el cumplimiento de normativas ambientales y de construcción.

- **Cuerpo de Inspectores de Espacio Público:** Encargado de la vigilancia y control respecto al uso del espacio público y cumplimiento de normas urbanísticas.

Actualmente la normativa general bajo la que se trazan los lineamientos para la gestión integral de los RCD en Bogotá es el Decreto 507 (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2023), la cual busca prevenir y reducir la generación de residuos, incorporando materiales al ciclo productivo y minimizando la disposición final, esta medida va dirigida a los diferentes actores que tienen participación en la gestión de RCD en Bogotá, ya serán personas naturales o jurídicas

que generen, transporten, almacenen, traten, aproveches y dispongan RCD generados en el perímetro urbano de la ciudad. (Decreto 507, 2023)

**Tabla 5. Actores en la gestión de RCD**

Generadores de RCD	Es la persona natural o jurídica que, con ocasión de la realización de actividades de construcción, demolición, reparación, mejoras locativas, produce RCD.
Autoridades locales	Entidades del gobierno distrital que se encargan de la planificación y gestión ambiental, así como de la regulación de la construcción.
Empresas de gestión de residuos	Compañías que se dedican
Comunidad en general	Corresponde a la población de la ciudad de Bogotá, en especial las involucradas en labores de construcción o que desean información sobre la gestión de RCD.
Organizaciones ambientales	Grupos e instituciones que trabajan en la protección del medio ambiente y sostenibilidad.

**Fuente:** Tomado y adaptado del Decreto 507 de 2023 Alcaldía Mayor de Bogotá D. C.

La ciudad ha establecido otra serie de normativas ambientales, administrativas y de jurisprudencia entre leyes, decretos y resoluciones que buscan hacer posible la reducción de demanda en cuanto a materias primas y fomentar los ciclos de vida de materiales para generar disminución de RCD (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2015)

**Tabla 6. Normatividad específica aplicable en el manejo de RCD**

<b>Resolución 541 de 1994</b>	“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”
<b>Decreto 948 de 1995</b>	“Reglamenta en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire”
<b>Ley 769 de 2002</b>	“Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre”
<b>Decreto 4741 de 2005</b>	“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”
<b>Ley 1259 de 2008</b>	“Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”
<b>Decreto 2981 de 2013</b>	“Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”. Artículo 15. En el caso de los residuos de construcción y demolición, así como de otros residuos especiales, el usuario que solicite este servicio será quien asuma los costos asociados con el mismo. Este servicio podrá ser suministrado por la persona prestadora del servicio público de aseo de conformidad con la normatividad vigente para este tipo de residuos. Artículo 45. Recolección de residuos de construcción y demolición. La responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición será del generador, con sujeción a las normas que regulen la materia.

<b>Decreto 357 de 1997</b>	“Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción”
<b>Acuerdo 79 de 2003</b>	Artículo 85 “Por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá”
<b>Resolución 556 de 2003</b>	“Por la cual se expiden normas para el control de las emisiones en fuentes móviles”
<b>Decreto 312 de 2006</b>	“Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital”
<b>Decreto 620 de 2007</b>	“Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital”
<b>Decreto 034 de 2009</b>	“Por el cual se establecen condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el área urbana del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”
<b>Acuerdo 417 de 2009</b>	“Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”
<b>Acuerdo 515 de 2012</b>	“Por medio del cual se modifica el Acuerdo 417 de 2009, que reglamenta el Comparendo Ambiental en el Distrito Capital”
<b>Resolución 01115 de 2012</b>	“Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital”
<b>Resolución 715 de 2013</b>	“Por medio de la cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012”
<b>Resolución 01138 de 2013</b>	“Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción y se toman otras determinaciones”
<b>Decreto 364 de 2013</b>	“Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”
<b>Decreto 586 de 2015</b>	Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C.
<b>Resolución 0932 de 2015</b>	“Por la cual se modifica y adiciona la resolución 01115 de 2012”
<b>Resolución 0472 del 28 de febrero de 2017</b>	“Establece las disposiciones para la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD y aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporte, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional”
<b>Decreto 507 de 2023</b>	“Por el cual 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”

**Fuente:** Tomado y adaptado de Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2015). Cartilla de gestión integral de RCD.

## 7. Metodología

### 7.1. Descripción Metodológica

Luego de la revisión de las variables determinadas de acuerdo a los objetivos planteados, se determina que la investigación es de tipo mixta, ya que se manejan algunas variables cuantitativas y en su mayoría variables cualitativas, se aplica la lógica inductiva, de lo particular a lo general ya que, si es factible el aplicativo digital, se podrá generar conciencia en los

ciudadanos en cuanto a la correcta gestión de los RCD, y a su vez se logrará un cambio a nivel poblacional. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

De igual manera se determina que la investigación es descriptiva, se busca verificar los requerimientos que deben cumplir los gestores para la recolección, traslado y entrega en sitio de la disposición final de los RCD de pequeña escala, por lo tanto, se podrán sugerir estrategias para que los ciudadanos tengan mejores prácticas en el manejo de los RCD teniendo en cuenta las directrices ya establecidas por los entes regulatorios y la normativa vigente.

Así mismo, la investigación planteada es analítica, ya que cuando se apliquen los instrumentos de recolección de la información, se podrá realizar el análisis de los datos y determinar si es factible la aplicación de acuerdo a los objetivos planteados; es no experimental puesto que se tendrán en cuenta eventos que ya han sucedido y que han sido revisados por otros autores en cuanto a la gestión y manejo de los RCD. Y finalmente es de tipo transversal porque la recolección de datos se realiza en una sola ocasión, durante un tiempo determinado y se revisan varias líneas de conocimiento.

## **7.2. Diseño Metodológico**

El diseño metodológico de esta investigación se articula en función de diversas actividades y resultados esperados, configurando un marco sistemático que guiará la investigación hacia la consecución de los objetivos planteados. Este diseño abarca aspectos fundamentales como la estructura general del estudio, las decisiones relativas a la población y muestra seleccionada, así como los procedimientos establecidos para la recolección y el análisis de datos.

*Tipo de investigación:*

La investigación se enmarca dentro de un enfoque descriptivo. Este enfoque permite realizar una exploración exhaustiva de la situación actual relacionada con el manejo de RCD en proyectos de pequeña escala en Bogotá. A través de la recopilación de información cualitativa y cuantitativa, se buscará delinear un diagnóstico preciso que facilite la identificación de necesidades, desafíos y oportunidades en el contexto de la gestión de residuos.

El enfoque descriptivo es idóneo en este caso, ya que busca proporcionar una representación detallada de la realidad observada, sin la intención de manipular variables. Este enfoque permitirá establecer un fundamento sólido para la evaluación de la viabilidad del aplicativo propuesto, ofreciendo una base objetiva sobre la cual se podrán formular recomendaciones y estrategias de intervención. La investigación descriptiva permite captar el estado actual y detallado de las situaciones, comprendiendo el comportamiento presente para plantear estrategias a futuro (ATLAS, s.f.).

A continuación, se presenta la estructura del diseño metodológico, planteando actividades orientadas al cumplimiento de los objetivos de la investigación por medio de resultados esperados que serán obtenidos de herramientas tales como tablas resumen, análisis del entorno, diagramas de procesos, listas de chequeo, informes, listados de indicadores clave de desempeño, entrevistas y comparativos.

**Tabla 7** *Diseño metodológico*

Objetivos específicos	Actividad	Resultados Esperados
1) Verificar los requerimientos que deben cumplir los gestores para la recolección, traslado y entrega en sitio de disposición final para residuos de obra de pequeña escala, de acuerdo con regulaciones locales.	1. Consultar información normativa y mecanismos de regulación	Tabla resumen de requerimientos, condiciones y regulaciones locales para la gestión de escombros en Bogotá.
	2. Analizar condiciones actuales	PESTEL (Análisis de entorno)
	3. Consultar sobre las empresas que prestan el servicio	Listado. (Nombre, contacto, tiempo de constitución)

	4. Consultar el funcionamiento del sector.	Diagrama de proceso
2) Plantear los criterios para un Dashboard con información detallada y gráfica, para conocimiento del usuario sobre normativas locales y correcta disposición de los residuos generados en adecuaciones constructivas.	1. Consultar criterios requeridos para un Dashboard	Tabla resumen de requerimientos para desarrollo del Dashboard
	2. Analizar la información requerida por los usuarios	Informe de necesidades de usuarios (encuesta)
	3. Plantear los indicadores que guiarán el diseño del Dashboard hacia la correcta gestión de RCD y cumplimiento normativo	Lista de KPIs
3) Integrar herramientas de comunicación avanzadas en la aplicación digital para facilitar la interacción directa y eficiente entre los usuarios y gestores certificados.	1. Identificar y hacer un mapeo de los usuarios potenciales (ciudadanos)	Encuesta
	2. Consultar sobre herramientas de comunicación que se pueden integrar a la aplicación (chat en tiempo real, foro de opiniones)	Cuadro comparativo
4) Analizar las condiciones técnicas y económicas de un aplicativo digital.	1. Consultar las condiciones técnicas que requiere un aplicativo digital	Tabla resumen de condiciones técnicas
	2. Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo	Listado de chequeo
	3. Estimar los costos y viabilidad económica asociados a la implementación	Informe financiero

**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.3. Población y muestra

Para la implementación de las actividades establecidas en el diseño metodológico de la presente investigación, se procederá a la selección de una muestra representativa mediante un muestreo por conveniencia. Este enfoque se llevará a cabo en la localidad de Usaqué en Bogotá, la cual cuenta con 586.954 habitantes en 2023 (Secretaría de Integración social, 2024), al ser una de las localidades que presenta mayor variedad de niveles socioeconómicos y un desarrollo urbano en expansión, por ende, desafíos en la gestión de RCD.

La población objetivo se compone de residentes de dicha localidad, quienes exhiben una diversidad en su contexto socioeconómico. Este aspecto es crucial, ya que permite capturar una variedad de perspectivas y necesidades en relación con la aplicación digital. Se ha determinado que la muestra estará compuesta por un mínimo de 40 individuos, seleccionados en función de su disponibilidad y disposición para participar en el estudio.

Es importante resaltar que el muestreo por conveniencia, si bien no garantiza una representatividad estadística estricta, facilitará el acceso a una muestra que puede ofrecer información valiosa sobre las prácticas actuales y los desafíos enfrentados en la gestión de RCD en el ámbito local. La selección de participantes se realizará de manera que se contemple un equilibrio en la representación de diferentes estratos socioeconómicos, asegurando así una recopilación de datos que refleje la realidad heterogénea de la población en estudio.

Este enfoque metodológico permitirá obtener una visión integral que apoye la evaluación de la viabilidad y pertinencia de la aplicación digital en el contexto específico de la localidad seleccionada, contribuyendo al desarrollo de estrategias efectivas para el manejo de RCD en proyectos de pequeña escala.

#### **7.4. Instrumentos para recolección de información**

De acuerdo con las variables cuantitativas y cualitativas para la investigación, definimos instrumentos de medición para cada una de estas de la siguiente manera:

##### ***Instrumentos para Variables Cuantitativas***

###### ***Encuestas Estructuradas:***

Utilizando preguntas cerradas con opciones de respuesta predefinidas, las cuales permiten la recopilación de datos sobre frecuencia de generación de RCD.

###### ***Cuestionarios:***

Pueden evaluar la percepción sobre la gestión de RCD y el uso potencial de la aplicación digital.

*Listados de datos:*

Que permitan acceder a la información de los gestores autorizados actualmente para el manejo y disposición final de RCD.

***Instrumentos para Variables Cualitativas***

*Entrevistas Semiestructuradas:*

Las cuales pueden facilitar la obtención de información detallada sobre desafíos y necesidades específicas desde la perspectiva personal de los entrevistados.

*Análisis de condiciones actuales:*

Por medio de herramientas como el PESTEL, que permitan hacer una identificación de las condiciones del entorno.

*Diagramas de procesos:*

Que permitan identificar el funcionamiento de procesos actuales en cuanto a la gestión de RCD.

*Análisis documental:*

Revisión y análisis de documentos para comprender el contexto y las prácticas actuales en la gestión de RCD.

*Tablas resumen:*

Tabla resumen de requerimientos, condiciones y regulaciones locales para la gestión de escombros en Bogotá.

## **7.5. Análisis de datos**

### **7.5.1. Hipótesis (cuantitativa)**

El desarrollo e implementación de un aplicativo digital para la gestión de RCD en Bogotá, reducirá significativamente los costos logísticos y ambientales asociados a la disposición inadecuada de estos residuos, aumentando en un 20% el porcentaje de residuos aprovechados, y disminuyendo en un 10% los incidentes de vertimiento ilegal en zonas no autorizadas dentro de los primeros dos años de uso.

### **7.5.2. Supuestos de investigación (cualitativa)**

Se espera que la investigación cualitativa revele que la adopción del aplicativo digital por parte de pequeños generadores de residuos será positiva, motivada por la facilidad de uso y los incentivos regulatorios que se integren al sistema. Además, se presume que la plataforma mejorará la trazabilidad de los residuos desde su generación hasta su disposición final, aumentando la confianza entre los actores involucrados y promoviendo una cultura de manejo responsable de los RCD.

### **7.5.3. Desarrollo de la hipótesis o supuesto de investigación**

#### ***7.5.3.1. Análisis de Datos Cuantitativos***

Para validar la hipótesis cuantitativa, se recolectarán datos relacionados con la generación, transporte y disposición de RCD a través del aplicativo digital durante un período de prueba de 6 meses. Los datos clave incluirán:

1. Cantidad de RCD recolectados por los transportadores autorizados.
2. Volumen de residuos aprovechados en plantas de reciclaje o valorización.
3. Número de incidentes de disposición inadecuada reportados antes y después de la implementación del sistema.

El análisis estadístico utilizará herramientas como regresión lineal y análisis de correlación para determinar si existe una relación significativa entre la adopción del aplicativo y la reducción de la disposición ilegal de RCD, así como el aumento del reciclaje. Se espera que el sistema digital contribuya a una mayor eficiencia en la gestión de los RCD, tal como se observó en estudios previos en ciudades que han implementado tecnologías digitales para la gestión de residuos (Fernández-Baldor, 2019)

### ***7.5.3.2. Análisis de Datos Cualitativos***

A través de entrevistas y grupos focales con pequeños constructores, transportistas y entidades reguladoras, se explorarán percepciones, barreras y facilitadores en la adopción del aplicativo digital. Estas técnicas permitirán generar un marco interpretativo sobre cómo las diferentes partes interesadas perciben la utilidad del sistema, qué cambios conductuales promueve y cómo impacta las dinámicas del sector informal de RCD en Bogotá.

El análisis de contenido de las entrevistas será guiado por categorías emergentes, relacionadas con la percepción del impacto ambiental, la facilidad de uso de la plataforma y la interacción con las autoridades locales. Se prevé que los actores clave reporten una mejora en la trazabilidad y cumplimiento normativo, lo que apoyaría la adopción a largo plazo del aplicativo como herramienta fundamental en la gestión sostenible de los RCD (Mansoor, 2020).

## **8. Resultados**

### **8.1. Requerimientos para la gestión de escombros en Bogotá**

El Decreto 507 de 2023 de la Alcaldía Mayor de Bogotá regula la gestión de escombros en la ciudad, estableciendo requisitos y mecanismos para garantizar una adecuada disposición, manejo y control de los residuos de construcción y demolición, con el fin de mitigar el impacto ambiental y promover prácticas más sostenibles. También establece regulaciones específicas

para garantizar que los generadores, transportadores y gestores de RCD realicen el manejo de forma adecuada y cumpla con los requisitos legales y ambientales (Decreto 507, 2023). Para mayor información remitirse al Anexo No.1.

## **8.2. Análisis del entorno PESTEL**

La gestión de residuos de construcción y demolición de pequeña escala en Bogotá enfrenta múltiples desafíos a nivel político, económico, socio-cultural, tecnológico, ecológico y legal. La recolección, traslado y disposición final de estos residuos requieren un enfoque más sistemático y adaptado a las necesidades de los pequeños generadores. Es necesario crear políticas públicas más inclusivas que consideren a los generadores de pequeña escala, ofrecer incentivos económicos para facilitar el acceso a servicios de recolección, y fomentar la adopción de tecnologías de reciclaje. Así mismo, se debe fortalecer la educación ciudadana sobre la importancia del manejo adecuado de estos residuos y garantizar el cumplimiento efectivo de las regulaciones existentes. Para más información remitirse al Anexo No. 2.

## **8.3. Listado de Gestores**

La secretaria de Ambiente de Bogotá pauta lineamientos ya establecidos donde se definen dos actores fundamentales dentro la gestión de RDC:

- El transportador, cuya función es recolectar y trasladar los RCD del punto donde son generados, hasta el lugar autorizado para la disposición final, esto cumpliendo con ciertas condiciones exigidas normativamente para garantizar que las regulaciones ambientales se den de manera óptima (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). Para mayor información sobre el listado de transportadores que

se encuentran inscritos, remitirse al Anexo No. 3 (consultar la referencia para encontrar consolidado completo).

- El gestor de RCD, quienes se encargan de realizar actividades de acopio temporal, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de RDC en los centros de tratamiento y/o aprovechamientos autorizados, así mismo los gestores, deben estar registrados ante las autoridades ambientales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). Para mayor información y obtener el listado completo de lineamientos, remitirse al anexo No. 4 (consultar la referencia para encontrar consolidado completo). y al directorio ambiental Anexo No. 5 (consultar la referencia para encontrar consolidado completo).

#### **8.4. Diagrama de flujo del funcionamiento de la Gestión de RCD**

El funcionamiento de la gestión de los residuos de construcción y demolición - RCD actualmente se realiza según tres etapas principales: generación, transporte y gestión. Para nuestro caso de investigación el proceso inicia cuando el pequeño generador produce RCD y si realiza su correcta disposición busca en el directorio de la Secretaría Distrital de Ambiente información de contacto de los gestores registrados que cumplen la normativa vigente.

Luego de hacer todo el trámite de contacto y pago, el transportador recoge los RCD y según su separación son llevados a los gestores que pueden ser Centros de tratamiento y aprovechamiento o Sitios de disposición final, en ambos casos los gestores reciben del transportador la constancia de gestión provisional y realizan el cargue en el aplicativo WEB destinado por la Secretaria Distrital de Ambiente, de la información del tipo y cantidad de residuos que ingresan al lugar para el respectivo tramite, y mensualmente los gestores también

deben subir los informes de la gestión realizada. (Decreto 507, 2023). Para mayor información remitirse al Anexo No. 6.

### 8.5. Criterios para el Diseño del Dashboard

Tabla 8. Criterios para el diseño del Dashboard

Criterio	Descripción	Propósito	Ejemplo	Referencia
<b>Visualización de Datos en Tiempo Real</b>	Permite ver el estado y flujo de residuos generados, transportados y gestionados en tiempo real, incluyendo volumen y tipo por ubicación y etapa de manejo.	Facilita la toma de decisiones rápidas y el monitoreo continuo, asegurando tiempos de transporte.	Gráficos de barras y mapas de calor que muestren puntos críticos de acumulación de RCD.	Similar al sistema de visualización de SmartWaste (2022).
<b>Indicadores de Cumplimiento Normativo</b>	Muestra KPIs de normatividad, incluyendo permisos de operación y cumplimiento de los lineamientos de la Secretaría de Medio Ambiente.	Asegura el cumplimiento de requisitos legales para evitar sanciones.	Indicadores de permisos vigentes y cumplimiento de políticas ambientales.	Cumplimiento normativo en la app WasteSense (2023).
<b>Trazabilidad de RCD</b>	Proporciona información sobre el origen y destino de cada carga de residuos, incluyendo detalles de los transportistas y su ruta.	Garantiza transparencia y facilita auditorías o revisiones.	Timeline o mapa que muestra el trayecto y estado de cada carga desde el generador.	Usado en aplicaciones como RecycleTrack (2021).
<b>Alertas y Notificaciones Automatizadas</b>	Envía recordatorios automáticos sobre vencimientos de permisos, inspecciones de cumplimiento y situaciones críticas (como retrasos en la recolección).	Ayuda a usuarios a mantenerse al día en sus obligaciones y a prevenir problemas.	Notificaciones push sobre permisos cercanos a vencerse.	Sistema de notificaciones de Sustainability Dashboard (2023).
<b>Reportes Personalizados y Exportables</b>	Genera reportes detallados sobre el manejo de residuos y permite exportarlos en formatos como PDF y Excel.	Facilita análisis y creación de reportes para auditorías internas o externas.	Opción para filtrar datos por fecha, tipo de residuo y región.	Funcionalidad similar en GreenQ Waste Dashboard (2022).
<b>Interfaz Intuitiva y Personalizable</b>	Ofrece una interfaz fácil de usar que permita personalizar las vistas, priorizando elementos relevantes según el tipo de usuario (generador, transportista, supervisor).	Mejora usabilidad y eficiencia, reduciendo la curva de aprendizaje y adaptándose a distintos roles.	Secciones configurables que el usuario puede ordenar según prioridad.	Presentado en el diseño de Uber for Business Dashboard (2022).
<b>Indicadores de Sostenibilidad y Reciclaje</b>	Incluye indicadores sobre el porcentaje de RCD reciclado y reducción de la huella de carbono generada por el transporte de residuos.	Ayuda a visualizar el impacto ambiental y cumplir con objetivos de sostenibilidad.	Gráficos de torta y líneas de tiempo sobre progreso en reciclaje y ahorro de emisiones.	Funcionalidad encontrada en EcoCycle App (2023).

Fuente: Elaboración propia, información tomada y adaptada de las referencias mencionadas.

## 8.6. Encuesta de necesidades de usuarios

Se aplicó la encuesta a los ciudadanos de acuerdo con el muestreo poblacional indicado en el diseño metodológico, teniendo como resultado los siguientes datos:

El 48% de la población ha generado RCD, en su mayoría ocasionalmente con un porcentaje de 47%, también se tuvo en cuenta una población que incluía personal constructor / maestro de obra, cuya frecuencia de generación de RCD es del 42%; quienes se encargaron de hacer la disposición de los residuos directamente.

En cuanto al conocimiento sobre el manejo adecuado de los RCD, es visible un desconocimiento en el 63% de la población encuestada, así mismo se presenta un 78% de personas que manifiestan que no han recibido información ni escuchado sobre las políticas de manejo de RCD en Bogotá de parte de entidades del estado.

Para detalles del mapeo, consultar el Anexo No. 7 (preguntas de la 1 a la 5).

## 8.7. Indicadores Clave para el Dashboard

**Tabla 9.** *Indicadores Clave para el Dashboard*

Indicador	Descripción	Análisis	Visualización	Medición
<b>Cantidad de RCD Generada</b>	Mide el volumen total de residuos de construcción y demolición generados, dividido por tipo de residuo (escombros, concreto, ladrillo, etc.) y por ubicación.	Analizar tendencias en la cantidad de residuos por zonas y tipos para optimizar rutas de recolección.	Gráfico de barras y mapa de calor para identificar puntos de alta generación de residuos.	En toneladas, calculado semanal, mensual y anualmente.
<b>Porcentaje de Residuos Reciclados</b>	Proporción del total de residuos recolectados que han sido reciclados o reutilizados, comparado con la meta de reciclaje fijada por la entidad reguladora.	Evaluar el progreso hacia metas de reciclaje, permitiendo ajustes en las operaciones de reciclaje.	Indicador de progreso en barras o gráfica de pastel, destacando las metas alcanzadas y pendientes.	En porcentaje, evaluado mensual y trimestralmente respecto a la meta de reciclaje anual.
<b>Tiempo Promedio de Recolección y Transporte</b>	Tiempo medio entre la generación del residuo y su recolección/transporte al	Identificar cuellos de botella en el proceso de recolección y	Línea de tiempo para observar el tiempo, promedio y gráficos	En horas, medido y promediado diariamente.

	centro de disposición o reciclaje.	ajustar la logística según necesidades.	de tendencia para identificar picos.	
<b>Número de Infracciones Ambientales</b>	Cuenta de los eventos de incumplimiento normativo (retrasos, mal manejo de residuos, falta de permisos), categorizados por gravedad.	Ayuda a las empresas a identificar áreas de mejora en la gestión de residuos y reducir sanciones.	Indicador numérico y gráfico de barras con desglose de tipos de infracciones y su frecuencia.	Número total y frecuencia de incidentes, mensual y trimestralmente.
<b>Satisfacción del Usuario</b>	Mide la satisfacción de generadores y transportistas sobre el servicio de recolección y manejo de residuos.	Identificar puntos de mejora en el servicio según el feedback recibido de los usuarios.	Gráficos de estrellas, promedio de calificaciones y secciones de comentarios de usuarios.	En puntuación de 1 a 5, evaluado al final de cada servicio y promediado mensualmente.
<b>Huella de Carbono del Transporte de RCD</b>	Estima las emisiones de CO <sub>2</sub> generadas por el transporte de RCD, utilizando factores de emisión de cada vehículo.	Permite a las empresas establecer planes para reducir emisiones y optimizar rutas de transporte.	Indicador en gráfico de línea que muestre las emisiones semanales y comparación con metas.	En kg o toneladas de CO <sub>2</sub> , calculado por viaje y totalizado mensualmente.
<b>Costos Operativos de Gestión de RCD</b>	Total de gastos asociados al manejo de residuos, incluyendo transporte, reciclaje y disposiciones especiales.	Permite controlar costos y ajustar tarifas para optimizar la rentabilidad del servicio.	Gráficos de barras desglosando costos por tipo (transporte, reciclaje, disposición).	En moneda local (COP o USD), medido mensual y t

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.8. Encuesta mapeo de usuarios potenciales

Se aplicó la encuesta a los ciudadanos de acuerdo con el muestreo poblacional indicado en el diseño metodológico, teniendo como resultado los siguientes datos:

El 90% de la población ve llamativa la opción de usar el aplicativo que les permita acceder a la normativa y así mismo tener comunicación con los gestores autorizados para el manejo de RCD.

Dentro de las funcionalidades que desearían tener se destacan:

- Poder contactar a medios de transporte autorizados, rutas, convenios, horarios
- Tener información detallada sobre la correcta separación de RCD, conocer el rango de precios para la gestión de RCD

- Manejo de residuos, políticas y recomendaciones
- Mostrar las entidades que están certificadas para recolección de los desechos y los procesos correctos para la vida útil de cada elemento
- Poder verificar las licencias de los gestores
- Detalle del proceso y líneas de atención de forma clara y rápida
- Que me permita agendar en dado caso que necesite el servicio para la disposición de los RCD
- Que permita acceder a las remisiones de entrega de residuos como las actas de disposición final
- Explicación de que son RCD y como pueden ser reutilizados y qué hacer con los residuos de ese tipo
- Agendamiento de recolección, preguntas frecuentes, Chatbot, calculadora de tarifa
- Trámites ante la secretaria de ambiente por ser generador RCD y cálculos mensuales de acuerdo a RCD generados
- Tener diferentes medios de contacto que le respondan a uno con inmediatez para la utilización del servicio
- Actualización constante de la normatividad, resúmenes e infografías para facilitar la aplicación de las normas, además de contactos de los sitios autorizados y que en estos estén los soportes de que autoricen como gestor de RCD
- Que maneje las tarifas por kg o unidad de material de construcción desechados, tipo de documentación que se requiere, si manejan certificaciones

- Mapa con la empresa más cercana a mi localización que haga esa recolección de residuos, tener un reporte del manejo de los residuos generados
- Información básica del tipo de residuos, su correcta disposición final y recomendación de las entidades y lugares certificados para dicho fin.

Dentro de la información enlistada que les gustaría que brindara el aplicativo, están de acuerdo con los indicadores propuestos, siendo el de el conocer la cantidad de RCD generados el de mayor interés.

Para detalles del mapeo, consultar el Anexo No. 7 (preguntas de la 6 a la 8).

## 8.9. Comparativo de las Herramientas de Comunicación Integrables

**Tabla 10. Herramientas de Comunicación Integrables**

Herramienta	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo de Integración	Complejidad de Implementación	Lenguajes de Desarrollo Compatibles
<b>Chat en Tiempo Real (Firebase)</b>	Proporciona mensajería en tiempo real, permitiendo a los usuarios comunicarse directamente en la aplicación.	- Escalable y fácil de implementar en aplicaciones móviles.	- Puede requerir costos adicionales según el uso.	Gratis hasta cierto uso; escalable	Moderada (requiere configuración de base de datos y sincronización en tiempo real)	Compatible con JavaScript, Kotlin, Swift, Dart
		- Amplia documentación y soporte de Google Firebase.	- Depende de la infraestructura de Firebase.			
<b>Foro de Opiniones (Discourse)</b>	Un foro integrado donde los usuarios pueden intercambiar experiencias, resolver dudas y compartir opiniones.	- Estructura organizada para discusión prolongada.	- No es en tiempo real, lo que puede ralentizar la interacción.	Aproximadamente \$100/mes	Alta (instalación y configuración en servidor)	Compatible con Ruby on Rails, integrable con APIs REST
		- Buena para generar una comunidad de usuarios activos.	- Requiere un servidor para su alojamiento.			
<b>Chatbot Automatizado (Dialogflow)</b>	Sistema de respuestas automáticas mediante IA	- Responde automáticamente a consultas básicas sin	- Limitado a preguntas frecuentes y no es tan útil para	Gratis hasta cierto uso; escalable	Moderada a alta (requerimientos de configuración en IA)	Compatible con Node.js, Python, Java, C#

	para consultas frecuentes sobre el servicio de recolección y permisos.	intervención humana. - Reduce la carga de trabajo en el chat.	consultas complejas. - Configuración avanzada de IA.			
<b>Mensajería Push (OneSignal)</b>	Envía notificaciones a los usuarios sobre eventos importantes como recolecciones próximas o vencimiento de permisos.	- Económico y permite comunicación sin abrir la app. - Muy efectivo para alertas importantes y recordatorios.	- No permite comunicación bidireccional. - Depende de permisos de notificación en dispositivos móviles.	Gratis hasta ciertos límites	Baja (configuración sencilla en comparación)	Compatible con JavaScript, Swift, Kotlin
<b>Video Llamadas (Agora SDK)</b>	Permite realizar video llamadas para coordinación en tiempo real entre generadores, transportistas y gestores.	- Permite comunicación visual para una mejor coordinación en incidentes. - Muy útil para situaciones complejas.	- Alto consumo de datos, puede no ser viable en zonas con internet lento. - Costoso en comparación a chats.	Desde \$0.99/1,000 minutos	Alta (implementación y requisitos de red elevados)	Compatible con Java, Swift, Flutter, React

Fuente: Elaboración propia

## 8.9.1. Descripción de Cada Factor

### *Costo de Integración:*

Los costos varían ampliamente según la herramienta y su uso. Algunas herramientas como Firebase y Dialogflow ofrecen planes gratuitos hasta un cierto límite, lo que puede ayudar a iniciar la integración sin gastos elevados. Sin embargo, opciones como Agora SDK, especializada en video, suelen requerir un mayor presupuesto.

### *Complejidad de Implementación:*

Las herramientas de chat en tiempo real (Firebase) y mensajería push (OneSignal) son de complejidad baja a moderada, mientras que opciones como Discourse y Agora SDK son más complejas, requiriendo configuraciones de servidor y red.

La implementación de IA, como Dialogflow, puede ser moderada en complejidad, pero puede requerir conocimientos de programación y ajustes continuos para ofrecer respuestas precisas y relevantes.

### ***Lenguajes de Desarrollo Compatibles:***

La compatibilidad es fundamental para asegurar una integración sin fricciones en la aplicación. Herramientas como Firebase y Dialogflow son compatibles con una amplia variedad de lenguajes (JavaScript, Python, Java, Swift, entre otros), lo cual facilita la integración.

Algunas plataformas, como Discourse, están diseñadas con Ruby on Rails y requieren API REST para ser integradas con otros sistemas. Es importante verificar la compatibilidad de cada herramienta con el lenguaje y el entorno de desarrollo de la aplicación móvil.

## **8.9.2. Selección de Herramientas según la Funcionalidad Requerida**

### ***Para mensajería instantánea y en tiempo real***

Firebase es una opción adecuada por su escalabilidad y bajo costo inicial. Sin embargo, puede ser complementado con OneSignal para notificaciones fuera de la aplicación.

### ***Para interacción comunitaria y foro:***

Discourse es ideal, aunque su complejidad es mayor, se puede personalizar según las necesidades del proyecto.

### ***Para respuestas automatizadas:***

Dialogflow es la opción ideal debido a sus capacidades avanzadas de IA para preguntas frecuentes.

### ***Para situaciones que requieren una comunicación más visual:***

Agora SDK es adecuado, especialmente en casos de emergencia o para resolver problemas complejos en sitio.

## 8.10. Condiciones técnicas para la aplicación digital

Tabla 11. Condiciones técnicas para la aplicación digital

Condición Técnica	Descripción	Detalles de Implementación	Recomendaciones de Lenguaje	Plataforma de Hosting Recomendada
<b>Compatibilidad Multiplataforma</b>	La aplicación debe ser compatible con sistemas operativos Android e iOS para garantizar accesibilidad a todos los usuarios.	Utilizar frameworks como <b>Flutter</b> o <b>React Native</b> para un solo código base multiplataforma.	Dart (Flutter) o JavaScript (React Native)	<b>Firebase Hosting</b> (escala y soporte amplio)
<b>Capacidad de Escalabilidad</b>	Escalable para manejar un alto volumen de datos y usuarios, permitiendo expansión de capacidad conforme a la demanda de la aplicación.	Elegir servicios en la nube como <b>AWS</b> o <b>Google Cloud</b> con opciones de escalabilidad automática.	Agnóstico (API REST, backend en Node.js, Django, etc.)	<b>AWS Elastic Beanstalk</b> o <b>Google Cloud</b>
<b>Soporte para Chat en Tiempo Real</b>	Integración de Firebase para comunicación en tiempo real, permitiendo a generadores y transportistas coordinar servicios de recolección y otros aspectos operativos.	Configurar Firebase Realtime Database y agregar SDK de Firebase al proyecto.	JavaScript, Swift, Kotlin	<b>Firebase</b> (por integración nativa)
<b>Funcionalidad de Foro de Opiniones</b>	Implementación de foro (Discourse) para compartir experiencias y preguntas, organizado por temas como normativas, reciclaje, etc.	Usar Discourse con integración mediante API REST para sincronizar datos entre la app y el foro.	Ruby (Discourse), API REST para integración	<b>Heroku</b> o <b>Digital Ocean</b> para Discourse
<b>Dashboard de Visualización de Datos</b>	El dashboard debe mostrar datos en tiempo real, incluyendo KPIs y métricas clave de generación y gestión de RCD.	<b>Frontend:</b> Gráficos en librerías como <b>Chart.js</b> o <b>D3.js</b> ; <b>Backend:</b> Node.js, Python, o Django para manejar y procesar datos.	JavaScript (Frontend), Python o Node.js (Backend)	<b>Firebase</b> o <b>AWS Lambda</b> para backend escalable
<b>Integración de Notificaciones Push</b>	Usar OneSignal para notificaciones sobre eventos relevantes (como recordatorios de recolección o permisos de vencimiento).	Implementar SDK de OneSignal y configurar permisos de notificación en dispositivos.	JavaScript, Kotlin, Swift	<b>OneSignal Hosting</b> (nativa con Firebase)
<b>IA para Respuestas Automatizadas</b>	Uso de Dialogflow para integrar un chatbot que responda a preguntas frecuentes sobre permisos y procedimientos de manejo de RCD.	Configurar Dialogflow y conectar con el backend mediante API REST para gestionar consultas.	Node.js, Python, Java	<b>Google Cloud</b> (por integración con Dialogflow)
<b>Control de Seguridad y Autenticación</b>	Autenticación segura con OAuth 2.0 para proteger los datos sensibles de los usuarios y prevenir accesos no autorizados.	Implementar autenticación con Firebase Authentication o servicios OAuth de terceros.	Node.js, Python	<b>Firebase Authentication</b> o <b>Auth0</b>
<b>Base de Datos</b>	Base de datos NoSQL (como Firebase o MongoDB) para almacenar la información de	Base de datos en Firebase para datos de usuario y NoSQL en MongoDB	Agnóstico (Firebase SDK, MongoDB)	<b>Firebase Firestore</b> o <b>MongoDB Atlas</b>

	usuarios, trazabilidad de residuos, permisos y KPIs en tiempo real.	para almacenamiento general.		
<b>Compatibilidad con APIs para Dashboard y Foro</b>	Capacidad de integración con APIs para capturar y presentar datos en el dashboard y sincronizar discusiones en el foro.	Configurar endpoints para obtener y visualizar datos en tiempo real y en sincronía.	JavaScript (Frontend), Node.js (API)	<b>AWS API Gateway</b> para API escalable
<b>Estimación de Costos y Analítica</b>	Backend robusto para estimar costos operativos y generar informes de análisis financiero de la gestión de RCD.	Calcular costos mediante scripts en Python y almacenar resultados en el dashboard de Firebase.	Python, JavaScript (para reportes)	<b>Google Cloud</b> (para procesamiento y almacenamiento)

Fuente: Elaboración propia

## 8.10.1. Criterios de selección Condiciones Técnicas Clave

### 8.10.1.1. *Compatibilidad Multiplataforma:*

La elección de Flutter (Dart) o React Native (JavaScript) permite crear una aplicación que funcione tanto en Android como en iOS desde un solo código base. Esto reduce costos de desarrollo y facilita el mantenimiento.

### 8.10.1.2. *Capacidad de Escalabilidad:*

Para gestionar un número elevado de usuarios y datos, es recomendable alojar la aplicación en plataformas de nube como AWS Elastic Beanstalk o Google Cloud, que ofrecen escalabilidad automática para ajustar la capacidad del servidor según la demanda de usuarios.

### 8.10.1.3. *Integración de Herramientas de Comunicación:*

Firebase se integra fácilmente para el chat en tiempo real, permitiendo sincronización instantánea entre los usuarios. Para el foro de opiniones, Discourse se puede alojar en Heroku o Digital Ocean, con integración a través de API REST para sincronizarlo con la app.

Las notificaciones push se implementan mediante OneSignal, enviando alertas de eventos importantes directamente al dispositivo del usuario.

#### **8.10.1.4. *Dashboard de Visualización de Datos:***

Frontend: Usar librerías como Chart.js o D3.js para gráficos permite personalizar las visualizaciones y hace posible el análisis visual de datos en tiempo real.

Backend: Utilizar Node.js o Django facilita el procesamiento de datos y la generación de métricas clave para la gestión de RCD.

#### **8.10.1.5. *AI para Respuestas Automatizadas:***

Dialogflow ofrece integración nativa con Google Cloud y facilita la configuración de un chatbot inteligente que puede responder a preguntas frecuentes sobre la normativa y procesos de manejo de residuos, reduciendo la carga operativa.

#### **8.10.1.6. *Control de Seguridad y Autenticación:***

Firebase Authentication o Auth0 proporcionan servicios de autenticación OAuth 2.0 para asegurar la privacidad de los datos del usuario, controlando el acceso a la aplicación y manteniendo la seguridad del sistema.

#### **8.10.1.7. *Base de Datos NoSQL:***

Para datos en tiempo real, Firebase Firestore permite una sincronización rápida y almacenamiento escalable. En caso de que se necesite almacenamiento adicional o independiente, MongoDB Atlas es una opción ideal para manejar grandes volúmenes de datos.

#### **8.10.1.8. *API y Sincronización de Dashboard y Foro:***

Usar AWS API Gateway o un servicio similar permite la creación de una API robusta y escalable que sirva tanto para sincronizar datos con el foro (Discourse) como para gestionar el dashboard, asegurando la integración de todos los componentes de la aplicación.

### 8.10.1.9. Estimación de Costos y Analítica:

Para gestionar los costos operativos de la aplicación, un backend con Python facilita la creación de scripts de análisis que generan informes de costos, permitiendo una visión clara de la viabilidad económica del proyecto.

## 8.11. Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación

**Tabla 12.** *Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación*

Tipo de Requerimiento	Requerimiento	Descripción	Lista de Verificación	Cumple (Sí/No)
Funcional	Autenticación de Usuarios	Permitir a los usuarios registrarse, iniciar sesión y autenticarse en la aplicación de forma segura.	Verificar seguridad OAuth y Firebase Authentication	
Funcional	Gestión de Usuarios	Administrar perfiles de usuarios, incluyendo permisos y roles (generadores, transportistas, gestores).	Revisar gestión de permisos y perfiles	
Funcional	Chat en Tiempo Real	Habilitar la comunicación en tiempo real entre generadores y transportistas para la coordinación de servicios.	Integrar Firebase para chat en tiempo real	
Funcional	Notificaciones Push	Enviar notificaciones automáticas para alertas de recolección, vencimientos y recordatorios.	Configurar y probar OneSignal	
Funcional	Foro de Opiniones	Implementar un foro donde los usuarios puedan compartir experiencias y resolver dudas.	Integrar Discourse mediante API REST	
Funcional	Respuestas Automatizadas (Chatbot)	Proveer un chatbot con IA para responder preguntas frecuentes sobre normativas y procesos de RCD.	Configurar y probar Dialogflow	
Funcional	Visualización de KPIs en Dashboard	Mostrar indicadores clave de rendimiento (KPIs) para monitorear la gestión de RCD y cumplimiento normativo.	Usar Chart.js o D3.js para gráficos	
Funcional	Generación de Reportes Financieros	Permitir la visualización y descarga de informes sobre costos operativos y viabilidad económica.	Integrar funcionalidad de generación de reportes	
Funcional	Geolocalización	Proporcionar ubicación en tiempo real de residuos y transportistas para una mejor coordinación logística.	Probar funcionalidad de geolocalización	
Funcional	Programación de Servicios	Permitir a los usuarios programar fechas y horas de recolección de residuos.	Revisar usabilidad en programación de servicios	
Funcional	Gestión de Permisos	Facilitar la solicitud y renovación de permisos necesarios para la gestión de RCD conforme a la normativa local.	Confirmar integración con el módulo de permisos	

No Funcional	Escalabilidad	Asegurar que la aplicación pueda manejar un alto volumen de usuarios y datos.	Revisar configuración de escalabilidad en hosting	
No Funcional	Seguridad de Datos	Proteger los datos personales y empresariales de los usuarios mediante encriptación y medidas de autenticación.	Verificar seguridad con OAuth 2.0 o JWT	
No Funcional	Rendimiento	Optimizar la velocidad de carga y respuesta de la aplicación para garantizar una experiencia de usuario fluida.	Realizar pruebas de rendimiento	
No Funcional	Accesibilidad	Asegurar que la aplicación sea accesible para usuarios con discapacidades visuales o motoras mediante ajustes de diseño y accesibilidad.	Evaluar con criterios de accesibilidad	
No Funcional	Compatibilidad con Dispositivos	Garantizar el correcto funcionamiento en dispositivos iOS y Android de distintas versiones.	Realizar pruebas en dispositivos variados	
No Funcional	Resiliencia y Recuperación de Fallos	Implementar procedimientos de respaldo y recuperación de datos en caso de fallos o pérdida de conectividad.	Probar sistemas de respaldo y recuperación	
No Funcional	Usabilidad	Diseñar la interfaz de usuario (UI) de manera intuitiva y fácil de usar, optimizando el flujo de navegación y minimizando la curva de aprendizaje.	Realizar pruebas de usabilidad con usuarios	
No Funcional	Interfaz Multilenguaje	Ofrecer la aplicación en varios idiomas para aumentar el alcance de usuarios.	Configurar sistema de traducción	
No Funcional	Costo de Mantenimiento	Planificar y prever costos de mantenimiento mensual, incluidos los de infraestructura, hosting, y mejoras de funcionalidad.	Estimar y documentar costos	
No Funcional	Adaptabilidad para Nuevas Funcionalidades	Permitir la implementación de nuevas funcionalidades sin afectar las existentes, mediante una arquitectura modular.	Verificar diseño modular de la arquitectura	

Fuente: Elaboración propia

## 8.11.1. Criterios selección Requerimientos Específicos

### 8.11.1.1. Herramientas de Comunicación:

Las herramientas de comunicación incluyen el chat en tiempo real (Firebase), notificaciones push (OneSignal), foro de opiniones (Discourse), y chatbot automatizado (Dialogflow). Cada una debe integrarse de forma que los usuarios puedan comunicarse sin

interferencias y con un soporte confiable en tiempo real o en forma asincrónica (en el caso del foro).

### **8.11.1.2. *Dashboard e Indicadores (KPIs):***

La visualización de KPIs es esencial para monitorear la efectividad de la gestión de RCD. Estos indicadores deben ser fácilmente interpretables y accesibles en un dashboard que permita a los usuarios tomar decisiones rápidas y basadas en datos. Los KPIs deben actualizarse en tiempo real o en intervalos configurados y visualizarse mediante gráficos y tablas.

### **8.11.1.3. *Requerimientos de Escalabilidad y Seguridad:***

La aplicación necesita ser escalable y estar protegida contra accesos no autorizados. La integración de sistemas de autenticación seguros y la protección de datos son primordiales para cumplir con las regulaciones y garantizar la confianza del usuario.

### **8.11.1.4. *Resiliencia y Recuperación de Fallos:***

La implementación de procedimientos de respaldo y recuperación permite mitigar el impacto de cualquier posible fallo o pérdida de conectividad. Esto es fundamental para asegurar la continuidad del servicio, sobre todo en un entorno con alta dependencia de datos en tiempo real.

## **8.12. Informe Financiero: Aplicación para Gestión de RCD**

### **8.12.1. Resumen Ejecutivo**

El presente informe financiero describe los costos y la viabilidad económica del proyecto de desarrollo de una aplicación móvil para la gestión de residuos de construcción y demolición en Bogotá. El modelo de negocio se basa en un esquema de suscripción mensual para transportadores de RCD y una comisión por cada viaje realizado.

### 8.12.2. Desglose de Costos

#### 8.12.2.1. Costos de Inversión (CAPEX)

Los costos de inversión inicial incluyen gastos en infraestructura tecnológica y desarrollo de software:

**Tabla 13.** *Costos de Inversión (CAPEX)*

Descripción	Costo Estimado Anual (USD)	Detalle
<b>Desarrollo de Software</b>	\$ 30.000	Programación, diseño de interfaz, y pruebas.
<b>Infraestructura de Servidores</b>	\$ 10.000	Hosting en nube (AWS/Firebase)
<b>Licencias de Terceros</b>	\$ 5.000	Herramientas como Firebase, Discourse, OneSignal
<b>Consultoría y Auditoría</b>	\$ 8.000	Auditorías de seguridad, escalabilidad y QA.
<b>Desarrollo de IA (Chatbot)</b>	\$ 7.000	Configuración y capacitación de Dialogflow
<b>Total CAPEX</b>	<b>\$ 60.000</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### 8.12.2.2. Costos Operativos (OPEX)

Los costos operativos anuales cubren los gastos de mantenimiento, actualizaciones, soporte, y marketing.

**Tabla 14.** *Costos Operativos (OPEX)*

Descripción	Costo Estimado Anual (USD)	Detalle
<b>Mantenimiento de Software</b>	\$ 12.000,00	Actualizaciones y soporte técnico
<b>Soporte al Usuario</b>	\$ 10.000,00	Atención al cliente, resolución de problemas
<b>Infraestructura en la Nube</b>	\$ 15.000,00	Almacenamiento y procesamiento en AWS/Firebase
<b>Marketing y Publicidad</b>	\$ 8.000,00	Estrategia para adquisición de usuarios
<b>Gastos Generales de Administración</b>	\$ 5.000,00	Recursos de administración y legales
<b>Total OPEX</b>	<b>\$ 50.000,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 8.12.2.3. Costos por Fases del Proyecto

**Tabla 15.** Costos por Fases del Proyecto

Fase del Proyecto	Descripción	Duración Estimada	Costo (USD)
Fase de Desarrollo	Diseño, programación, y pruebas iniciales.	6 meses	\$ 35.000
Fase de Implementación	Integración de herramientas de comunicación, pruebas finales y despliegue.	3 meses	\$ 20.000
Fase de Producción	Lanzamiento, operaciones continuas, y soporte post-lanzamiento.	12 meses (anual)	\$ 50.000
<b>Total</b>			<b>\$ 105.000</b>

Fuente: Elaboración propia

### 8.12.3. Modelo de Ingresos

#### 8.12.4. Esquema de Suscripción para Transportadores de RCD

- Costo de Suscripción Mensual: \$30 USD por transportador.
- Proyección de Usuarios en el Primer Año: 300 transportadores (con crecimiento proyectado del 20% anual).
- Ingresos Estimados de Suscripción (Primer Año):
- $\$30 \text{ USD} \times 300 \text{ transportadores} \times 12 \text{ meses} = \$108,000 \text{ USD}$

#### 8.12.5. Comisión por Viaje

- Comisión por Viaje: 5% sobre el costo total de cada viaje.
- Costo Promedio por Viaje: \$50 USD.
- Proyección de Viajes por Transportador por Mes: 10 viajes.

#### 8.12.6. Ingresos Estimados de Comisión (Primer Año):

- $5\% \times \$50 \times 10 \text{ viajes} \times 300 \text{ transportadores} \times 12 \text{ meses} = \$90,000 \text{ USD}$
- 4.3 Ingresos Totales Primer Año
- Ingresos por Suscripción: \$108,000 USD

- Ingresos por Comisiones: \$90,000 USD
- Ingresos Totales: \$198,000 USD

## 8.12.7. Viabilidad Económica y Punto de Equilibrio

### 8.12.7.1. Análisis del Punto de Equilibrio

Para alcanzar el punto de equilibrio, los ingresos deben igualar o superar los costos de desarrollo e implementación. Con un total de \$105,000 USD de costos iniciales y anuales, el punto de equilibrio se alcanzará aproximadamente a los 8 meses de operación, bajo las siguientes condiciones:

- **Suscripciones Activas:** Si se logra la meta de 300 transportadores suscritos al servicio en los primeros meses.
- **Comisiones por Viaje:** Con un promedio de 10 viajes por transportador por mes.

### 8.12.7.2. Proyección de Crecimiento

Dado un crecimiento proyectado de 20% anual en el número de usuarios transportadores, los ingresos anuales podrían incrementar en la siguiente proporción:

- **Año 2:** \$237,600 USD en suscripciones y \$108,000 USD en comisiones.
- **Año 3:** \$285,120 USD en suscripciones y \$129,600 USD en comisiones.

## 9. Análisis y discusión de los resultados

Partiendo de los datos e información recopilada en el marco teórico, se realiza el análisis de los resultados esperados que obtuvimos de las actividades realizadas, para validar la viabilidad de la investigación de acuerdo con los objetivos planteados

- El desarrollo de la tabla resumen de los requerimientos, condiciones y regulaciones de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Bogotá, junto con la investigación de las empresas actualmente encargadas de prestar el servicio, nos permitió comprobar que los requisitos que deben cumplir los distintos gestores durante las etapas de recolección, traslado y disposición de (RCD) están alineados con las disposiciones establecidas en el marco teórico, decretos y normativas legales vigentes en Bogotá. Dicho marco teórico nos proporcionó una visión integral de los requisitos y condiciones aplicables tanto a los gestores de transporte como a los gestores de disposición autorizados, además de la conexión de estos con las obras de pequeña escala; facilitando el análisis y la extracción de información relevante y sintetizada para una comprensión clara de las normativas en el ámbito de la gestión de RCD.
- A través del análisis PESTEL, obtuvimos resultados clave sobre el estado del entorno en relación con la gestión de RCD en Bogotá. Este análisis se fundamentó en el entendimiento de las características de las obras de pequeña escala, la implementación de prácticas sostenibles en dichas obras y la disponibilidad de mano de obra calificada para garantizar un manejo eficiente de los RCD. Los hallazgos nos permitieron identificar factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos,

- ambientales y legales que impactan directamente en la gestión de residuos de construcción y demolición en la ciudad.
- El diagrama de flujo permitió validar el funcionamiento de la gestión de RCD de manera gráfica y visual, facilitando la identificación de la secuencia de actividades realizadas en las diferentes etapas del manejo de RCD. A través de esta representación, se evidenció que las actividades llevadas a cabo, así como las directrices establecidas en (Decreto 507, 2023) , se alinean adecuadamente con las responsabilidades de cada gestor dentro de la cadena del proceso, asegurando la correcta disposición y tratamiento de los residuos de construcción y demolición.
  - Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada permitieron identificar una brecha significativa entre el conocimiento de los ciudadanos y lo estipulado en las regulaciones sobre el manejo de RCD. Esta falta de conocimiento contribuye a la ausencia de prácticas eficientes y sostenibles en la gestión de estos residuos. Se observó que el nivel de educación ambiental, la conciencia del usuario y su participación en la gestión de residuos durante la ejecución de obras de pequeña escala es limitado, lo que refleja las principales causas de la problemática actual relacionada con los RCD en la ciudad. En este sentido, un aplicativo que facilite el acceso a la información y sensibilice a los ciudadanos sobre las normativas y buenas prácticas sería una opción eficaz para mejorar el conocimiento y fomentar una gestión más adecuada y sostenible de los residuos de construcción y demolición.

Tabla 16 Análisis de resultados del aplicativo

Aspecto	Marco teórico	Desarrollado en el informe	Análisis
<b>Visualización de datos</b>	Uso de gráficos interactivos que permitan a los usuarios monitorear el flujo de residuos y actividades de gestores.	Se propone el uso de <b>Flutter</b> , que soporta gráficos interactivos, y de <b>Dart</b> para un rendimiento fluido.	El enfoque en tecnologías específicas (Flutter y Dart) permite una experiencia de usuario optimizada, lo cual no se detallaba inicialmente.
<b>Indicadores clave (KPIs)</b>	Definir métricas relacionadas con generación, transporte y disposición final de residuos.	Se incluyen KPIs avanzados: volumen de residuos aprovechados, reducción de puntos críticos y trazabilidad.	Los KPIs definidos en el informe son más específicos y relevantes, alineados con las necesidades operativas y normativas de la gestión de RCD.
<b>Interacción en tiempo real</b>	Herramientas de comunicación en tiempo real para que los usuarios consulten y reporten datos a gestores certificados.	Se propone la integración de <b>WebSockets</b> para comunicación bidireccional y <b>Firestore Cloud Messaging</b> para notificaciones.	La inclusión de tecnologías específicas mejora significativamente la capacidad de interacción inmediata, no abordada con tanto detalle en el marco teórico.
<b>Compatibilidad y accesibilidad</b>	Aplicación accesible desde dispositivos móviles, con navegación intuitiva y gráficos claros.	Uso de <b>React Native</b> o <b>Flutter</b> para compatibilidad con Android e iOS, y <b>Material Design</b> para una interfaz coherente.	La elección de frameworks híbridos garantiza la accesibilidad universal y optimiza costos, superando la mención general de accesibilidad.
<b>Trazabilidad de residuos</b>	Visualización del origen, transporte y disposición final de los residuos mediante gráficos y mapas.	Se plantea la integración de tecnologías de geolocalización mediante APIs como <b>Google Maps API</b> para rastreo en tiempo real.	La integración de mapas interactivos con APIs específicas añade valor al dashboard, permitiendo una trazabilidad más detallada y funcional.
<b>Condiciones técnicas</b>	Propuesta genérica de integración con sistemas existentes y acceso multiplataforma.	Uso de <b>Google Cloud</b> o <b>AWS</b> para alojamiento escalable, bases de datos relacionales (MySQL, PostgreSQL) y balanceadores de carga.	Propuesta técnica más robusta, asegurando escalabilidad, alto rendimiento y disponibilidad del sistema.

<b>Requerimientos funcionales</b>	Ofrecer información gráfica y textual sobre normativas y conexión con gestores.	Funciones propuestas: registro de usuarios, consulta de normativas, trazabilidad de residuos, y generación de reportes.	Amplía el diseño funcional incluyendo opciones avanzadas como gestión de rutas, notificaciones push y acceso a directorios autorizados.
<b>Requerimientos no funcionales</b>	Garantizar accesibilidad, velocidad y usabilidad del dashboard.	Se plantea rendimiento óptimo con menos de 2 segundos de tiempo de carga, diseño modular, y disponibilidad 24/7.	Alineación clara con buenas prácticas de diseño no funcional, superando el enfoque inicial al incluir métricas claras de rendimiento y calidad.
<b>Informe financiero</b>	Mención general sobre costos de desarrollo y operación, sin detalles concretos.	Detalle de costos iniciales (CAPEX) y operativos (OPEX), con proyecciones de equilibrio financiero en el segundo año.	Informe financiero preciso, incluyendo costos de desarrollo (\$20,000-\$50,000 USD), mantenimiento, y modelos de ingresos basados en comisiones.

**Fuente:** Elaboración propia.

Dentro de los resultados obtenidos tras la ejecución y puesta en práctica de las actividades correspondientes a los objetivos específicos, se generaron diversos hallazgos que proporcionaron la evidencia necesaria para sustentar las conclusiones. Estos resultados constituyen la base sobre la cual se consolidó el análisis y se validó el cumplimiento de los objetivos establecidos, permitiendo así dar por concluido el trabajo de investigación.

## 10. Conclusiones

- La propuesta del aplicativo digital es factible y responde de manera integral a la problemática de disposición inadecuada de RCD en Bogotá, ofreciendo una solución pedagógica y operativa que conecta a pequeños generadores con gestores autorizados. Al incorporar sostenibilidad, trazabilidad y tecnologías actuales, se asegura una herramienta útil para mitigar impactos ambientales y económicos, abordando necesidades normativas y sociales.
- El análisis de los requerimientos normativos y técnicos para gestores y transportadores de RCD permitió consolidar un marco regulatorio claro y aplicable, destacando el cumplimiento del Decreto 507 de 2023. La presentación de requisitos y condiciones en tablas y diagramas simplifica la comprensión y aplicación de estas normativas, garantizando una gestión alineada con las regulaciones y fortaleciendo la confianza en los actores autorizados.
- El diseño de criterios para un dashboard detallado y funcional priorizó indicadores clave y herramientas de visualización gráfica en tiempo real, asegurando la pertinencia de las funcionalidades propuestas. Las encuestas realizadas fortalecieron el enfoque centrado en el usuario, estableciendo un modelo práctico que responde directamente a las necesidades de trazabilidad, aprovechamiento de residuos y reducción de puntos críticos.
- La integración de herramientas de comunicación avanzadas, como WebSockets y Firebase, asegura una interacción eficiente y accesible entre usuarios y gestores. El sistema bidireccional propuesto mejora la experiencia del usuario al gestionar

servicios, rutas y tiempos de llegada, optimizando costos y tiempos de implementación con tecnologías adecuadas y de fácil adopción.

- El análisis técnico y económico del aplicativo digital destacó la viabilidad del desarrollo con frameworks híbridos como Flutter y React Native, y un modelo de alojamiento en la nube escalable. Las proyecciones financieras reflejan un sistema sostenible basado en ingresos por comisiones, demostrando un equilibrio costo-beneficio adecuado para garantizar la operatividad del aplicativo a largo plazo.
- El proyecto cumplió de manera integral los objetivos planteados, abordando aspectos normativos, técnicos, económicos y funcionales con una visión práctica y sostenible. Las propuestas desarrolladas superan las expectativas teóricas iniciales, proporcionando un diseño robusto y adaptado a los desafíos operativos de la gestión de RCD en Bogotá, y sentando las bases para una implementación efectiva y sostenible.

## 11. Listado de anexos

### *Anexo 1 Requerimientos para la gestión de escombros en Bogotá*

<b>Artículo 34. Obligaciones de los gestores en la actividad de transporte de RCD:</b>	
<b>34.1.</b> Registrarse y obtener en el aplicativo WEB de RCD o según el procedimiento que se establezca para tal fin, previo al inicio de actividades, el respectivo PIN por vehículo, como gestor transportador (PIN-TRANS).	Licencia y Permiso: Los gestores de transporte deben estar debidamente autorizados por la Secretaría de Ambiente o la autoridad competente para poder operar. Esto implica que las empresas o personas encargadas del transporte de escombros deben contar con una licencia ambiental que acredite que cumplen con las condiciones exigidas para el manejo adecuado de los residuos.
<b>34.2.</b> Obtener por cada vehículo utilizado para prestar sus servicios como gestor transportador, un código QR de movilización expedido por el aplicativo WEB, el cual deberá estar visible en cualquier momento para su verificación por parte del generador, autoridades o cualquier persona interesada.	Vehículos Autorizados: Los vehículos que transporten escombros deben estar homologados y registrados de acuerdo con las normativas vigentes. Además, deben contar con las condiciones necesarias para evitar la dispersión de escombros durante el traslado, lo que implica que los vehículos deben estar debidamente cubiertos y cerrados para evitar el derrame o caída de residuos en las vías públicas.
<b>34.5.</b> Adquirir los números de transacción de residuos (NTR) asignados por el aplicativo WEB de la Secretaría Distrital de Ambiente, que soporten cada una de las transacciones de RCD que realice con puntos limpios, sitios de tratamiento y/o aprovechamiento, sitios de disposición final, recuperador específico o con un gestor receptor autorizado. En caso de que el gestor transportador cuente con más de un vehículo registrado, deberá generar los NTR para cada vehículo.	Guía de Residuos Guía Obligatoria: Todo transporte de escombros debe ir acompañado de una guía de residuos que debe ser expedida por la autoridad ambiental o el generador de los residuos. Esta guía debe contener información detallada sobre: El origen de los escombros. El volumen o peso de los residuos. El destino final de los escombros (si serán reciclados, reutilizados o enviados a disposición final). El nombre y la dirección del gestor receptor autorizado, ya sea una planta de reciclaje o un sitio de disposición final habilitado.
<b>34.8.</b> Recoger y transportar los RCD únicamente a generadores debidamente registrados ante la Secretaría Distrital de Ambiente o a pequeños generadores a los que se refiere el artículo 33 del presente acto administrativo.	Sistema de Control: Los gestores de transporte deben cumplir con un sistema de control y registro en línea, donde se debe llevar un seguimiento del transporte de escombros en tiempo real. Esto incluye el registro de la cantidad de escombros transportados, la ruta seguida y la fecha de la operación. Este sistema debe estar disponible para auditorías y verificaciones por parte de las autoridades.

**Fuente:** Elaboración propia, información tomada y adaptada de (Decreto 507, 2023).

*Anexo 2 Análisis del entorno (PESTEL)*



**POLÍTICO**

Políticas públicas locales  
Falta de incentivos para pequeños generadores  
Inestabilidad política  
Falta de recursos para infraestructuras adecuadas



**ECONÓMICOS**

Costo de la recolección y disposición de RCD  
Impacto en la economía de la ciudad por vertederos y residuos ilegales  
Incentivos para la gestión adecuada, por medio de subsidios o tarifas preferenciales para los pequeños generadores



**SOCIO-CULTURALES**

La conciencia y cultura del reciclaje es limitada  
Desinformación ciudadana y desconocimiento legal y normativo  
Soluciones rápidas por parte de los ciudadanos, incumplimiento procesos ambientales en la gestión de RCD  
Desigualdad social y geográfica en las áreas mas vulnerables y periféricas donde no se cuenta con la infraestructura adecuada



**TECNOLÓGICOS**

Adaptación a herramientas tecnológicas adaptables y prestas para los pequeños generadores  
Aplicación de tecnologías de recolección y gestión que podrían mejorar la eficiencia en los procesos, llegando a un nivel vecinal en la ciudad.  
Innovaciones en la disposición y reciclaje de RCD en obras de pequeña escala



**ECOLÓGICOS**

Impacto ambiental por la disposición inadecuada de los RCD contribuyendo a la contaminación del entorno  
Falta de infraestructura de reciclaje accesible para RCD de pequeña escala, laminando la posibilidad de reutilización de materiales  
Sobreocupación en vertederos sin correcta clasificación



**LEGALES**

Normativas y regulaciones existentes que establecen directrices para grandes obras pero que no son claras en las pequeñas obras  
Fiscalización débil por falta de controles rigurosos de parte de las autoridades locales  
Pocas herramientas e incentivos legales para los pequeños generadores

**Fuente:** Elaboración propia, datos consultados y adaptados de las normativas.

## Anexo 3 Listado de transportadores de residuos de construcción y demolición

### TRANSPORTADORES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 10 de septiembre de 2024

PIN	NOMBRE	DIRECCION	TELEFONO	E_MAIL	PLACA	LUGAR EXPEDICIÓN	MODELO	CAPACIDAD	CONDUCTOR	FECHA REGISTRO	ESTADO
3	SAIN ESPINOSA MURCIA	CR 35 NO 25C - 23	3688143	equipos.ing@ingesem.co	SMM680	FUNZA - CUNDIN	2010	9	LUIS ARMANDO RODRIGUEZ MARTIN	01/11/2012	ACTIVO
5	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	AV USME NO 91B - 51		mitsa01@hotmail.com	AMA093	MOSQUERA CUN	1946	3	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	01/11/2012	ACTIVO
6	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	AV USME NO 91B - 51		mitsa01@hotmail.com	MQM792	MOSQUERA CUN	1987	3	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	01/11/2012	ACTIVO
7	PEDRO JOSE GOMEZ CARDENAS	CR 40 A NO 29 - 18 SUR		pedrojose125@hotmail.com	FAI206	SOACHA	1954	3	PEDRO JOSE GOMEZ	01/11/2012	ACTIVO
9	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	AV USME NO 91B - 51		mitsa01@hotmail.com	FDH631	SOACHA	1976	8	MIGUEL ANTONIO TIBAVISCO SABOGA	01/11/2012	ACTIVO
10	PEDRO JOSE GOMEZ CARDENAS	CR 40 A NO 29 - 18 SUR		pedrojose125@hotmail.com	AKG400	BOGOTA	1964	4	PEDRO JOSE GOMEZ	01/11/2012	ACTIVO
11	CARLOS JULIO PINTO MARTINEZ	CR 26 NO 5 A - 64	3105562625	jullopintomartinez@hotmail.com	VOB997	VILLETA	1998	7	CARLOS JULIO PINTO MARTINEZ	01/11/2012	ACTIVO
13	ALIRIO REYES ALVAREZ	CR 111 C NO 73 A - 46		mac205@hotmail.com	SVX626	FACATATIVA	2012	20	PEDRO PARDO GOMEZ	01/11/2012	ACTIVO
14	ALBERTO MORENO ROMERO	CR 52 NO 144 - 03		omarpope64@gamil.com	SB806	BOGOTA	1955	4	ALBERTO MORENO ROMERO	01/11/2012	ACTIVO
16	ALIRIO REYES ALVAREZ	CR 111 C NO 73 A - 46		mac205@hotmail.com	SRN756	FACATATIVA	2008	20	CARLOS	01/11/2012	ACTIVO
17	CARLOS JULIO PINTO MARTINEZ	CR 26 NO 5 A - 64	3105562625	jullopintomartinez@hotmail.com	USD821	CHIA	2009	18	CARLOS JULIO PINTO MARTINEZ	01/11/2012	ACTIVO
18	CARLOS JULIO PINTO MARTINEZ	CR 26 NO 5 A - 64	3105562625	jullopintomartinez@hotmail.com	TFN033	GRANADA	2013	18	DIEGO PINTO	01/11/2012	ACTIVO
19	OMAR MORENO ROMERO	CL 136 NO 49 - 55		omarpope64@gmail.com	HTA050	BOGOTA	1954	6	OMAR MORENO ROMERO	01/11/2012	ACTIVO
20	CARLOS NEMPEQUE CAÑON	CL 182A NO 15 - 16		carlos-nempeque@hotmail.com	FUC271	MOSQUERA	1984	7	CARLOS NEMPEQUE	01/11/2012	ACTIVO
21	ADOLFO MONTERO BALLEEN	CR 2 NO 163 A - 68		yolorozco@hotmail.com	AAC012	BOGOTA	1956	4	DIEGO MONTERO	01/11/2012	ACTIVO
22	JUAN QUIINTANA ACEVEDO	CL 189 B BIS NO 7 - 30		juanacevedo180@hotmail.com	CRY180	CALERA	2000	7	JUAN ACEVEDO	01/11/2012	ACTIVO
23	OBDULIA RODRIGUEZ	CL 181 B 18 B 27		daniel.mezar@hotmail.com	AAI184	BOGOTA	1953	4	JHON ALEXANDER MESA	01/11/2012	ACTIVO
24	CARLOS NEMPEQUE CAÑON	CL 182A NO 15 - 16		carlos-nempeque@hotmail.com	AJB546	BOGOTA	1955	4	JAIME ARANGO	01/11/2012	ACTIVO
25	JOSE MANUEL MUÑOS GARZON	CL 162 NO 3A - 30		oscarjaviermm@hotmail.com	SNF288	SOACHA	1952	4	OSCAR JAVIER MUÑOZ	01/11/2012	ACTIVO
26	SILVERIO SANABRIA	CR 8 C NO 188 - 48		silverio.sanabria@hotmail.com	AFE180	BOGOTA	1954	8	SILBERIO SANABRIA	01/11/2012	ACTIVO
27	WILLIAM ORLANDO SALINAS SIERRA	CR 3 NO 167 30		wsalinas414@hotmail.com	OLB058	FACATATIVA	1988	8	WILLIAM ORLANDO SALINAS	01/11/2012	ACTIVO
28	FLORENTINO SANABRIA CASTAÑEDA	CR 8C NO 188 - 48		silverio.sanabria@hotmail.com	ELD687	ZIPAKUIRA	1980	7	FLORENTINO SANABRIA	01/11/2012	ACTIVO
29	ADOLFO MONTERO BALLEEN	CR 2 NO 163 A - 68		yolorozco@hotmail.com	SWJ975	CUCUTA	1969	7	ADOLFO MONTERO	01/11/2012	ACTIVO
30	FRANCISCO JAVIER MENDEZ PRADA	CL 181 A NO. 9 - 33	3125371635	norycienta@hotmail.com	SBE397	BOGOTA	1954	6	FRANCISCO JAVIER MENDEZ PRADA	01/11/2012	ACTIVO
31	ALCIBIADES MARTINEZ VARGAS	CR 37 NO 138 - 30		alcibiadesmartinez@hotmail.com	LTA473	VILLETA	1988	22	ANDRES LUNA	01/11/2012	ACTIVO
32	JOSE MANUEL MUÑOS GARZON	CL 162 NO 3A - 30		oscarjaviermm@hotmail.com	URJ485	BOGOTA	1955	5	JOSE ALFREDO GONZALEZ	01/11/2012	ACTIVO
33	ALCIBIADES MARTINEZ VARGAS	CR 37 NO 138 - 30		alcibiadesmartinez@hotmail.com	HCB671	FACATATIVA	1981	22	RICARDO LUNA	01/11/2012	ACTIVO
34	CECILIA NAVARRETE DE LEMUS	CL 164 BIS NO 12 A - 64		contratista1930@hotmail.com	EKA892	ZIPAKUIRA	1969	5	OSCAR ORLANDO LEMUS	01/11/2012	ACTIVO
36	LUZ NELLY ROZO PAEZ	CR 12 I NO 24 - 05 SUR		omatara@gmail.com	JHJ405	MOSQUERA	1995	7	OSCAR TAUTIVA	01/11/2012	ACTIVO
38	AMADO MEDINA JAVIER	DG 33 SUR NO 8 - 63 ESTE		tavo_bugsbunny@hotmail.com						01/11/2012	ACTIVO
39	LUIS ALBERTO CAÑON	CR 6 NO 166 - 48		transluis880@hotmail.com	NVK880	NEIVA	1989	8	ANDRES	01/11/2012	ACTIVO
40	JOSE FRANCISCO VARGAS	CL 165 13 A 45		josealzte_64@hotmail.com	XHJ154	SABOYA	1964	5	FRANCISCO VARGAS	01/11/2012	ACTIVO
41	JORGE ENRIQUE BOLIVAR	CL 161 NO 20A - 31		ete_ceron@hotmail.com	MQJ124	VILLAMARIA	1995	10	JORGE ENRIQUE BOLIVAR	01/11/2012	ACTIVO
42	FERNANDO MACIAS	CL 159C NO 7 - 22		fernandomacias27@yahoo.com	SB8123	BOGOTA	1951	4	ALDEMAR MACIAS	01/11/2012	ACTIVO
43	LUIS ALBERTO CAÑON	CR 6 NO 166 - 48		transluis880@hotmail.com	ELH589	ZIPAKUIRA	1983	7	MIYER OSVALDO ROA	01/11/2012	ACTIVO
44	MARIA HELDA HUERTAS PARDO	CR 1 ESTE NO 31D - 28 SUR			SBH729	BOGOTA	1965	3	ROBERTO AYURE LOPEZ	01/11/2012	ACTIVO
45	JORGE ENRIQUE BOLIVAR	CL 161 NO 20A - 31		ete_ceron@hotmail.com	SLH487	EL ROSAL	2009	20	JORGE ENRIQUE BOLIVAR	01/11/2012	ACTIVO
47	JUDITH SOTO QUINO	CR 37 NO 138 - 30		jusosqui@hotmail.com	FAI769	SOACHA	1981	6	LEONARDO	01/11/2012	ACTIVO
48	MARIA EMMA MARTINEZ TRIANA	DG 37 SUR NO 2 - 56 ESTE		escombros@ambientebogota.gov.co	SAB815	BOGOTA	1954	5	RAFAEL AYURI LOPEZ	01/11/2012	ACTIVO
49	FERNANDO MACIAS	CL 159C NO 7 - 22		fernandomacias27@yahoo.com	EVA351	UBATE	1977	7	LUIS PRECIADO	01/11/2012	ACTIVO
50	EDGAR RODRIGUEZ LADINO	CL 8 NO 73 B - 17 OF 202	4608520-31058	rodril_ed@hotmail.com	AEA892	BOGOTA	1941	3	LUIS ALFREDO CAMARGO	01/11/2012	ACTIVO
51	DIEGO FERNANDO AYURI	DG 37 SUR NO 2 - 56 ESTE BRR LA COLMEN		escombros@ambientebogota.gov.co	SBC470	BOGOTA	1971	6	DIEGO FERNANDO AYURI	01/11/2012	ACTIVO

Fuente: Ver documento completo (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024)

## Anexo 4 Listado de Gestores de RCD inscritos en la Jurisdicción CAR

PLANTAS DE APROVECHAMIENTO DE RCD							
INSCRITOS EN LA CAR EN EL MARCO DE LAS RESOLUCIONES MADS No. 0472 DE 2017 Y 1257 DE 2021							
No. DE REGISTRO	NOMBRE O RAZON SOCIAL	ESTADO DEL REGISTRO/ FECHA	Nit/CC titular del registro	MUNICIPIO	PREDIO/LOCALIZACION	TIPO DE RCD A APROVECHAR	
1	SECAM JR SAS	ACTIVO 02/05/2018	830507163-0	BOGOTA RURAL	Lote 4/ Carrera 7 D Este Calle 1155ur	1.1 1.2 1.3	Cel: 3015981851
2	DROMOS PAVIMENTOS S.A.S.	ACTIVO 4/12/2018	900993425-1	MOSQUERA	Kilómetro 3.8 Zona Industrial/Vereda Balsillas	1.1 1.2 1.3	Tel: 742 5376
3	INCOMINERÍA SAS	ACTIVO 30/08/2024	900899110-5	MOSQUERA	Kilómetro 3.5 Zona Industrial Vereda Balsillas (Entrada Los puentes)	1.1 1.2 1.3	Cel: 322 4752219
4	CICLOMAT	CANCELADO 3/11/2022	900344623-1	COTA	Autopista Medellín Kilómetro 1.2 vía Siberia – Bogotá entrada Parque Industrial La Florida	1.1 1.2 1.3	Tel: 487 4315
5	CODEBRAS SAS	ACTIVO 26/09/2018	800169155-1	COTA	Kilómetro 1.5 Bogotá- Siberia Costado Sur	1.1 1.2 1.3	Cel: 3162630002
6	AGREGADOS, ARENAS Y GRAVAS SAS /RECICLADOS & AGREGADOS SAS	ACTIVO 9/26/2018	900582836-1	TENO	Via Siberia - Medellín Kilómetro3 Vereda La punta	1.1 1.2 1.3	Cel: 3003114712
7	CUNDICOAL SAS	ACTIVO 26/09/2018	900392471-1	COGUA	Kilómetro 7 vía Zipaquirá - Ubate/Vereda El Cuevo	1.1 1.2 1.3	Cel: 311 4771536
8	UAERMV	ACTIVO 28/09/2018	900127032-7	BOGOTA RURAL	Parque Minero Industrial ElMochuelo Kilómetro 3 Vía Pesquilla Ciudad Bolívar	1.1 1.2 1.3	Tel: 747 0909
9	AGREGADOS EL VINCULO SAS	INACTIVO 12/07/2023	832011532-2	SOACHA	KM. 1.4 VIA SOACHA SIBATE	1.1 1.2 1.3	Tel: 7251891
10	PUENTE PIEDRA S.A.S.	ACTIVO 21/01/2019	901026889-1	MADRID	predio Nare/ Vereda La Cuesta	1.1 1.2 1.3	Cel:3187509487
11	TRANSFORMACION NATURAL S.A.S	CANCELADO 1/11/2023	900993425-1	MOSQUERA	Predio Lote 4/ Vereda Balsillas	1.1 1.2 1.3	Cel:3187509487
12	CMOP (CENTRO DE MANTENIMIENTO OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN) MHC - MARIO HUERTAS COTES	ACTIVO 5/7/2019	900904055-1	MADRID	Km 12 Via Bogotá - Medellín	1.1 1.2 1.3	Cel: 3204903172
13	GRANULADOS RECICLADOS DE COLOMBIA - GRECO S.A.S	ACTIVO 20/06/2024	9007674737	COTA	Vereda Siberia, sector La Florida en la zona agroindustrial	1.1 1.2 1.3	Cel: 3138876569
14	GRANEROS S.A.S	ACTIVO 04/04/2019	901145012-1	MOSQUERA	Predio Los Andes Vereda Balsillas	1.1 1.2 1.3	Cel: 3203045038
15	RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA	ACTIVO 16/07/2019	9004609541	COTA	Km 1.5 Costado sur Via Bogotá -Siberia	1.1 1.2 1.3	Cel: 3182153129
16	ALBORAL S.A.	ACTIVO 7/18/2019	900136349-4	MOSQUERA	Predio Los Cerezos /Vereda Balsillas	1.1 1.2 1.3	Tel: (601) 6780219 Cel: 3234950257-3008584424
17	CONSORCIO DESARROLLOS ECO-AMBIENTALES	CANCELADO 28/06/2022	901272611-5	SOACHA	Predio San Carlos/ Vereda Panamá	1.1 1.2 1.3	Tel: 4757313 Cel:3134207029
18	LAMINADOS IAB S.A.S (SODIACERO)	ACTIVO 20/02/2019	900386721-3	SOACHA	Diagonal 30 Sur # 5-580	1.4	Tel:(601)9053893
19	INGENIEROS GF S.A.S	ACTIVO 15/08/2024	800063815-8	MOSQUERA	LOTE 8/ Vereda Balsillas	1.1 1.2 1.3	Cel: 3124326986 - 3124326999
20	C.C.Q. CONSTRUCCIONES S.A.S.	CANCELADO 18/05/2021	900283470-7	BOIACÁ	predio Las vegas/ Vereda Fute	1.1 1.2 1.3	Cel: 3208483448
21	RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA	INACTIVO 19/04/2024	900360954-1	MOSQUERA	Predio Finca Las Juntas Lote 10/ Vereda San José	1.1 1.2 1.3	Cel: 3182153129
22	ASMINCOL	CANCELADO 21/10/2023	900467519-1	SIBATE	Vereda La Unión costado occidental de la Represa Del MUÑA, Via INDOMIL	1.1 1.2 1.3	Cel: 3102886432

Fuente: Ver documento completo (Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca, 2024)

## Anexo 5 Directorio ambiental de gestores de RCD en Bogotá D.C.

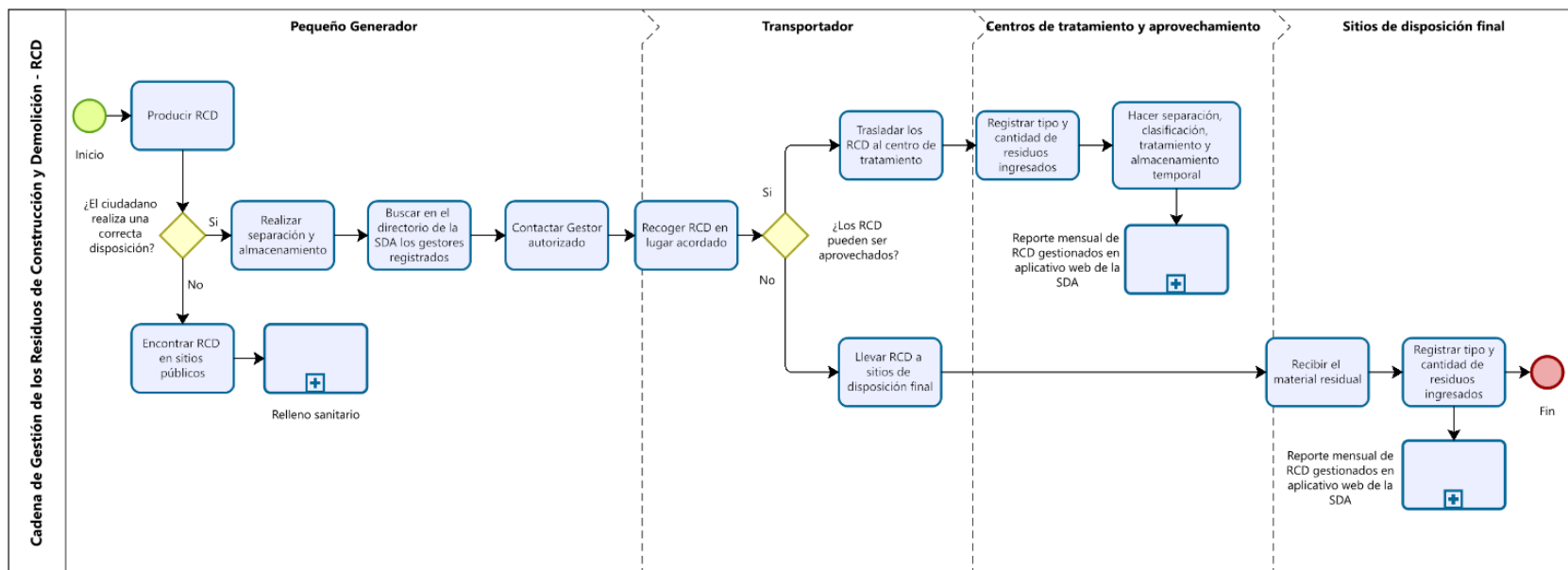


SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE  
SUBDIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL AL SECTOR PÚBLICO  
Fecha de actualización: 16 diciembre de 2024

SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL APROBADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE								
No.	NOMBRE	LOCALIDAD	RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN	PIN	RADICADO DE APROBACIÓN	Fecha de Radicado	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio	OBSERVACIÓN
1	PMRRA Central de Mezclas S.A.	Bogotá Ciudad Bolívar	Resolución SDA No. 01280 de 2017	16481	Radicado SDA. 2017EE111539	15/06/2017	En los predios del Registro Mueble de Carrera No. 056 de Central de Mezclas S.A. no se desarrollan actividades de extracción, beneficio y transformación de materiales de construcción, no obstante se ejecutaron actividades de disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), dando cumplimiento al Artículo 2 de la Resolución 4026 del 3 de junio de 2010.	
DIRECTORIO AMBIENTAL SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL APROBADOS POR EL ANLA								
No.	NOMBRE	LOCALIDAD	RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN	PIN	ENTIDAD QUE AUTORIZA	AÑO	MATERIALES A DISPONER	CONTACTO
1	LAS MANAS Maquinas Amarillas	Bogotá Ciudad Bolívar	RESOLUCIÓN 1480 DE 2014 RESOLUCIÓN 228 DE 2016	8418	ANLA	2014	Disposición final de RCD, escombros, excavación, y materiales estériles	
2	SAN ANTONIO Ingeniería Outsourcing	Bogotá Ciudad Bolívar	RESOLUCIÓN 836 DE JULIO DE 2015 y RESOLUCIÓN 1110 DE 2017 RADICADOS SDA: 2015ER155816 Y 2022ER236891	9730	ANLA	2015	Disposición final de RCD, escombros, excavación, y materiales estériles	Cel: 3243798749 Correo electrónico: notificacionesingenieria@gmail.com
3	CEMEX - LA FISCALA	Bogotá Usme	RESOLUCIÓN 1506 DE 28 DE JULIO DE 2006	1778	ANLA	2006	Disposición final de RCD, escombros, excavación, y materiales estériles	
4	CEMEX - TUNJUELO	Bogotá Ciudad Bolívar	RESOLUCIÓN 1480 DEL 04 DE DICIEMBRE DE 2014	3418	ANLA	2014	Disposición final de RCD, escombros, excavación, y materiales estériles	
CTA-CENTRO DE TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO APROBADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE								
No.	NOMBRE	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	PIN	RADICADO DE APROBACIÓN	AÑO	MATERIALES AUTORIZADOS	CONTACTO
1	MAQUINAS AMARILLAS S.A.S.	Temporalmente suspendido.	Avenida Calle 71 Sur No. 12 - 20 (Nomenclatura Actual) o Avenida Boyacá No. 72 - 08 Sur		RADICADO SDA: 2017EE1103840	03/04/2019	Aprovechamiento y Tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).  - Sin operación	Cel: 321 4690709 Tel: 702 3060
2	AMCON COLOMBIA S.A.S.	Bogotá y otros	Calle 23 No 116 - 31	18073	Informe Técnico 789 de 2020 Rad. 2020E81051 Radicado SDA 2020EE84482	11/05/2020	Tratamiento y aprovechamiento de residuos de origen pétreo (concreto, arcilla, anillo, piedra, sobrante de mortero), de manera in situ, para transformarlos en (concreto, mortero, relleno, drenante, bases (sub - bases).	Cel 317 359 5840 Tel: 746 00 35
3	Ecoplant Soluciones AR S.A.S.	Bogotá Engativá	Calle 63C No. 113 - 24		RADICADO SDA No. 2018EE301364 - 2020E46738	24/12/2019	Acopio y transformación de Drywall.	Cel: 310 8852812
4	GRANULADOS RECICLADOS DE COLOMBIA GRECO S.A.S.	Bogotá y otros	Av. Carrera 1 No. 56 - 55 SUR		RADICADO SDA No. 2020E223591	10/12/2020	Residuos de construcción y demolición pétreos, arena, grava, gravas, restos de excavación, mampostería estructural, no estructural, cerámicas, sobrantes de mezclas de cemento, concretos y mezclas asfálticas.	Cel: 315 8729749
5	Cemex Colombia S.A.	Bogotá Ciudad Bolívar	Carrera 17 No. 71 - 10 sur	22599	Informe Técnico 0649 de 2023 Rad. SDA 2023E31895	14/02/2023	RCD de origen pétreo proveniente de demolición de estructuras verticales o elementos viarios como concreto, mortero, unidades de albanilería de concreto, agregados no tratados, áridos tratados con cementantes hidráulicos, unidades de albanilería de arcilla, ladrillos, tejas y asfalto.	Tel: 603 9000 correo electrónico: juridica@cemex.com

Fuente: Ver documento completo (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024)

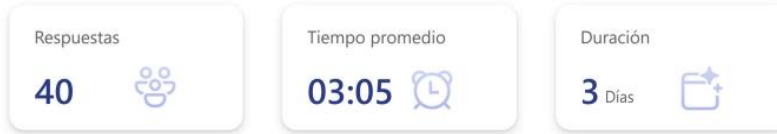
## Anexo 6 Diagrama de flujo del funcionamiento de la Gestión de RCD



**Fuente:** Elaboración propia. Información tomada de los capítulos IV, V y Anexo Documento Técnico de Soporte del Decreto 507 de 2023.

## Anexo 7 Encuesta aplicada sobre manejo de RCD en Bogotá

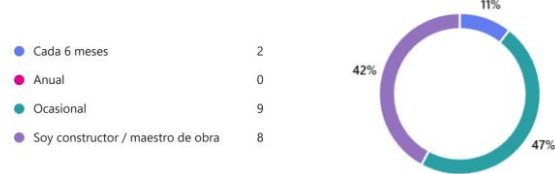
### Información general sobre respuestas Activo



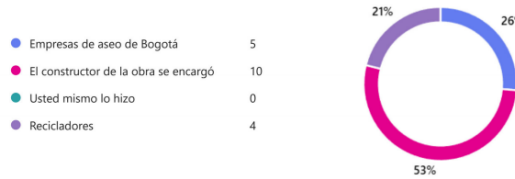
1. Ha generado Residuos y Desechos de Construcción (RCD) en los últimos años en Bogotá?



2. Con que frecuencia genera RCD?



3. Cual fue el medio que utilizó para la disposición de los RCD



4. Conoce cual es el manejo adecuado de los Residuos y Desechos de Construcción (RCD) en Bogotá?



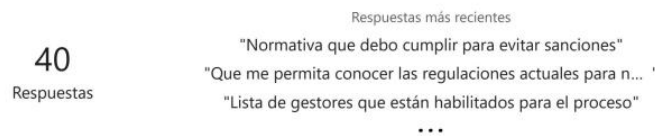
5. Ha recibido información y/o escuchado sobre las políticas de manejo de RCD en Bogotá por parte de las entidades del estado?



6. Vería útil contar con un aplicativo que le permita acceder a la normativa y así mismo tener comunicación con los gestores autorizados para el manejo de RCD?



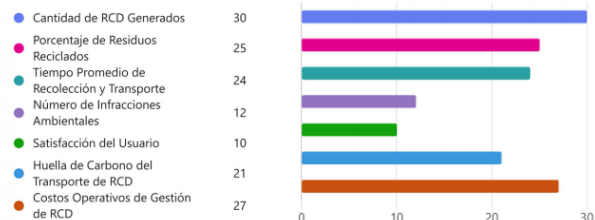
7. Qué funcionalidades le gustaría que brindara el aplicativo?



8 encuestados (20%) respondieron residuos para esta pregunta.



8. Qué información le gustaría que le brindara el aplicativo acerca de los RCD?



## 12. Lista de referencias / Bibliografía

- (IVE), I. V. (2018). *Informe sobre la gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad Valenciana*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (31 de octubre de 2023). Decreto 507. *Por el cual 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*. Bogotá. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=150476>
- Amsterdam, C. o. (2020). *Estrategia circular de Ámsterdam 2020-2025. Circle Economy y la Ciudad de Ámsterdam*. Obtenido de [https://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/06/Amsterdam-Circular-2020-2025\\_Strategy\\_HighRes.pdf](https://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/06/Amsterdam-Circular-2020-2025_Strategy_HighRes.pdf)
- ATLAS. (s.f.). *Investigación descriptiva*. Obtenido de ATLAS.ti. (n.d.). Investigación descriptiva. ATLAS.ti Research Hub. <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20descriptiva%20se%20define,descripci%C3%B3n%20detallada%20de%20la%20situaci%C3%B3n>.
- Bogotá, G. d. (2023). *Distrito abre convocatoria para proyectos de economía circular*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/distrito-abre-convocatoria-para-proyectos-de-economia-circular>
- Cámara de Comercio de Bogotá, Circular LAB, MAAT. (octubre de 2023). *Guía práctica para la adecuada gestión de Residuos de Construcción y Demolición en remodelaciones en Bogota y la Región*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/server/api/core/bitstreams/d7758e63-0da1-4707-b977-ffecc7e20d7/content>

- Castiblanco Herrera, C. (28 de Noviembre de 2023). *Alcaldia de Bogotá*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/bogota-cuenta-nuevo-modelo-de-residuos-de-construccion-y-demolicion>
- Construible. (23 de abril de 2020). *Ámsterdam incluye la construcción sostenible en su nueva estrategia de economía circular 2020-2025*. . Obtenido de <https://www.construible.es/2020/04/23/amsterdam-incluye-construccion-sostenible-nueva-estrategia-economia-circular-2020-2>
- Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca. (2024). *Residuos de Construcción y Demolición*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/3795#>
- DANE. (13 de agosto de 2024). Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). *Censo de Edificaciones (CEED) II trimestre de 2024*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CEED/bol-CEED-IItrim2024.pdf>
- Díaz, J. &. (2018). *Manual de gestión integral de residuos de construcción y demolición*. Editorial Académica Española.
- Fernández-Baldor, Á. M. (2019). “Impacto de las tecnologías digitales en la gestión de residuos urbanos: un análisis comparativo”. *Revista Española de Gestión Ambiental*, 18(2), 101-120.
- García, P. &. (2019). El reciclaje de RCD en Valencia: Una estrategia sostenible. *Revista de Medio Ambiente Urbano*, 17(2), 45-58.
- Garg, P. (2019). *Continuous Integration, Delivery, and Deployment*. O'Reilly Media.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación* (sexta edición ed.). México: McGraw Hill. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp->

content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-  
Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Järvelä, H. (2021). *Microservices Architecture: From Design to Deployment*. Manning Publications.

Jha, R. (2020). *Cloud Architecture Patterns: Using Microsoft Azure*. O'Reilly Media.

Kumar S, A. (2019). *Firebase Essentials - Android Edition*. Packt Publishing.

Mansoor, A. S. (2020). Sustainable management of construction and demolition waste: a case study on digital transformation in waste handling. *Journal of Environmental Management*, 260, 110077.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de mayo de 2015). Decreto 1076. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Imprenta Nacional. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de febrero de 2017). Resolución 0472. *"Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición - RCD y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-0472-de-2017.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (23 de Noviembre de 2021). Resolución 1257. *"Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y se adopta otras disposiciones"*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1257-de-2021.pdf>

Nielsen, J. (2017). *Mobile Usability*. New Riders.

Parra, E. (2020). *Plan de Manejo Ambiental para proyectos de construcción en Bogotá*.

Universidad de los Andes.

Paternos, C. (2018). *Real-time Web Technologies: WebSockets and Beyond*. IEEE Computer Society.

Presidencia de la República de Colombia. (20 de diciembre de 2013). Decreto 2981. *Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo*. Bogotá, D. C.: Diario Oficial 49010. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035>

Rahman, M. (2021). *Flutter for Beginners*. Packt Publishing.

Rodríguez, L. &. (2019). *Gestión operativa y control de residuos de construcción y demolición en Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.

Sasson, G. (2020). *Building Collaborative Applications in the Cloud*. MIT Press.

Secretaria de Integracion social. (Mayo de 2024). *Diagnostico local, Usaquen*. Obtenido de

[https://www.integracionsocial.gov.co/images/\\_docs/2024/Entidad/localidades/04062024-1-Usaquen-Diagnostico-2023.pdf](https://www.integracionsocial.gov.co/images/_docs/2024/Entidad/localidades/04062024-1-Usaquen-Diagnostico-2023.pdf)

Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción. II Edición*. Bogotá D. C. Obtenido de

<https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/508242/Gu%C3%ADa+de+Manejo+Ambiental+para+el+Sector+de+la+Construcci%C3%B3n.pdf/0295619d-0227-4618-97ef-e32e4fb7612b>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). *Requisitos para la autorización de gestores de residuos de construcción y demolición*. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Actores en el cadena de gestión*. Recuperado el 15 de septiembre de 2024, de <https://www.ambientebogota.gov.co/cadena-de-gestion>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Directorio ambiental de gestores de RCD en Bogotá D.C.* Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/7262711/DIRECTORIO+AMBIENTAL+RCD+21102024.pdf/8ab1709a-0d63-418c-9bff-54880f80c823>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Listado de transportadores inscritos en el aplicativo web de la SDA* . Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/6810496/TRANSPORTADORES+INSCRITOS+ESCOMBROS+Sept+2024.pdf/1492ea84-c341-43e6-8b7b-233a463a22ac>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Observatorio Ambiental de Bogotá*. Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/residuos-de-construccion-y-demolicion-aprovechados-en-el-distrito-capital/>

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2015). *Cartilla de gestión integral de RCD*. Obtenido de <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. (s.f). Residuos de construcción y demolición. *Marco jurídico*. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/marco-juridico1>

Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f). Temas ambientales. *Educación ambiental*. Bogotá. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/es/actividades-de-educacion-ambiental>

Sharma, A. (2021). *Cost Estimation for Mobile Applications*. Taylor & Francis.

UAESP. (30 de Junio de 2024). Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos -UAESP-.

*Gestión de Residuos Especiales*. Obtenido de <https://www.uaesp.gov.co/content/gestion-residuos-especiales#inicio>

Valencia, G. d. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición de Valencia*.

Valencia, P. (2021). *Implementación de sistemas de trazabilidad en la gestión de residuos sólidos* . Revista de Ingeniería Ambiental.