

**Formulación del Proyecto de Construcción de una Estación de Clasificación y
Aprovechamiento de Residuos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, Aplicando
la Metodología General Ajustada**

Paola Andrea Mojica Rodríguez

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Dirección y Gestión de Proyectos

Directora

Claudia Yaneth Roncancio Becerra

Doctora en Tecnología educativa

Co-directora

Judith Carolina Jaimes Velandia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

2024

Agradecimientos

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Zoila Rodríguez, Jorge Mojica, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores y motivación que a lo largo de este proceso ha sido pieza clave para culminar este proyecto.

A mi hermana, su esposo y mi sobrino, por ser ejemplos de perseverancia, constancia y ganas de salir adelante.

A mi esposo, por su constante apoyo, colaboración profesional y por compartir conocimientos indispensables para lograr buenos resultados en este proyecto. A Mocca, por su compañía en las largas horas de trabajo.

A mi directora de proyecto, por su orientación, dedicación y valiosos aportes que han enriquecido este trabajo de investigación de manera significativa.

A mi codirectora, por su guía experta y compromiso en cada fase del desarrollo de este proyecto.

Por último, al equipo de trabajo de la Subsecretaría de Ambiente, a la Alcaldía de Bucaramanga y a mis docentes, por compartir información y conocimientos necesarios para el desarrollo del presente proyecto de grado.

¡Gracias a ustedes!

Contenido

Introducción.....	14
1. Aspectos contextuales	17
1.1. Planteamiento del problema	17
2. Objetivos.....	20
2.1. Objetivo general	20
2.2. Objetivos específicos.....	20
3. Alcaldía de Bucaramanga.....	21
4. Revisión técnica de la propuesta	23
5. Marco referencial.....	25
5.1. Marco teórico.....	25
5.2. Marco legal	40
5.3. Marco geográfico.....	49
5.4. Estado del arte	50
6. Análisis de Interesados -Involucrados.....	68
6.1. Valoración de las expectativas vs fuerzas de los interesados.	74
6.2. Determinación del poder de incidencia y priorización de los interesados.	77
7. Análisis del problema.....	80
7.1 Modelo Árbol de problemas.....	81
8. Análisis de objetivos.....	82
9. Análisis de Alternativas.....	85
9.1 Identificación de alternativas.....	85
9.2 Evaluación de alternativas	86

9.3 Selección de la alternativa de solución.....	91
9.4 Criterios técnicos de la alternativa seleccionada	92
10. Construcción del Modelo Analítico del Proyecto	94
10.1. Estructura Analítica	94
10.2. Matriz de marco lógico.....	96
10.3. Resumen Narrativo	99
10.3.1 Fin.....	99
10.3.2 Propósito.....	99
10.3.3 Componentes o productos	99
10.3.4 Indicadores.....	101
10.5 Medios de verificación	103
10.6 Supuestos	104
11. Recursos humanos, materiales y económicos	109
12. Cronograma	112
13. Difusión y comunicación.....	112
14. Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación	114
15. Resultados.....	115
16. Discusión	121
17. Conclusiones.....	122
18. Recomendaciones.....	125
Referencias	128

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Matriz de resumen marco legal nacional</i>	48
Tabla 2. <i>Revisión bibliográfica de documentos para la identificación de las principales tendencias latinoamericanas para el manejo y aprovechamiento de residuo sólidos urbanos.</i>	51
Tabla 3. <i>Categorización de Interesados del Proyecto</i>	72
Tabla 4. <i>Escala numérica de valoración de expectativas vs fuerzas de los interesados</i>	75
Tabla 5. <i>Matriz de expectativas vs fuerza</i>	76
Tabla 6. <i>Identificación de alternativas</i>	86
Tabla 7. <i>Criterios de evaluación de Alternativas</i>	87
Tabla 8. <i>Matriz de evaluación de alternativas, de acuerdo con los criterios establecidos</i>	88
Tabla 9. <i>Matriz de Marco lógico</i>	97
Tabla 10. <i>Matriz de Supuestos</i>	104
Tabla 11. <i>Matriz de Riesgos</i>	106
Tabla 12. <i>Matriz de Medio de difusión y comunicación</i>	113
Tabla 13. <i>Matriz de Resultados</i>	118
Tabla 14. <i>Tabla guía para el diligenciamiento de los módulos de la plataforma MGA</i> ...	120

Lista de figuras

Figura 1. <i>Estructura Organizacional Municipio de Bucaramanga</i>	22
Figura 2. <i>Flujo de resgistro de infomación en plataforma de MGA</i>	28
Figura 3. <i>Caracterización de residuos del Municipio de Bucaramanga</i>	32
Figura 4. <i>Población Área Metropolitana de Bucaramanga</i>	50
Figura 5. <i>Eliminación y tratamiento de residuos en America Latina y el Caribe</i>	62
Figura 6. <i>Parámetros de matriz de poder y priorización de interesados.</i>	79
Figura 7. <i>Matriz de poder y priorización de intereses.</i>	79
Figura 8. <i>Árbol de Problemas.</i>	82
Figura 9. <i>Árbol de Objetivos.</i>	84
Figura 10. <i>Esquema de la estructura analítica</i>	95
Figura 11. <i>Estructura analítica del proyecto</i>	96
Figura 12. <i>Estructuración cadena de valor basica de un proyecto</i>	110
Figura 13. <i>Cadena de valor del proyecto de Construcción de una ECA</i>	110
Figura 14. <i>Presupuesto global del proyecto: Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.</i>	111
Figura 15. <i>Cronograma del proyecto.</i>	112

Resumen

El Área Metropolitana de Bucaramanga enfrenta un **problema** de gestión de residuos sólidos, agravado por una orden judicial que exige el cierre de "El Carrasco", el único relleno sanitario disponible en la región. Esta situación se presenta sin una solución clara para la disposición final de residuos, lo que subraya la urgencia de encontrar una alternativa que aborde la problemática, preservando la salud pública y el medio ambiente. Por lo anterior, el presente trabajo desarrolla la formulación del proyecto de construcción de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, con el **objetivo** de contribuir a la reducción de la cantidad de residuos sólidos aprovechables, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga. Para llevarlo a cabo, se **empleó** la Metodología General Ajustada (MGA), una herramienta específica que facilita la identificación, planificación, seguimiento y evaluación de proyectos e inversiones públicas en el contexto colombiano. Como **resultados**, se obtuvo un análisis de las tendencias latinoamericanas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, la evaluación de posibles alternativas para reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan al sitio de disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga, así como el establecimiento de requerimientos técnicos y financieros. De acuerdo con esto, las **discusiones** concluyeron en que la alternativa seleccionada no constituye una solución definitiva, pero representa un primer paso hacia el logro del propósito planteado.

Palabras clave: gestión de residuos sólidos, aprovechamiento, Estación de Clasificación y aprovechamiento, Metodología General Ajustada

Abstract

The Metropolitan Area of Bucaramanga is facing a solid waste management **problem** exacerbated by a court order mandating the closure of "El Carrasco," the only landfill available in the region. This situation arises without a clear solution for the final disposal of waste, emphasizing the urgency of finding an alternative that addresses the issue while preserving public health and the environment. Therefore, this paper develops the formulation of a project for the construction of a Waste Sorting and recovery Station in the Metropolitan Area of Bucaramanga, **aiming** to contribute to the reduction of the amount of usable solid waste that ends up definitively at the final disposal site designated for the Metropolitan Area of Bucaramanga. To carry it out, the Adjusted General Methodology (MGA) was **employed**, a specific tool that facilitates the identification, planning, monitoring, and evaluation of projects and public investments in the Colombian context. As a **result**, an analysis of Latin American trends in solid waste management and utilization, the evaluation of possible alternatives to reduce the quantity of solid waste reaching the final disposal site in the Metropolitan Area of Bucaramanga, as well as the establishment of technical and financial requirements were obtained. Accordingly, **discussions** concluded that the selected alternative does not constitute a definitive solution but represents a first step towards achieving the stated purpose.

Keywords: solid waste management, recovery, Adjusted General Methodology, Waste Sorting and recovery Station

Glosario

En este apartado, se presenta una serie de conceptos enmarcados dentro de la temática de gestión integral de los residuos sólidos y la prestación del servicio de aseo, conforme a las definiciones establecidas en diferentes disposiciones legales.

Además, se incluye terminología asociada a la formulación de proyectos, lo que proporciona una visión integral y detallada de los términos relevantes en el ámbito de la gestión de residuos sólidos y la prestación de servicios de aseo, así como en el proceso de planificación y desarrollo de proyectos relacionados con esta temática.

Almacenamiento de residuos sólidos. Es la acción del usuario de guardar temporalmente los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección por la persona prestadora con fines de aprovechamiento o de disposición final. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Aprovechamiento. Actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje por parte de la persona prestadora. (Presidente de la República, 2016, art. 2).

Área pública. Es aquella destinada al uso, recreo o tránsito público, como parques, plazas, plazoletas y playas salvo aquellas con restricciones de acceso. (Decreto 2981 de 2013, art. 2).

Disposición final de residuos sólidos. Es la actividad del servicio público de aseo, consistente en la disposición de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario. (Presidente de la República, 2017, art 3).

Estación de clasificación y aprovechamiento. Son instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Estaciones de transferencia. Son las instalaciones dedicadas al traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de tratamiento o disposición final. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Gestión integral de residuos sólidos. Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Lixiviado. Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Organización de recicladores de oficio formalizados. Organizaciones que, en cualquiera de las figuras jurídicas permitidas por la normatividad vigente, incluyan dentro de su objeto social la prestación del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, se registren ante la Superintendencia de Servicios Públicos

Domiciliarios (SSPD) y estén constituidas en su totalidad por recicladores de oficio. (Presidente de la República, 2016, art. 3).

Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS). Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados. Corresponde a la entidad territorial la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del PGIRS. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Producción diaria per cápita. Cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de kg/hab-día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos y el número de personas por hogar estimado por el DANE. (Presidente de la República, 2005, art. 1).

Rechazos. Material resultado de la clasificación de residuos aprovechables en la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), cuyas características no permiten su efectivo aprovechamiento y que deben ser tratados o dispuestos en el relleno sanitario. (Presidente de la República, 2016, art. 3).

Reciclador de oficio. Persona natural que realiza de manera habitual las actividades de recuperación, recolección, transporte, o clasificación de residuos sólidos

para su posterior reincorporación en el ciclo económico productivo como materia prima; que deriva el sustento propio y familiar de esta actividad. (Presidente de la República, 2016, art. 2).

Recolección y transporte de residuos aprovechables. Son las actividades que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo consistente en recoger y transportar los residuos aprovechables hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Residuos sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Residuo sólido ordinario. Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos se fija de acuerdo con la metodología adoptada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (Presidente de la República, 2013, art. 2).

Residuos efectivamente aprovechados. Residuos sólidos que han sido clasificados y pesados en una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) por la persona prestadora de la actividad y han sido comercializados para su incorporación a una cadena productiva, contando con el soporte de venta a un comercializador o a la industria”. (Presidente de la República, 2016, art. 2).

Separación en la fuente. Es la clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso. (Presidente de la República, 2015, art. 44).

Tratamiento. Es la actividad del servicio público de aseo, alternativa o complementaria a la disposición final, en la cual se propende por la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso. Incluye las técnicas de tratamiento mecánico, biológico y térmico. Dentro de los beneficios se consideran la separación de los residuos sólidos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer y/o la recuperación de materiales o recursos valorizados. (Presidente de la República, 2017, art 2).

Introducción

La creciente urbanización, el aumento de la población y los cambios en los patrones de consumo han llevado a una generación masiva de residuos. A nivel mundial, se producen más de 2.010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos anuales, una cifra que podría aumentar en un 70% para 2050 sin medidas efectivas. En América Latina y el Caribe, la situación es crítica, con aproximadamente 160 millones de toneladas de residuos sólidos generados al año, de los cuales el 90% se gestiona inadecuadamente. (Gómez, 2020, p 12.)

En Colombia, los rellenos sanitarios enfrentan una situación crítica debido al incremento constante de los residuos sólidos y la limitada capacidad de estos sitios. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2020). En este contexto, el Área Metropolitana de Bucaramanga se enfrenta a un desafío urgente en la gestión de residuos sólidos, especialmente debido a la orden judicial de cierre del único relleno sanitario, "El Carrasco", principal destino de los desechos de la región.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la formulación de un proyecto de construcción de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos metropolitana, como estrategia para reducir la cantidad de residuos con potencial aprovechable, que son dispuestos de forma definitiva en "El Carrasco", y que a su vez permita dignificar las condiciones en las cuales es desarrollada la actividad de aprovechamiento.

Este proyecto se desarrolla a través de la Metodología General Ajustada - MGA, herramienta que ayuda de forma esquemática en los procesos de identificación, planificación, seguimiento y evaluación de los Proyectos y programas de Inversión pública, la cual corresponde a una adaptación de la metodología de marco lógico a la realidad Colombiana.

Para su desarrollo, inicialmente se abordan los aspectos contextuales que delinean la situación actual de la gestión de residuos en Bucaramanga. Este contexto revela desafíos significativos, incluida la disposición inadecuada de residuos y la inadecuada infraestructura para su adecuada clasificación y aprovechamiento.

Posteriormente, se presentan los objetivos del proyecto, la descripción institucional y la revisión técnica de la propuesta, seguido del marco referencial del proyecto el cual abarca varios aspectos como: el marco teórico el cual proporciona los fundamentos conceptuales, el marco legal, que destaca las normativas pertinentes que guían la gestión de residuos en Colombia; el marco geográfico, que contextualiza las características específicas del Área Metropolitana de Bucaramanga; y el estado del arte realizado con el fin de identificar estrategias en Latinoamérica que contribuyan a la reducción de los residuos sólidos aprovechables que van a disposición final.

En seguida, se presenta el análisis de interesados e involucrados el cual identifica a todos los actores clave en el proyecto y sus roles respectivos, análisis del problema, objetivos y alternativas. Seguidamente, se presenta la construcción del modelo analítico de acuerdo con la Metodología general ajustada, presentando la matriz de marco lógico, el resumen narrativo de fin, propósito, componentes e indicadores, medios de verificación y supuestos. Además, el documento presenta los recursos humanos, materiales y económicos, así como el cronograma del proyecto y la estrategia de difusión y comunicación.

De acuerdo con lo anterior, el documento culmina con la presentación de los resultados obtenidos, los cuales presenta un análisis de las tendencias latinoamericanas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, la evaluación de posibles alternativas para reducir la

cantidad de residuos sólidos que llegan al sitio de disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga, así como el establecimiento de requerimientos técnicos y financieros.

Finalmente, se presenta la discusión y conclusiones basadas en los resultados que permitieron determinar que la alternativa seleccionada no constituye una solución definitiva, pero representa un primer paso hacia el logro del propósito planteado. Por último, se plantean algunas recomendaciones abordadas de acuerdo con el papel de la replicabilidad, educación y cultura ciudadana, recursos, gobierno y academia.

1. Aspectos contextuales

1.1. Planteamiento del problema

El crecimiento acelerado de la población en los últimos años, la revolución industrial, la ciencia y la tecnología han traído grandes beneficios para el ser humano; sin embargo, con ello se ha aumentado la generación de residuos sólidos siendo problema de difícil solución, pues su eliminación definitiva con bajos impactos negativos, constituye un desafío a nivel mundial. (Ojeda et al., 2008).

En el mundo, se generan anualmente cerca de 2.010 millones de toneladas de desechos sólidos. De los residuos que son generados, únicamente el 10% reciben una adecuada gestión; el otro 90% se gestiona de forma inadecuada, ocasionando grandes impactos sociales, ambientales y económicos. Puntualmente, América Latina aporta aproximadamente 231 Millones de toneladas, representando un promedio de 0.99 kilogramos diarios per cápita, del cual se aprovecha únicamente el 4.5% (The World Bank, 2018), lo cual evidencia que el aprovechamiento y transformación de los residuos, hasta la fecha no ha logrado tener un impacto relevante en la gestión de residuos en el contexto latinoamericano.

En Colombia, la generación de residuos sólidos para el 2014 estaba aproximadamente en 13.8 millones de toneladas anuales, es decir, cerca de 0.77 kilogramos por persona al día, y se estima que podría llegar a 18.7 millones de toneladas anuales para el año 2030, lo cual significaría un incremento del 13.4% en la producción per cápita de residuos sólidos. (Breukers, Puentes, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, la adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos, tendrá un papel fundamental en el desarrollo de las ciudades, siendo cada vez más relevante incorporar alternativas orientadas a la reducción, aprovechamiento, valorización, tratamiento

y disposición final controlada, (Álvarez, Gustavo, et al) que permitan disminuir la cantidad de residuos que llegan a ser dispuestos de manera definitiva; es por esto que se hace necesario implementar alternativas que permitan el aumento del porcentaje de aprovechamiento, transformación y reincorporación de residuos a la cadena de valor. (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).

Asimismo, para el 2020, la Contraloría General de la república advirtió el deterioro progresivo de los rellenos sanitarios en Colombia y llegara el momento en el que no se cuente con espacio en los rellenos actuales para manejar adecuadamente esas cantidades de residuos sólidos generados.

Para el caso de Bucaramanga, es necesario indicar que desde el 1 de marzo del 2009 fue ordenado por el Juzgado Cuarto Administrativo de Bucaramanga, el cierre definitivo del Relleno Sanitario el Carrasco, en el cual históricamente, se han dispuesto los residuos sólidos provenientes de 16 Municipios, que agrupan más del 70% de la población del departamento de Santander.

Sin embargo, al no existir una alternativa técnica, operativa y económicamente viable, distinta al Carrasco, para la gestión de los residuos sólidos que aún se depositan allí, ha sido necesaria la declaratoria de múltiples emergencias sanitarias e incluso calamidades públicas, por lo cual hace parte de los municipios que pueden causar emergencias sanitarias (Duque, 2018).

En la actualidad, solo en el Área Metropolitana de Bucaramanga, se generan aproximadamente 995 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales Bucaramanga aporta un 54% de los residuos dispuestos, y los otros tres municipios Floridablanca Girón y Piedecuesta aportan el otro 43%. De esta cantidad cerca del 96.3% llega directamente al sitio

de disposición final “El Carrasco”, para ser dispuestos de manera definitiva y solo un 3.7 % de estos residuos, entra a hacer parte de procesos de aprovechamiento y reincorporación a la cadena de valor (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).

Es importante resaltar que para 2019 en Colombia, existían 1.141 Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento, también llamadas ECA definidas como: “instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar;” (Alcaldía de Bucaramanga, 2022) con capacidad de recuperar 1.407.785 toneladas de residuos (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2020).

De las 1.141 de las ECA's del país, únicamente 15 esta ubicadas al interior del Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB, y se cree que ninguna de ellas cumple con las condiciones técnicas y normativas para garantizar el adecuado el funcionamiento y operación de los diferentes procesos requeridos para un óptimo aprovechamiento de residuos, lo cual se ve representado en los bajos índices de aprovechamiento al interior del AMB.

Es por esto, que con el fin de buscar mejorar las condiciones técnicas y operativas que permitan el adecuado desarrollo de los procesos de selección, clasificación y aprovechamiento de residuos, se hace necesario contar con infraestructura que permita la adecuada operación y funcionamiento de la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos reciclables, que cumpla con todos los requerimientos técnicos, normativos y legales, y que a su vez permita mejorar las condiciones en las cuales la población recicladora.

El proyecto pretende responder la siguiente pregunta: ¿Qué estrategias de manejo y disposición, planificadas desde la metodología MGA, pueden contribuir a la reducción de la

cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Formular el proyecto de construcción de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento, empleando la metodología MGA, que permita contribuir a la reducción de la cantidad de residuos sólidos aprovechables, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

2.2. Objetivos específicos

1. Analizar las principales tendencias latinoamericanas aplicadas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos con el fin de comprender las formas de abordaje actualmente en uso en el contexto internacional más próximo.
2. Evaluar las posibles alternativas aplicables para el contexto de reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.
3. Establecer los requerimientos técnicos y financieros de la puesta en marcha de una solución que contribuya a la reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga con el fin de evaluar la viabilidad económica de su puesta en marcha.

3. Alcaldía de Bucaramanga

El Municipio de Bucaramanga, es el ente territorial *encargado del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de Bucaramanga.* (Alcaldía de Bucaramanga., 2022).

La misión y la visión están enfocadas de la siguiente manera:

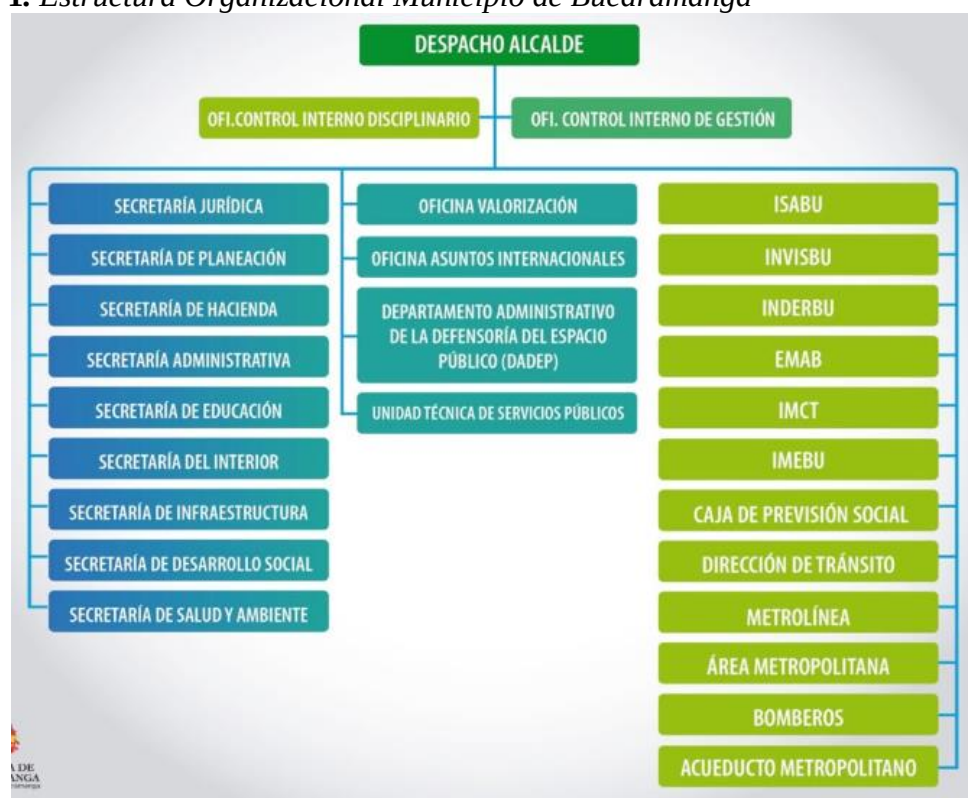
Misión: Somos una entidad territorial al servicio de los ciudadanos que garantiza el ejercicio de sus derechos y el cumplimiento de sus deberes, promueve el bienestar y desarrollo humano, con oportunidad, equidad, transparencia, responsabilidad social, económica y ambiental, soportada en una gestión institucional innovadora y colaborativa, con un talento humano comprometido con su labor como Servidor Público. (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).

Visión: Bucaramanga ciudad global para la gente, comprometida con el bienestar, la protección del medio ambiente, los ecosistemas estratégicos y la seguridad de sus habitantes; de economía pujante y oportunidades para todos. Promueve ciudadanos responsables, activos y comprometidos con su ciudad. Innovadora, que goza de infraestructura tecnológica facilitando la toma de decisiones y brindando acceso a sistemas de educación, salud y movilidad de calidad 24 x 7. (Alcaldía de Bucaramanga., 2022).

Además, la Alcaldía de Bucaramanga, liderada por su alcalde, cuenta con una estructura organizacional sólida para gestionar el desarrollo y bienestar de la ciudad. Encabezada por nueve (9) diversas secretarías principales como Jurídica, Planeación, Hacienda, Administrativa, Salud y Ambiente entre otras, se encargan de dirigir políticas y

programas clave. Además, cuatro (4) oficinas especializadas y entidades descentralizadas como Oficina de Valorización, Departamento Administrativo de Espacio Público, Instituto de Salud de Bucaramanga, entre otras que operan bajo su supervisión para abordar necesidades específicas en salud, vivienda, transporte y más. De acuerdo con esto, la figura 1, presenta la estructura organizacional del Municipio de Bucaramanga.

Figura 1. Estructura Organizacional Municipio de Bucaramanga



Nota: Esta figura presenta la Estructura Organizacional del Municipio de Bucaramanga, con sus dependencias junto con los Institutos descentralizados del Municipio
Tomado de (Alcaldía de Bucaramanga., 2022)

Es importante destacar, que el presente trabajo se desarrolla dentro del marco de la Secretaría de Salud y Ambiente, específicamente dentro de la gestión realizada en la Subsecretaria de Ambiente, teniendo en cuenta que es responsabilidad de los municipios

asegurar que se preste a todos los habitantes el servicio público de aseo de forma eficiente. (Decreto 1077 de 2015, Art. 4).

4. Revisión técnica de la propuesta

La Alcaldía de Bucaramanga ha llevado a cabo diversas actividades y análisis de forma articulada entre la Secretaría de Infraestructura y la Secretaría de Salud y Ambiente que permitieron identificar y validar la necesidad y viabilidad para la construcción una la estación de clasificación y aprovechamiento de residuos.

En este sentido, el equipo de la Subsecretaría de Ambiente del Municipio de Bucaramanga realizó visitas técnicas a las 9 estaciones de clasificación y aprovechamiento existentes en Bucaramanga. Durante estas visitas, se identificó que ninguna de las estaciones cumple con los requisitos de uso del suelo establecidos por la Secretaría de Planeación de Bucaramanga, situación similar a la que se presenta en los Municipios de Floridablanca y Girón. Este hallazgo subraya la necesidad de desarrollar una ECA que cumpla con todas las normativas urbanísticas y responda a las necesidades técnicas y operativas que permitan el adecuado desarrollo de la actividad de aprovechamiento en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Ante esta situación, se realizó una búsqueda de un predio que cumpla con los requisitos de uso del suelo, identificando un terreno propiedad del Municipio de Bucaramanga de aproximadamente 5000 m², que cumple con todos los requisitos urbanísticos necesarios para la construcción de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos. Este predio además se encuentra ubicado en proximidad del

municipio de Girón y Floridablanca lo que ofrece una ubicación estratégica que permitirá facilitar la logística y operación de la ECA.

Los anteriores elementos permitieron que el taller de arquitectura de la Alcaldía de Bucaramanga realizara el diseño arquitectónico y la ingeniería de detalle de la ECA. Esto incluyó la planificación de los espacios y la infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento de la estación, a partir de análisis tipológicos y lineamientos nacionales.

Posteriormente, la Subsecretaría de Ambiente organizó múltiples reuniones en las que participaron recicladores de oficio, cooperativas dedicadas al aprovechamiento de residuos y empresas dedicadas a la actividad de reciclaje para validar los espacios proyectados en el diseño.

Asimismo, la propuesta de construir una Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos de carácter metropolitano fue presentada en el Comité Coordinador de la Implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Bucaramanga, así como en el Comité de Planeación y Gestión Integral de Residuos Sólidos del Área Metropolitana de Bucaramanga, en el cual participan los cuatro municipios del área metropolitana obteniendo el respaldo de estos importantes espacios. Estos espacios de concertación y socialización fueron importantes para asegurar que las necesidades y preocupaciones de los diferentes actores fueran consideradas en el diseño y posterior formulación del proyecto.

Finalmente, esta propuesta se presenta como una solución que mejorará la infraestructura y optimizará las condiciones para la gestión de residuos sólidos. Además, promoverá el reciclaje y apoyará a los recicladores de oficio, generando así una ventaja competitiva en términos de sostenibilidad ambiental y social. Esto permitirá fortalecer y

mejorar los procesos locales para reducir y mitigar los impactos negativos en el medio ambiente, la salud humana y la economía asociados con la disposición final de residuos sólidos.

5. Marco referencial

5.1. Marco teórico

Formulación de Proyectos: Un proyecto es la planificación de actividades que vincula recursos físicos, humanos, financieros, entre otros, se relacionan de forma articulada para resolución de problemas o necesidades sentidas por la comunidad. (Departamento Nacional de Planeación, 2015)

En este sentido, la Gestión de proyectos nace de necesidad de administrar recursos, teniendo en cuenta que durante la revolución industrial se desarrollando proyectos de gran complejidad requiriendo una cadena de suministro estrecha e interrelacionada y poniendo en riesgo el éxito de los proyectos. (Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga., 2022). Es así como se origina la Gestión de proyectos, pues la aplicación de conocimientos, herramientas, técnicas y metodologías en un proyecto para cumplir con objetivos y metas específicas mediante integración adecuada de procesos de dirección de proyecto permite el de una forma más adecuada el control y éxito en los proyectos.

En este sentido, surgen diversas metodologías que permiten planificar, controlar y evaluar los proyectos para la toma de decisiones, es así como, la importancia de la gestión y dirección de proyectos es relevante para que la ejecución de proyectos sea de forma eficiente y eficaz, permitiendo el cumplimiento de los objetivos del negocio y satisfaciendo las

expectativas de los interesados de tal forma que se potencian las posibilidades de éxito de las empresas y organizaciones, en el sentido en el que se entregan los productos adecuados en el momento adecuado, siempre y cuando se respondan a los riesgos de manera oportuna. (Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga., 2022).

De acuerdo con lo anterior, se puede precisar que los proyectos nacen a partir de la identificación de problemáticas de una comunidad o sector especial con el fin de dar solución y satisfacer las necesidades existentes de la humanidad. (Arboleda, 2013). De este modo, es importante conocer el contexto en el cual se desarrollan los proyectos, así como las diferentes técnicas, herramientas y metodologías que son implementadas en el proceso de identificación de un proyecto.

Para ejecutar recursos del Presupuesto General de la Nación es necesario dar cumplimiento con el Decreto 841 de 1990, el cual reglamenta el procedimiento a seguir con los proyectos de inversión que hayan de ser eventualmente financiados o cofinanciados con recursos del Presupuesto General de la Nación (Presidente de la República de Colombia, 1990). Asimismo, en el artículo 34 establece lo siguiente:

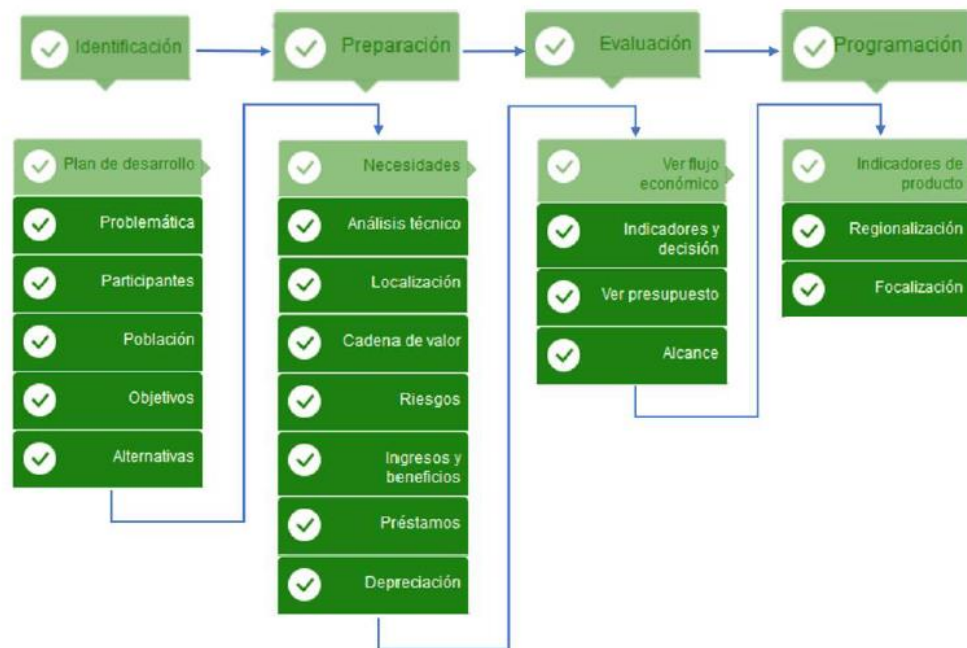
El Departamento Nacional de Planeación establecerá dentro del Manual de Operación y Metodologías del Banco de Proyectos de Inversión Nacional las metodologías que se deban implantar para el seguimiento de los proyectos, así como la oportunidad para remitir la información que con tal fin requiera.

Es por esto, que a través de la Resolución No. 1450 de 2013, el Departamento Nacional de Planeación, adopta como única metodología para la formulación y evaluación previa de proyectos de inversión pública, aquella diseñada por el Departamento Nacional de Planeación. (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Este proyecto se trabaja bajo el enfoque de Sistema de Marco Lógico, el cual es conocido como el Método de planificación de proyectos orienta a objetivos. (Arboleda, 2013). Por lo anterior, este proyecto se plantea desarrollar a través de la Metodología General Ajustada - MGA, herramienta que ayuda de forma esquemática en los procesos de identificación, preparación, evaluación y programación de los Proyectos de Inversión pública, la cual corresponde a una adaptación de la metodología de marco lógico a la realidad Colombiana., que además, fue posible identificar que ésta ya ha sido empleada para el desarrollo de proyectos de gestión y manejo de residuos sólidos en el contexto colombiano (Galeano & Ramírez, 2020).

Si bien existen antecedentes desde 1989, es a partir de 2003 que se implementa la Metodología General Ajustada como una aplicación informática. Esta metodología comenzó con el diligenciamiento de fichas, luego evolucionó a una aplicación descargable, y finalmente se transformó en una plataforma en línea, que es la que se conoce actualmente. Sin embargo, esta plataforma es una herramienta de captura de información, que requiere el diligenciamiento de módulos de identificación, preparación, evaluación y programación que está compuesto por diferentes capítulos. La figura 2, presenta el flujo de registro de la información en plataforma MGA. (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Figura 2. Flujo de registro de información en plataforma de MGA



Tomado de (Departamento Nacional de Planeación, 2023)

El *proceso de identificación de un proyecto* de inversión se centra en analizar y comprender tanto los problemas que afectan negativamente a un grupo de individuos como las oportunidades de desarrollo para un territorio y su población. Un proyecto de inversión solo se justifica si hay un problema claro. De acuerdo con la secuencia del marco lógico este proceso incluye identificar la problemática con la técnica de árbol de problemas, establecer objetivos con la técnica de árbol de objetivos, identificar a los involucrados y proponer alternativas de solución. (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Durante la *preparación de un proyecto*, se aborda la preparación y evaluación de las alternativas de solución identificadas, realizando una revisión técnico y estimación de beneficios que servirán de base para evaluar la conveniencia de llevar a cabo. Además, se realiza la identificación de productos, localización de la alternativa, cadena de valor, así como, los riesgos y los ingresos y beneficios. (Departamento Nacional de Planeación, 2023)

Además, la *evaluación*, determina la conveniencia de implementar la alternativa de solución que permita maximizar la riqueza social mediante el uso óptimo de los limitados recursos de inversión pública. Se busca determinar cuál opción proporciona mayores beneficios para la sociedad, considerando la disponibilidad de bienes y servicios y los costos asociados a los factores productivos a lo largo del tiempo. (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Por último, la *programación*, establece la forma de lograr el proyecto en el tiempo considerando aspectos como los indicadores de producto y los medios de verificación. Una vez implementada la alternativa de acuerdo con la programación, se logra el cumplimiento de los fines, propósitos, componentes y productos establecidos.

Gestión Integral de Residuos. La adecuada gestión de los residuos es fundamental dentro de las estrategias para minimizar los impactos ambientales en entornos urbanos. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017) Además, han existido múltiples variaciones y complementos, desde el año 2004, ha sido ampliamente aceptado el modelo de gestión integral de residuos sólidos propuesto por la Organización No Gubernamental holandesa WASTE (Anschütz et al., 2004); el cual fue desarrollado entre las décadas de los ochenta y los noventa, por asesores y expertos colaboradores de WASTE en países en desarrollo (Guerrero et al., 2013). Dicho modelo reconoce tres diferentes dimensiones que interactúan en el proceso de gestión integral de residuos sólidos, estos son: (a) Los actores interesados y afectados por la gestión de residuos. (b) los elementos que componen el sistema de gestión de residuos. Y (c) los aspectos del contexto local que deben ser considerados dentro del sistema (Anschütz et al., 2004; Guerrero et al., 2013; Wilson et al., 2013).

De este modo, la primera dimensión del modelo de gestión integral de residuos sólidos incorpora como parte fundamental del sistema a los actores que tienen algún tipo de interés o pueden ser afectados dentro del proceso de gestión integral de residuos sólidos en la gestión, con el fin de que dichos actores puedan ser identificados en cada contexto con el principal objetivo de alinear los intereses hacia un fin común (Anschütz et al., 2004).

Por su parte, la segunda dimensión del modelo define los diferentes elementos o etapas que componen el sistema de gestión de residuos, siendo estos: (a) Generación y separación. (b) Recolección. (c) Transferencia y Transporte. (d) Tratamiento y Disposición. (d) Reducción. (e) Reuso. (f) Reciclaje y aprovechamiento. (g) Recuperación. Estos componentes del sistema desempeñan diferentes roles, o inciden de forma diferencial en el objetivo que se tenga dentro del proceso de gestión, en donde es más deseable un modelo que cuyo objetivo sea la no generación de residuos que la disposición adecuada (Anschütz et al., 2004), no obstante, la mayoría de los sistemas en el mundo aún se encuentran en la base de esta pirámide.

Por último, la tercera dimensión sugiere seis diferentes aspectos de sostenibilidad que deben ser considerados para la construcción y/o mejoramiento de los sistemas existentes de gestión de residuos sólidos, estos son: (a) Técnicos. (b) Ambientales y de salud. (c) Financieros y económicos. (d) Socioculturales. (e) Institucionales. (f) Políticos y Legales. (Anschütz et al., 2004).

Aunque diversos autores han establecido las etapas de manejo integral de residuos de acuerdo con el contexto, en Colombia el CONPES 3874, Política Integral para la Gestión de Residuos sólidos, comprende para el manejo integral las siguientes etapas: (a) Generación. (b) Separación en la fuente. (c) Recolección. (d) Transferencia y Transporte. (e)

Aprovechamiento. (f) Tratamiento. (g) Disposición final. Estos componentes del sistema desempeñan diferentes roles, o inciden de forma diferencial en el objetivo que se tenga dentro del proceso de gestión, en donde es más deseable un modelo que cuyo objetivo sea preferir reducir o establecer medidas para prevenir que se generen residuos, que la disposición adecuada (Departamento Nacional de Planeación, 2016). No obstante, la mayoría de los sistemas en el mundo aún se encuentran en realizando la disposición final. (Anschütz et al., 2004).

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en el contexto colombiano, para el desarrollo del presente marco teórico se retoma lo establecido en el CONPES 3874, en lo referente a las etapas de la Gestión de residuos

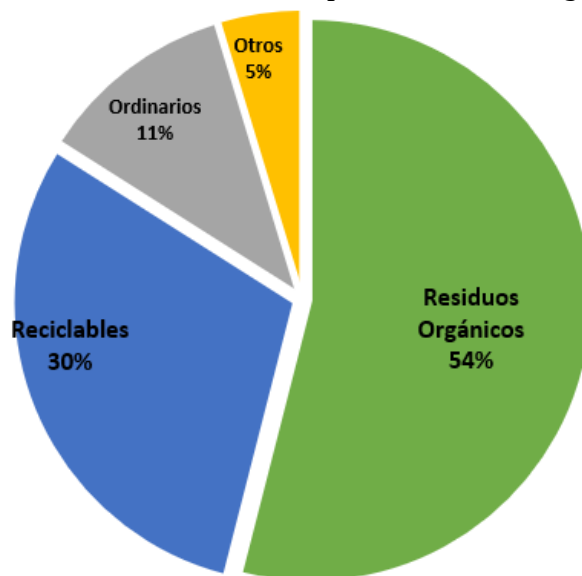
1. *Generación*. El acelerado crecimiento de la población global, ha traído consigo grandes desafíos en materia de generación y manejo de residuos sólidos, en donde factores, sociales y económicos inciden directamente en la dinámica de generación de residuos (Cáceres, 2017); asimismo los cambios en las formas de consumo que se han dado durante los últimos 70 años, han generado que en algunos lugares se triplique la producción per cápita de residuos (Apaza, 2019); condiciones que cada vez ejercen mayor presión sobre los sistemas de gestión de residuos.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos municipales, es generalizado que en su mayoría están compuestos por material orgánico (Apaza, 2019; Cáceres Badález, 2017), y dentro de los principales impactos ambientales asociados a la forma como se gestionan los residuos sólidos, resaltan el impacto sobre la generación y emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen con el fenómeno del calentamiento global, así como el impacto que genera el indebido manejo de los lixiviados que se generan en el proceso de

descomposición de la materia orgánica, al convertir este subproducto en un factor de toxicidad para el suelo y las corrientes hídricas superficiales y subterráneas (Caprile, 2020).

Entre otras cosas, es importante conocer la cantidad y composición de los residuos generados permite diseñar mejores sistemas de recolección orientados al aprovechamiento (Universidad Nacional de Colombia, 2021a). De acuerdo con la figura 3, fue posible identificar que, para el municipio de Bucaramanga, los residuos sólidos dispuestos están compuestos por un 54% de residuos orgánicos, un 30% de residuos reciclables, un 11% de residuos ordinarios y 5% otros residuos.

Figura 3. Caracterización de residuos del Municipio de Bucaramanga



Adaptado Empresa de Aseo de Bucaramanga 2023.

2. *Separación en la fuente.* De acuerdo con el Decreto 1077 de 2015, separación es la fuente es la clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, para ser presentados para su

recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos. (Presidente de la República, Art 44, 2016).

Los residuos se deben separar por lo menos en una bolsa negra o blanca, y si existe ruta de recolección de orgánicos se debe realizar la separación en bolsa verde. Por su parte, los residuos especiales se deben llevar a los lugares indicados y disponerlos de forma adecuada.

Realizar la separación en la fuente, es la base para obtener beneficios como menores impactos ambientales, mejora calidad en las fuentes hídricas, mitigación del cambio climático durante el proceso de la gestión integral de Residuos. Estos beneficios, deberían ser una motivación para que el usuario sea parte activa del desarrollo sostenible. (Departamento Nacional de Planeación, 2022).

Sin embargo, la calidad que se encuentra en los ejercicios de separación en la fuente es un factor crítico sobre el manejo de residuos. Esta situación está relacionado con la educación asociada al manejo de residuos. Esta situación impacta los costos ligados a los procesos de aprovechamiento y transformación de residuos, generando perdidas en el potencial energético y limitando su uso como materia prima, generando la disposición final en rellenos sanitarios dando fin al ciclo de vida. Las acciones educativas, culturales y de innovación son propuestas de acción que permitan incrementar los niveles de separación en la fuente. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

En este sentido, se consideran como elementos primordiales la importancia de la educación y la cultura ciudadana, y se enfatiza en educar a la comunidad sobre cómo la separación en la fuente facilita las actividades de las organizaciones de recicladores. Sin embargo, no existen incentivos como en otros países para que las personas sin conciencia

ambiental realicen la separación en la fuente. Además, aunque el Código de Policía establece multas por no separar los residuos, esta normativa no se cumple debido a la falta de mecanismos efectivos de control y sanción. (Universidad Nacional de Colombia, 2021a). De acuerdo con esto, la cultura ciudadana y separación en la fuente se consideran elementos primordiales en la gestión de residuos, sin embargo, no son los únicos que requieren una pronta solución.

3. *Recolección.* La recolección es entendida como la actividad que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo consistente en recoger los residuos aprovechables desde la generación en la fuente, (Decreto 1077, 2015) que, además, minimice los efectos ambientales como el ruido y caída de residuos. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

En Colombia, es relevante notar que, en 2021, la cobertura de recolección de residuos en áreas urbanas alcanzó un 97.8%, mientras que en áreas rurales fue solo del 21.9%. Por lo tanto, es necesario garantizar la prestación del servicio de aseo en las áreas rurales mediante la implementación de esquemas de gestión adecuados a la ruralidad del país. Además, debe considerarse el impacto del aumento de la cobertura rural en la demanda de infraestructura de manejo de residuos. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Actualmente, se pueden identificar tres grandes grupos de sistemas de recolección: los sistemas tradicionales de recolección domiciliaria, los sistemas que requieren inversiones adicionales en barrios y/o edificios, y la recolección selectiva. (Naciones Unidas, 2016). Complementando lo anterior, es necesaria la recolección selectiva establecida como un proceso fundamental que da continuidad a la separación en la fuente realizada por los

generadores. Esto garantiza la cadena de aprovechamiento y valorización de aquellos residuos que tienen características que facilitan su comercialización (Naciones Unidas, 2018)

Además, esta acción complementa las estrategias de educación y cultura, teniendo en cuenta que al establecer rutas de recolección selectiva de orgánicos, inorgánicos, inservibles, especiales y ser remuneradas como prestadores del servicio público de aprovechamiento, los usuarios mejorarán la separación de residuos en la fuente.

4. *Transferencia y Transporte.* Transferencia es entendida como la actividad complementaria del servicio público de aseo que se lleva a cabo dentro de una estación de transferencia.

Esta actividad implica mover los residuos sólidos desde un vehículo recolector de menor capacidad a uno de transporte a granel mediante medios mecánicos. Durante este proceso, se evita el contacto manual y la dispersión de los residuos, además de minimizar su exposición al aire libre. (Presidente de la República, 2013). De otra parte, las estaciones de transferencias es una infraestructura cerrada parcial o totalmente, lo cual minimiza los posibles impactos producidos por olores, ruidos diseminación de residuos, entre otros. Además, existen diferentes tipos dos tipos de estaciones de transferencia, la Estación con transbordo directo y Estación con acopio. (Naciones Unidas, 2016).

El transporte, es entendido como actividad de recoger los residuos de un punto al otro, hasta que descarga los residuos ya sea en la estación de transferencia y/o aprovechamiento, o al sitio de disposición final sitio de disposición final. (Naciones Unidas, 2016).

5. *Aprovechamiento.* El aprovechamiento es la actividad que incluye la recolección de residuos reciclables, su transporte selectivo hacia la estación de clasificación y

aprovechamiento, o hacia la planta de aprovechamiento (Presidente de la República, 2013).

En Colombia, el 83% de los residuos sólidos domiciliarios termina en rellenos sanitarios, mientras que solo el 17% se recupera mediante reciclaje para reintegrarse en la cadena productiva (Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, 2021). Si no se implementan medidas adecuadas para mejorar la gestión de residuos y se mantienen los patrones insostenibles de producción y consumo, se prevé que para el año 2030 la mayoría de las ciudades del país enfrentarán emergencias sanitarias debido al colapso de los sistemas de gestión de residuos y se incrementará significativamente la emisión de gases de efecto invernadero. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Además, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), el 30% de los residuos generados está compuesto por materiales como papel, cartón, metal, vidrio, textiles o plástico, que podrían ser recuperados para su reutilización, sin embargo, el manejo inadecuado en la gestión de residuos hace que los rellenos reciban mayor cantidad de residuos sólidos, ocasionando que se llegue al fin de la vida útil, además, de desperdiciar materia prima y energía. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Es así como varios programas de reciclaje y recuperación de materiales han demostrado éxito al reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios, además de fomentar una gestión ecológica, el avance del reciclaje mediante nuevas tecnologías y métodos de gestión también contribuye a la generación de empleo. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

Ahora bien, en materia de aprovechamiento de residuos sólidos, a pesar de ser pocas las experiencias documentadas, fue posible identificar que han desarrollado procesos

orientados a la valorización de residuos orgánicos y reciclables, en donde existen limitaciones principalmente asociadas a aspectos de infraestructura, capacidad técnica y tecnológica, y limitantes en el desarrollo normativo y legal, (Carrillo et al., 2020; Gamonal, 2020; Moreno Gómez & Viancha Rincón, 2019).

6. *Tratamiento*. Los residuos sólidos pueden ser sometidos a diversos procesos que generan beneficios significativos en términos técnicos, operativos, económicos y ambientales. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017). Estos procesos, conocidos como tratamientos previos a la disposición final, tienen como objetivo optimizar la gestión de los residuos y minimizar su impacto negativo en el medio ambiente, además de permitir la reincorporación de los materiales a procesos productivos, valorizar los residuos a través de generación de energía antes de ser dispuestos o la reducción del volumen o tamaño antes de su disposición final. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Económicamente, la aplicación de tratamientos previos puede generar ahorros significativos a largo plazo. Esto incluye la reducción de los costos de disposición final, el aumento de los ingresos por la venta de materiales reciclables y la posible generación de energía a partir de residuos orgánicos mediante procesos como la digestión anaeróbica. Es así como, el tratamiento pretende la valoración de los residuos al realizar operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

Existen diversas tecnologías para el tratamiento y valoración de residuos sólidos. Las técnicas mecánicas incluyen la clasificación, que separa los residuos según su valor económico o para un procesamiento posterior; la trituración, que reduce el tamaño y volumen

de los residuos, mezclándolos y homogeneizándolos; y la compactación, que densifica los residuos para reducir los espacios vacíos. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

En cuanto a las técnicas térmicas, la incineración implica una quema controlada a alta temperatura en equipos diseñados con dispositivos de control ambiental. Por otro lado, la pirólisis realiza una degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno o con una cantidad limitada del mismo, a temperaturas más bajas que la incineración, produciendo líquidos y gases de alto contenido energético con menos contaminación atmosférica. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

Las técnicas biológicas comprenden el compostaje aeróbico, adecuado para la estabilización de residuos, que genera agua, dióxido de carbono y calor como principales productos. Por otro lado, el tratamiento anaeróbico es crucial en la producción de metano, aunque es más lento y genera ácidos y gases, incluyendo algunos con mal olor y toxicidad.

Estas tecnologías ofrecen métodos efectivos para el manejo adecuado de los residuos sólidos, adaptándose a sus características específicas y contribuyendo a la reducción de impactos ambientales negativos. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

7. *Disposición final.* En el contexto latinoamericano, han sido desarrollados diversos estudios orientados a la localización adecuada de rellenos sanitarios, como es el caso de los estudios desarrollados en el año 2019 para el municipio de Tepic en México (Saldaña Durán & Nájera González, 2019), y los desarrollados para la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana en el departamento de Santander, Colombia (Sierra & Freddy León Reyes MEd, 2021).

En el caso colombiano, es de señalar que cerca del 70% de los municipios del territorio nacional, disponen sus residuos en rellenos sanitario de orden municipal y regional, no obstante solo cerca del 5% de los municipio del territorio nacional disponen de plantas para el aprovechamiento de residuos (Franco et al, 2018), siendo la disposición final, alternativa predilecta para el manejo de los residuos en Colombia (Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, 2021), a pesar de ser ésta la alternativa menos deseable del modelo de gestión integral de residuos sólidos (Anschütz et al., 2004).

Además, los diferentes conflictos e impactos sociales y ambientales que generan los rellenos sanitarios sobre sus áreas de influencia, las comunidades locales se oponen vehementemente al desarrollo de nuevos proyectos, e incluso a la operación de los existentes rellenos; por lo cual se hace más que necesario ajustar los sistemas de gestión, hacia la implementación de nuevas, que permitan el aprovechamiento y la transformación de residuos sólidos para su reincorporación a la cadena productiva (Franco et al, 2018).

Según estándares internacionales, algunos sitios de disposición en Colombia podrían compararse más con vertederos controlados que con rellenos sanitarios (DNP y BM, 2015), ya que muestran deficiencias en su gestión. Además, solo una pequeña proporción de estas instalaciones cuenta con sistemas para tratar lixiviados, y la práctica predominante es la recirculación. Por otro lado, carecen de sistemas para tratar biogás, lo cual es crucial para reducir la contaminación y mitigar el cambio climático. (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Finalmente, es pertinente señalar que se ha identificado que la forma como los residuos sólidos son gestionados por las administraciones locales, inciden directamente en la percepción de gestión y aprobación de la gestión municipal (Espinoza-Quispe et al., 2020);

motivo por el cual se hace necesario cada vez más, incorporar estrategias de educación ambiental y cultura ciudadana, que permitan que las comunidades asuman un rol activo dentro de la gestión de residuos sólidos (Bartra & Delgado, 2020; Salas et al., 2018).

5.2. Marco legal

Dada la necesidad de garantizar el desarrollo sostenible, que pueda garantizar los recursos naturales de las generaciones presentes y futuras, se han desarrollado diferentes normativas y leyes, con el fin de garantizar la calidad de vida ambiental en la población desde la regulación del marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. A continuación, se presenta de forma general, la normativa y regulación para el desarrollo de este proyecto.

- *Marco Internacional*

Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992. Conocida como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED), fue un evento que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil, se realizó con el fin de abordar los desafíos globales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Entre otras cosas, la Cumbre de la Tierra de 1992 produjo la Agenda 21, un plan de acción integral para el desarrollo sostenible que aborda una amplia gama de temas, entre ellos, el manejo integral de residuos sólidos como parte de mantener la calidad del medio ambiente y de la tierra y lograr el desarrollo sostenible y ecológicamente racional.

Además, se estableció que la gestión de residuos debe priorizar la reducción de su producción, fomentar el reciclaje y garantizar la recolección, tratamiento y disposición final apropiados, y se reconoció que cada país y ciudad debería desarrollar sus propios programas

adaptados a sus circunstancias locales y capacidades económicas para alcanzar estos objetivos. (Naciones Unidas, 2000).

Agenda 2030 - Objetivos de desarrollo sostenible. Colombia hace parte de los 196 países, que en 2015 se comprometieron con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Dicha agenda, contempla 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. El objetivo No. 11, está enfocado a *“Lograr las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles: reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.”* (Naciones Unidas, 2018). Asimismo, el *Objetivo No. 12 Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.*

- *Marco Nacional*

Constitución Política de Colombia (1991). En este se establece que: Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del Gobierno decide reservarse determinadas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las

personas que, en virtud de dicha ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991, art. 365).

Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, dentro de los cuales se encuentra el servicio público de aseo. (Congreso de Colombia, 1994).

Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, dispuestos a través del CONPES 3530. Establece los lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, los cuales permitirán a todos los actores involucrados encaminar sus acciones para fortalecer la prestación de este servicio, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos.

Dentro los objetivos específicos, se encuentra, generar un adecuado desarrollo y cumplimiento de la normatividad del servicio público de aseo, ajustar las condiciones técnicas para la ejecución de los proyectos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, mejorar el desarrollo empresarial en la prestación de los componentes del servicio público de aseo, propender por el desarrollo de esquemas financieros eficientes y promover el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento. (Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia, 2008).

Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible para el año 2010. Con el objetivo de “Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población”.(Ministerio de Ambiente, 2010).

Esta política está conformada por ocho (8) estrategias principales a través de las cuales se pretende cumplir el objetivo propuesto: Infraestructura sostenible, Regulación ambiental, Compras responsables, capacitación e investigación, cultura y autogestión, encadenamiento, Negocios verdes y la Gestión e integración de los diferentes actores (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial., 2010).

Decreto 1077 de 2015. Describe los aspectos generales en la prestación del servicio de aseo, así como disposiciones del Transporte y recolección de residuos aprovechable sino aprovechables. (Presidente de la República, 2015).

Decreto 596 de 2016. Tiene como propósito establecer el marco operativo para la actividad de aprovechamiento dentro del servicio público de aseo, así como establecer un régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio y las organizaciones relacionadas con esta labor. Este decreto busca definir las obligaciones que deben cumplir los recicladores de oficio y las organizaciones vinculadas a ellos durante el proceso de formalización, abarcando todo el territorio nacional. (Presidente de la República, 2016).

Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, dispuesta en el Documento CONPES 3874 de 2016. Tiene como objetivo “Implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático” (Departamento Nacional de Planeación, 2016). Asimismo, en este documento se incorpora el modelo de economía circular como eje transversal. Con este nuevo modelo se busca aumentar la eficiencia en el ciclo de producción y consumo, reduciendo el uso de los recursos y la producción de residuos al mínimo y agregándoles mayor valor a lo largo de su ciclo de vida con una continua reutilización.

Estrategia Nacional de Economía Circular de 2019. Que “propende por un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles, con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella hídrica y de carbono” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Comercio, 2019).

Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los plásticos de un solo uso. El cual tiene como objetivo “Implementar la gestión sostenible del plástico, a partir de instrumentos y acciones en prevención, reducción, reutilización, aprovechamiento, consumo responsable, generación de nuevas oportunidades de negocio, encadenamientos, empleos y desarrollos tecnológicos, con el fin de proteger los recursos naturales y fomentar la competitividad” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

El Plan de Desarrollo de Bucaramanga 2020-2023, Bucaramanga Ciudad de Oportunidades, “busca adelantar acciones para crear una ciudad vivible, sostenible y vibrante, una ciudad en la que sus habitantes sean felices, educados y se encuentren satisfechos con la oferta de bienes y servicios puesta a su disposición” (Alcaldía de Bucaramanga, 2020).

En este sentido, como lo describe Arboleda (2013) los planes de desarrollo están formulados bajo un diagnóstico que permite la definición de objetivos, metas y proyectos por sector económico.

Es así, como este proyecto se encuentra en el marco de las metas del Plan de Desarrollo de Bucaramanga, dentro de la Línea Estratégica: Bucaramanga sostenible, una

región con futuro, en el Componente: Bucaramanga, una eco-ciudad; Programa de Manejo Integral de residuos sólidos, impacto positivo en la calidad de vida. En este sentido, se establece como objetivo específico “Reducir la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización y fomento de la economía circular. (Alcaldía de Bucaramanga, 2020).

Además, en el marco de la gestión integral de residuos sólidos la Alcaldía de Bucaramanga (2020) a través del Plan de Desarrollo de Bucaramanga, proyecta continuar en el “proceso regional de búsqueda de un sitio para garantizar la disposición final de residuos sólidos, y la configuración de esfuerzos para el diseño y construcción de un parque tecnológico para el aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos” (Pág. 112).

Es importante destacar que, hasta la fecha actual, no se ha promulgado un nuevo plan de desarrollo para la ciudad de Bucaramanga que reemplace al plan vigente del periodo 2020-2023. Por lo tanto, el presente documento se alinea con dicho plan, el cual continúa siendo la línea base para las políticas y estrategias municipales.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – Municipio de Bucaramanga. El Decreto Nacional 1077 de 2015, determina que el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos -PGIRS es el instrumento de planeación que orienta el manejo adecuado de los residuos sólidos, en el marco de la prestación del servicio público de aseo en Colombia. (Artículos 2.3.2.1.1., numeral 40, 2.3.2.2.3.87 entre otros).

En este sentido, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos -PGIRS (2022) del Municipio de Bucaramanga, propone en sus objetivos “Asegurar la disposición final adecuada de los residuos sólidos” y “Fomentar el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos en el marco de la Economía Circular.

En él se desarrolla un programa específico de Aprovechamiento, y se propone un proyecto para una Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos con la finalidad de *implementar estrategias y acciones con los diferentes actores de la cadena del aprovechamiento para aumentar la capacidad técnica de las asociaciones de recicladores con el fin de generar procesos de reconversión comercial actual a industrial-trasformación dentro de la lógica de la economía circular. (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).*

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, Colombia Potencial Mundial de la Vida, busca “sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida, a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestra forma de relacionarnos con el ambiente, y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza” (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023), las cinco transformaciones que conforman el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 son: (a) Ordenamiento del Territorio Alrededor del Agua. (b) Seguridad Humana y Justicia Social. (c) Derecho Humano a la Alimentación. (d) Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática. (e) Convergencia Regional.

En lo relacionado con Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática, se identifica como un catalizador la Transición energética justa, segura, confiable y eficiente, en el cual uno de sus componentes es lograr Ciudades y hábitats resilientes. Para ello, se plantea el Uso eficiente de los recursos para el desarrollo de ciudades circulares, para lo cual “Se implementarán el Programa Basura Cero y la política de aprovechamiento en todo el país. La población recicladora y sus organizaciones serán protagonistas de este programa”

(Departamento Nacional de Planeación, 2023, Pág. 194.), con un enfoque en su inclusión social y económica progresiva. Además, se promoverá la eliminación de los vertederos a cielo abierto mediante la adopción de tecnologías que aporten a la sostenibilidad ambiental, social y económica. (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

En este contexto, el proyecto de construcción de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos en el Área Metropolitana de Bucaramanga se alinea directamente con la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática. Esto se debe a su enfoque en el aprovechamiento de recursos, la reducción de desechos y su contribución a la mitigación de impactos ambientales, promoviendo así una economía más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Plan de Desarrollo de Bucaramanga 2024-2027 Bucaramanga avanza segura, adoptado por el Acuerdo No 015 del 30 de abril de 2024, presenta una visión de territorio que busca construir un lugar seguro, sostenible y competitivo para mejorar la calidad de vida de las personas en Bucaramanga. En cuanto a la gestión integral de residuos sólidos, el plan contempla la construcción de una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio. Esta medida busca promover soluciones efectivas y sostenibles en la gestión de los residuos, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente y al bienestar de la población, como parte del programa “Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico” con el objetivo de “Promover esquemas que proporcionen soluciones efectivas y sostenibles en materia de acceso, continuidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento básico para la población de las zonas urbanas y rurales del Municipio de Bucaramanga”.

A continuación, se presenta de forma resumida la Tabla 1 presenta la matriz con la regulación relevante para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. *Matriz de resumen marco legal nacional*

Fecha expedición	Nombre del Documento	Contenido
4 de julio de 1991	Constitución Política de Colombia (1991).	La Constitución Política de Colombia de 1991 establece los principios fundamentales del Estado, como su carácter social de derecho, la soberanía del pueblo, la protección de los derechos humanos y la diversidad étnica y cultural
11 de Julio de 1994	Ley 142 de 1994.	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, dentro de los cuales se encuentra el servicio público de aseo
29 de agosto de 2008	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, dispuestos a través del CONPES 3530	Establece lineamientos y estrategias clave para fortalecer el servicio público de aseo dentro del marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Colombia
30 de diciembre de 2010	Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible para el año 2010.	Tiene como objetivo principal promover prácticas de producción y consumo que sean ambientalmente sostenibles, socialmente justas y económicamente viables.
26 de mayo de 2015	Decreto 1077 de 2015	Busca garantizar un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección ambiental, promoviendo prácticas y proyectos que contribuyan al bienestar social y al cuidado del medio ambiente.
25 de marzo de 2016	Decreto 596 de 2016	Establece disposiciones sobre el uso eficiente y sostenible del agua.
9 de junio de 2016	CONPES 3874 de 2016.	Establece lineamientos y estrategias para la implementación de la Política de Economía Circular en el país.
24 de julio de 2019	Estrategia Nacional de Economía Circular de 2019	Es un documento orientado a promover y desarrollar acciones concretas para la implementación de prácticas de economía circular en el país

Fecha expedición	Nombre del Documento	Contenido
2021	Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un Solo Uso en Colombia	Establecer herramientas para implementar una gestión sostenible del plástico, teniendo en cuenta la producción y el consumo responsable y la protección de los recursos naturales
10 de junio de 2020	El Plan de Desarrollo de Bucaramanga 2020-2023	Establecer los lineamientos estratégicos para el desarrollo social, económico y ambiental de la ciudad durante el período de gobierno 2020-2023.
24 de marzo de 2022	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – Municipio de Bucaramanga	Contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por el municipio de Bucaramanga para el manejo de los residuos sólidos y su aprovechamiento, fundamentando la política de gestión integral de los mismos, la cual se ejecutará durante un período determinado, su finalidad es garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos sólidos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal, evaluado a través de la medición permanente de resultados.
14 de junio de 2022	El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026	Documento que sirve de base y provee los lineamientos estratégicos de las políticas públicas formuladas por el Presidente de la República a través de su equipo de Gobierno
30 de abril de 2024	Plan de Desarrollo de Bucaramanga 2024-2027	Este plan establece una hoja de ruta estratégica para el desarrollo de la ciudad en los próximos cuatro años. El Plan de Desarrollo 2024-2027 se centra en diversas áreas clave que buscan mejorar la calidad de vida de todos los bumanguenses.

5.3. Marco geográfico

El Área Metropolitana de Bucaramanga, creada el 15 de diciembre de 1981 mediante ordenanza N.º. 020, está conformada por los municipios de Piedecuesta, Girón, Floridablanca y Bucaramanga, ubicados en la Provincia de Soto del departamento de Santander.

El Municipio principal es Bucaramanga, siendo la capital del departamento de Santander, con una población de 684.269 habitantes. Le sigue el Municipio de Floridablanca con una población de 341.365 habitantes. Por su parte Girón cuenta con 193.841 habitantes, y por último Piedecuesta con 188020 habitantes, para un total de 1.284.495 habitantes en

toda el área Metropolitana. La figura 4, presenta el número de habitantes de cada municipio, de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE.

Figura 4. Población Área Metropolitana de Bucaramanga

Municipios	Código DANE	N.Habitantes (2021) (hab)
Bucaramanga	68001	684269
Floridablanca	68276	341365
San Juan de Girón	68307	193841
Piedecuesta	68547	188020
Estimación de población realizada por el DANE ²		

Nota: Se presenta número de habitantes de los cuatro municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Tomado (DANE, 2021)

Además, la localización de la Estación de Clasificación y aprovechamiento está proyectada en un predio que cumple con los requisitos de uso del suelo, identificando un terreno propiedad del Municipio de Bucaramanga de aproximadamente 5000 m², que cumple con todos los requisitos urbanísticos necesarios para la construcción, con uso de suelo de carácter industrial. Este predio además se encuentra ubicado en proximidad del municipio de Girón y Floridablanca lo que ofrece una ubicación estratégica que permitirá facilitar la logística y operación de la ECA.

5.4. Estado del arte

Para el desarrollo de este apartado, se realizó una revisión bibliográfica y documental centrada en investigaciones y estudios desarrollados en el contexto de América Latina especialmente orientados hacia en el ámbito del aprovechamiento y Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) durante el periodo comprendido entre 2017 y 2024; la relación integral de los documentos consultados para la elaboración del presente estado del arte se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. *Revisión bibliográfica de documentos para la identificación de las principales tendencias latinoamericanas para el manejo y aprovechamiento de residuo sólidos urbanos.*

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2017	Informe	United Cities and Local Governments (UCLG)	Cuarto Informe Mundial sobre la Descentralización y la Democracia Local	Informe de carácter internacional que presenta como ha sido el desarrollo e implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París y la Nueva Agenda Urbana en el contexto de Áreas Metropolitanas, Ciudades Intermedias Pequeñas ciudades y municipios rurales, en donde incluyen apartes relacionados con el enfoque y perspectiva de la gestión de residuos sólidos en cada contexto. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017)
2018	Libro	Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)	Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina	Informe con alcance de aplicación en América latina y el Caribe, en el que se identifican tecnologías y alternativas aplicadas en países desarrollados para la gestión de residuos, con potencial para ser aplicadas en América Latina. Dentro de estas tecnologías se encuentran el compostaje, la digestión anaerobia (digestores), la conversión de residuos en energía (WTE) y los sistemas de reciclaje eficientes(Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF), 2018)

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2018	Informe	Ambiente, ONU Medio	Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe	Informe con Alcance Regional para América Latina y el Caribe, en el que se analiza la situación de los residuos en la región, destacando desafíos y oportunidades. Se presentan aspectos asociados a la generación, recolección, y tratamiento de residuos, proponiendo políticas sostenibles y mejores prácticas. También enfatiza la necesidad de una gestión integral y la cooperación regional para reducir impactos ambientales y mejorar la calidad de vida.(ONU Medio Ambiente, 2018)
2018	Artículo de Investigación	Valderrama Ocoró, María Fernanda; Chavarro Guzmán Luz Elena; Osorio Gómez, Juan Carlos; Peña Montoya, Claudia Cecilia.	Estudio dinámico del reciclaje de envases PET en el Valle del Cauca	Estudio realizado en el contexto Colombiano, en el que se presenta un análisis de los efectos asociados al incremento en la tasa de reciclaje de PET, en el cual se identificó a través de una simulación que el mejoramiento en las prácticas de aprovechamiento de este material puede tener efectos positivos sobre la extensión de la vida útil del relleno sanitario "El Guayabal", así como la reducción en la generación de CO2 a la atmósfera (Valderrama Ocoró et al., 2018).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2019	Artículo de Investigación	Quinteros, Rubén Alcocer; Muñoz, Omar Cevallos; González, José Knudsen	Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el Cantón de Quevedo, Ecuador	Estudio que presenta un modelo matemático multiobjetivo como herramienta para el mejoramiento de la gestión integral del proceso de recolección y gestión de residuos sólidos, en el contexto de Ecuador, desarrollado con el fin de minimizar el costo, reducir el impacto ambiental y maximizar la satisfacción de los usuarios (Alcocer Quinteros et al., 2019).
2019	Artículo de Investigación	Moreno Gómez, Davis Saul; Viancha Rincón, Liliana Teresa	Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare	Trabajo de grado que presenta el estado actual y alternativas para el aprovechamiento de residuos sólidos en un municipio del departamento de Casanare, en donde se identifican como alternativas potenciales el desarrollo de plantas de compostaje y alternativas para la transformación del plástico, y medidas como la selección almacenamiento y comercialización para el aprovechamiento de residuos como papel, cartón y metales (Moreno Gómez & Viancha Rincón, 2019).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2019	Artículo de Investigación	Borrero, María del Pilar Osorio	Determinantes socioeconómicos del reciclaje en La Paz, Bolivia: un análisis de política pública	Estudio que presenta un análisis de la incidencia de diferentes factores de tipo socioeconómico que inciden en el proceso de reciclaje en el contexto La Paz, Bolivia; dentro de los resultados se identificó que dentro de los criterios de mayor incidencia se encuentran, el grado de escolaridad, la participación en programas alternativos ambientales y el grado de riqueza (Osorio Borrero, 2019).
2020	Artículo de Investigación	Gómez Sotelo, Laura Daniela	Desafíos y Oportunidades en la gestión de residuos hacia una economía circular; una revisión del estado del arte hacia la comparación del desempeño de América Latina y el Caribe (ALC) y la Unión Europea (UE)	A partir de un análisis bibliométrico que cubrió cerca de 490 estudios relacionados con la evolución del campo de la economía circular, el estudio presenta una comparación entre el contexto de América latina y el Caribe y la Unión Europea en lo concerniente a la gestión de residuos sólidos, así como los desafíos y oportunidades en el marco de la transición hacia un modelo de economía circular (Gómez Sotelo, 2020).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2020	Artículo de Investigación	Gamonal, Gianela	Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - Provincia de Lambayeque - Departamento de Lambayeque	Estudio que describe las características de diseño empleadas para una propuesta de infraestructura para el aprovechamiento de residuos en la Provincia de Lambayeque, Perú, como alternativa para enfrentar las problemáticas derivadas de la inadecuada gestión de residuos sólidos municipales, fomentando el reciclaje y comercialización de residuos inorgánicos (Gamonal, 2020).
2020	Artículo de Investigación	Sánchez-Muñoz, María del Pilar; Cruz-Cerón, José Gabriel; Maldonado-Espinel, Paula Carolina	Urban solid waste management in Latin America: An analysis from the perspective of waste generation	Estudio a través del cual se analizó la generación residuos sólidos durante el periodo comprendido entre 2007 y 2014 en nueve ciudades latinoamericanas (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Río de Janeiro, Región Metropolitana de Santiago, Bogotá D. C., Medellín y Lima Metropolitana) y su correlación con variables como el ingreso per cápita y la tasa de cobertura escolar (Sánchez-Muñoz et al., 2020).
2020	Artículo de Investigación	Posada, Enrique	Perspectives Of Project Engineering In The Disposal Of Solid Waste In Colombia And Possibilities Of Energy Use And Valuation	Estudio que presenta herramientas para el análisis de tipo conceptual para el estudio de alternativas de tratamiento y manejo de residuos en Colombia, a partir de los errores cometidos en el

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
				contexto histórico del Valle de Aburra (Posada, 2020).
2020	Artículo de Investigación	Carrillo, Sthephanie; González, Melitza; De la Cruz Cabrera, Vera	Manejo y Disposición de residuos sólidos en la comunidad de Portobelo	Estudio que presenta la problemática de manejo y disposición de residuos sólidos en la comunidad turística de Portobelo, Colon, en donde prevalecen residuos potencialmente reciclables, identificando medidas potenciales a implementar para promover cambios de hábitos que favorezcan el aprovechamiento de residuos sólidos (Carrillo et al., 2020).
2021	Informe	Universidad Nacional de Colombia	Gestión de residuos sólidos en América Latina: ¿hacia una economía circular?	Publicación que presenta las técnicas y tecnologías que están siendo aplicadas en América Latina, para la gestión integral de residuos sólidos, dentro de los principales aspectos presentados, registra que en Argentina, Brasil, Ecuador, El Salvador, Colombia, México, Perú y Uruguay, existen instalaciones para el aprovechamiento del biogás generado en los vertederos, así como la presencia de plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos, incineración y reciclaje a través de separación mecánica (Universidad Nacional de Colombia, 2021b).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2021	Artículo de Investigación	Ramírez, Angie Tatiana Ortega; Maldonado, Diego Fernando Marín; Castro, Nelly Elmira	Problems of Generation, Disposal, and Treatment of Solid Waste in the Municipality of Quibdó, Colombia	Estudio en el que se describe la problemática, retos en el municipio de Quibdó, Colombia, en relación con la gestión, manejo y tratamiento de residuos sólidos; dentro de los resultados, presenta como alternativas el aprovechamiento de residuos, para lo cual plantea la promoción de estrategias de educación ambiental y fortalecimiento en la separación en la fuente, a fin de mejorar la recuperación y comercialización de materiales reciclables (Ortega Ramírez et al., 2021).
2021	Artículo de Investigación	Menéndez, María B. Muñoz-; Contreras-Moya, Ana Margarita; Errero, Ronaldo Francisco Santos-; Rosa-Domínguez, Elena R.; Ferrer, Teresa Cárdenas	Evaluación técnica, económica y ambiental de una propuesta para la gestión de los residuos sólidos urbanos en Manta, Ecuador	Estudio desarrollado con el fin de evaluar técnica, económica y ambientalmente un proceso de digestión anaerobia como alternativa para la gestión de residuos sólidos en el contexto del Manta, Ecuador; dentro de los resultados se resalta la contribución con la reducción de impactos ambientales en materia de reducción de emisiones y resulta bajo los supuestos empleados, financieramente factible (Muñoz- Menéndez et al., 2021).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2022	Informe	Instituto de Investigación Económica Aplicada – ipea	Gobernanza metropolitana en América Latina un panorama de las experiencias contemporáneas desde una perspectiva comparada	Informe que presenta los resultados de un estudio comparativo realizado en entre Argentina, Brasil, México, Venezuela, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, frente a la gestión y la gobernanza de las áreas metropolitanas de sus respectivos países (Instituto de Investigación Económica Aplicada – ipea, 2022).
2022	Artículo de Investigación	Raza-Carrillo, Diego; Acosta, Jhoselyn	Environmental planning and recycling of solid urban waste	Estudio realizado a partir de datos publicados por el Banco Mundial, en el que se comparó el porcentaje de residuos reciclados en ciudades que cuentan con planes para la gestión de residuos, en relación con aquellas ciudades que no cuentan con este tipo de planes, evidenciando la importancia de la planificación en el contexto de la gestión integral de residuos sólidos (Raza-Carrillo & Acosta, 2022).
2023	Artículo de Investigación	Trelles-Díaz, Víctor Manuel; Valiente-Saldaña, Yoni Mateo; De-Valladolid-Martínez, Jucyla Betsabe Geraldine	Gestión de residuos sólidos para elaborar proyectos de inversión	Investigación de carácter descriptivo, en la que se realizó un análisis sistemático de 18 artículos relacionados la gestión de residuos sólidos, a fin de incorporar elementos dentro de la elaboración de proyectos de inversión que permitan la participación del sector privado en el desarrollo de estrategias

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
				para el aprovechamiento de residuos (Trelles-Díaz et al., 2023).
2023	Artículo de Investigación	Angelo, Sonia Gau; Rossi, Esther Mayara Zamboni	Plastic recycling in Uruguay: realities and complexities	Estudio que exhibe la realidad del reciclaje y aprovechamiento de productos plásticos en el contexto uruguayo desde un enfoque antropológico, en el que se identifica la necesidad de articular a todos los integrantes de la cadena de valor de este material en torno a la producción y consumo responsable del mismo, así como la necesidad de avanzar en el desarrollo de inventivos y normas efectivas (Angelo & Rossi, 2023).
2023	Artículo de Investigación	Herrera-Uchalin, Marilia Ghardenny; Valiente-Saldaña, Yoni Mateo; Garibay-Castillo, Julio Víctor; Herrera-Cherres, Santos	Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica	Revisión sistémica elaborada en torno al manejo y gestión de residuos sólidos municipales con el objetivo de diagnosticar y evaluar el impacto de los residuos sólidos en diversas ciudades y sectores económicos (Herrera-Uchalin et al., 2023).

Año de publicación	Tipo de Documento	Autor/Autores	Título	Descripción
2023	Artículo de Investigación	Rosa, Jair Alfredo Juárez de la; Martínez, Haidi Medina; González, Paul Taboada; Virgen, Quetzalli Aguilar; Benavides, Liliana Márquez	Gobernanza ambiental en la gestión de residuos sólidos de los municipios en Oaxaca, México	Estudio realizado en el contexto de la región de Oaxaca, México, con el fin de evaluar el modelo de gobernanza ambiental en la gestión de residuos sólidos, en el que se evidenciaron elementos que limitan la gobernanza, como la falta de políticas públicas, la limitada capacidad financiera y administrativa del estado, y la ausencia de planeación en los modelos de gestión (Juárez de la Rosa et al., 2023).

Esta revisión tuvo como propósito identificar estrategias técnicas teóricas y procedimientos que contribuyen con el manejo, aprovechamiento y gestión de los residuos sólidos urbanos en el contexto latinoamericano; por consiguiente, resulta pertinente tomar como punto de partida, los resultados del estudio desarrollado (Herrera-Uchalin et al., 2023), a través del cual se realizó una revisión sistémica en torno al manejo de residuos sólidos en la gestión municipal, analizando los componentes básicos, estructura metodológica y resultados de 25 estudios desarrollados durante el periodo comprendido entre 2017 y 2021 publicados en revistas indexadas, y considerados pertinentes para el análisis efectuado por los autores.

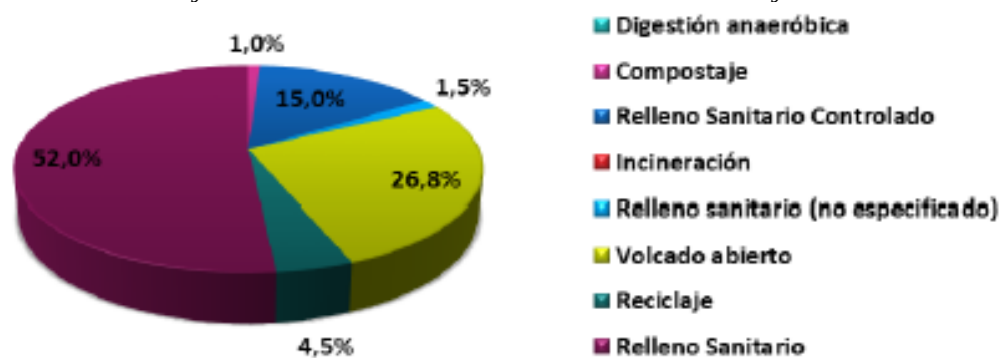
De los resultados de esta revisión sistémica, es posible inferir que la investigación frente a esta temática, se ha concentrado en los últimos años, principalmente en torno al diagnóstico del procesamiento y manejo de residuos sólidos que se generan en entornos municipales (Herrera-Uchalin et al., 2023), en su mayoría compuestos por plásticos, papel, vidrio, metales y materia orgánica; donde el aprovechamiento en las plantas de manejo de residuos, en la actualidad resulta deficiente a raíz de diferentes causas, dentro de las que se encuentran la insuficiente capacidad de los gobiernos para apoyar financieramente el desarrollo de alternativas viables, la falta de cultura ciudadana, la ausencia de políticas claras la incorporación en la normativa de exigencias difíciles de cumplir, entre otros aspectos.

Esto resulta consistente, con lo reportado por la Organización Mundial de Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU), entidad que afirma en el *Cuarto Informe Mundial sobre la Descentralización y la Democracia Local. Co-creando el futuro urbano. La agenda de las metrópolis, las ciudades y los territorios*, que de manera general en los entornos urbanos, todavía prevalece el enfoque tradicional de recolectar, transportar y disponer los

residuos fuera de las zonas urbanas, pues son muy pocos los países que cuentan con instalaciones formales para separar y reciclar los residuos como mecanismo de transición hacia un modelo de economía circular que permita mitigar los efectos sociales, ambientales y económicos que se derivan de la inadecuada gestión de residuos sólidos (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

De hecho, en su estudio denominado *“Desafíos y Oportunidades en la gestión de residuos hacia una economía circular; una revisión del estado del arte hacia la comparación del desempeño de América Latina y el Caribe (ALC) y la Unión Europea (UE)”* (Gómez, 2020) ; el autor afirma que en la actualidad más de la mitad de los residuos en el contexto latinoamericano, se gestionan en rellenos sanitarios con ciertas medidas de control ambiental, alrededor del 27% de los residuos se eliminan mediante vertido abierto, seguido de cerca del 15% que se disponen en rellenos sanitarios no controlados; mientras que técnicas como el reciclaje y el compostaje, empiezan a emerger como prácticas comunes en la región, con algunas ciudades que ya implementan programas de reciclaje, tal como se evidencia a continuación en la figura 5, que presenta alternativas de eliminación y tratamiento de residuos en América Latina y el Caribe.

Figura 5. Eliminación y tratamiento de residuos en America Latina y el Caribe



Tomado (Gomez, 2020, p 12.)

Asimismo, el autor logró identificar que, con el paso del tiempo y la experiencia acumulada en la implementación constante de políticas públicas, los países desarrollados, han logrado integrar sistemas de gestión donde la proporción de residuos destinados a rellenos sanitarios ha disminuido considerablemente en comparación con otros métodos de tratamiento, (Gómez, 2020). Este hallazgo, guarda concordancia con los resultados de la simulación efectuada por (Valderrama Ocoró et al., 2018), a través de la cual fue posible evidenciar que el aumento en el aprovechamiento de residuos como el PET, contribuye con el incremento de la vida útil de los rellenos, y la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

Debido al grado de desarrollo en la región de América Latina, ante la aparente igualdad de condiciones entre los países que conforman la región, como lo exhibe el estudio realizado por (Naciones Unidas & Instituto de Investigación Económica Aplicada -ipea, 2022), en el cual se comparó la gestión y la gobernanza de las áreas metropolitanas de Argentina, Brasil, México, Venezuela, Chile, Colombia, Ecuador y Perú; se hace evidente la necesidad de avanzar, hacia la implementación de estrategias y medidas que permitan el aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, para lo cual será necesaria la articulación efectiva entre políticas, entidades locales y centrales y la comunidad (ONU Medio Ambiente, 2018), pues la ausencia de modelos de gobernanza efectiva en los sistemas de gestión de residuos sólidos, en el contexto de América Latina, se convierte en una limitante importante para el desarrollo y evolución de sistemas de gestión integral de residuos sólidos (Juárez de la Rosa et al., 2023).

De este modo, ante el contexto actual de la situación económica y política los países de América Latina y el Caribe, el Banco de Desarrollo de América Latina, señala que los

países de la región presentan una oportunidad propicia para la implementación de tecnologías destinadas a la gestión de residuos, en su publicación titulada “*Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*”, (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018). De manera que fueron identificadas tecnologías y alternativas aplicadas en países desarrollados, con potencial para ser aplicadas en América Latina para la gestión de residuos.

Dentro de estas tecnologías se encuentran el compostaje, la digestión anaerobia (digestores), la conversión de residuos en energía (WTE) y los sistemas de reciclaje eficientes. (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018).

Complementando lo identificado por el Banco de Desarrollo de América Latina, el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia, en su publicación titulada “*Debates Gobierno Urbano - Gestión de residuos sólidos en América Latina: ¿hacia una economía circular?*”, presenta que en Argentina, Brasil, Ecuador, El Salvador, Colombia, México, Perú y Uruguay se aprovecha el biogás para obtener energía. De otra parte, la producción de compost se realiza en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, México y Panamá, aunque enfrenta obstáculos como la inadecuada definición de mercados, altos costos de operación y transporte, y la mala calidad del producto (Universidad Nacional de Colombia, 2021).

De igual forma, fue posible establecer que plantas para el tratamiento mecánico-biológico, que incluye procesos como el biosecado, la producción de compost o la digestión anaerobia, se encuentran presentes en Argentina, mientras que tecnologías como la digestión anaerobia, a pesar de sus altos costos de operación, también se encuentra en México y en varios otros países de la región. Asimismo, se identificó que en las islas del Caribe como

Martinique, St. Barth y Bermuda, se lleva a cabo la incineración, una tecnología costosa usada principalmente para residuos industriales y biológicos. (Universidad Nacional de Colombia, 2021).

De otra parte, en la mayoría de los países de América Latina, para el aprovechamiento de residuos se emplean diversas tecnologías para la recuperación de materiales. En este sentido, en las zonas urbanas de varios países de la región, utilizan la separación mecánica con banda transportadora, donde el personal separa manualmente los materiales valorizables. (Universidad Nacional de Colombia, 2021a).

Ahora bien, en cuanto a los sistemas eficientes de reciclaje conviene resaltar que el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) señala que, si bien pueden resultar una alternativa costosa, ofrecen ventajas valiosas, ya que requieren menos terreno en comparación con los rellenos sanitarios; además, las nuevas políticas ambientales favorecen la recuperación de recursos en lugar de su disposición en rellenos. Asimismo, el compostaje es una alternativa viable, dado que el costo de implementación de la tecnología es favorable, siempre y cuando se logre realizar la separación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos orgánicos. (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018).

Es evidente entonces que la gestión de residuos sólidos en América Latina está avanzando, pero aún se requieren mejoras significativas, por lo cual se plantean algunas recomendaciones como la implementación de la recolección selectiva y el desarrollo de equipamientos adecuados para el aprovechamiento y tratamiento de residuos, que vaya de la mano de estrategias para sensibilizar y capacitar a los generadores, a fin de lograr una correcta clasificación de residuos, fomentando así el aprovechamiento de estos e incentivando el uso

de tecnologías limpias, adaptándolas según el tamaño de la ciudad. (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018).

Para el caso colombiano, fue posible establecer que la población que realiza la actividad del reciclaje se encuentra en proceso de formalización desde el 2016, donde únicamente se remuneraba a los recicladores en la ciudad de Bogotá. Posteriormente, en 2017, esta práctica se extendió a 8 municipios, y para 2019 ya abarcaba un total de 87 municipios.

Actualmente, según cifras de la Superintendencia de Servicios Públicos, hay 699 inscritos, de los cuales 613 se identifican como organizaciones de recicladores que reportan casi 47,000 miembros, sin embargo, la verificación de esta información resulta difícil. (Parra, 2021). Y a pesar de que el país cuenta con 1141 estaciones de clasificación y aprovechamiento, los municipios no tienen como garantizar la infraestructura necesaria para presentar un servicio eficiente de aprovechamiento (Universidad Nacional de Colombia, 2021).

En la capital del país la tasa de aprovechamiento está aproximadamente en el 30%, en ciudades como Medellín y Cali apenas alcanzan el 6% y el 4%, respectivamente. Estos resultados evidencian la necesidad de continuar adelantando esfuerzos para reducir la cantidad de residuos que llegan a los sitios de disposición final. Además, se identifica que no existen suficientes avances en ciencia, tecnología e innovación que permita aumentar el aprovechamiento (Sánchez, 2021).

Además, se hace necesario el establecimiento de micro rutas de aprovechamiento en las ciudades, distribuidas por tipo de residuos (no aprovechables, aprovechables secos y orgánicos), sin embargo, se destaca que la falta de empresas de compostaje gestionadas por

el gobierno agrava el problema de los residuos orgánicos en el país, y que las experiencias exitosas en este ámbito son escasas. (Universidad Nacional de Colombia, 2021).

A pesar de ser pocas las experiencias documentadas en el contexto latinoamericano, frente a los procesos orientados al aprovechamiento y valorización de residuos orgánicos y reciclables, fue posible identificar que han desarrollado procesos por (Carrillo et al., 2020; Gamonal, 2020; Moreno Gómez & Viancha Rincón, 2019); en los que se identifica que persisten limitaciones principalmente asociadas a aspectos de infraestructura, capacidad técnica y tecnológica, y limitantes en el desarrollo normativo y legal.

Además, la adecuada gestión del reciclaje y promoción de la Responsabilidad Extendida del Productor es fundamental para una gestión adecuada de los residuos sin embargo resulta crucial la infraestructura de transporte, recolección, recuperación y re-venta para el éxito de estas medidas. Asimismo, la participación ciudadana y del sector privado en la planificación y ejecución de la gestión de residuos de vital para el éxito de estas alternativas. (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018).

Finalmente, aplicar principios ambientales internacionales como precaución, prevención, "quien contamina paga" y la responsabilidad extendida del productor es fundamental para una gestión de residuos aceptada y efectiva, así como crear sistemas robustos de recolección de datos permitirá mejorar la gestión de residuos y evaluar la efectividad de las estrategias implementadas, contribuyendo a una gestión más sostenible y eficiente. (Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018).

6. Análisis de Interesados -Involucrados

En este apartado, se realiza el análisis de interesado o involucrados quienes son los diferentes actores o grupos que de alguna forma están relacionados con la operación y procesos de las Estaciones de Clasificación y aprovechamiento, de acuerdo con su estructura organizacional y funcionamiento. Este análisis, tiene como fin identificar grupos que de forma directa o indirecta estén involucrados con el problema, con el fin de tener en cuenta los intereses, potencialidades y limitaciones. (Arboleda, 2013).

De forma general, los recicladores de oficio no formales, las cooperativas de reciclaje en proceso de formalización y la ciudadanía en general del Área Metropolitana de Bucaramanga a través de la articulación entre los diferentes actores y las Administraciones Municipales, hacen parte del grupo de interesados. Además, se involucra el sector ambiental, al incorporar procesos sostenibles por la capacidad de recuperación de residuos; e involucra el sector económico, con las ventajas económicas que trae la reincorporación de materias al ciclo productivo de la economía circular.

En este sentido, se detallan a continuación los interesados que deben ser tenidos en cuenta por el impacto durante el ciclo de vida del proyecto.

- *Usuarios del Servicio Público de Aseo.* Se refieren a la sociedad civil o entidades que utilizan el servicio público de aseo. Estos usuarios pueden pertenecer a diversos sectores, incluyendo el residencial, comercial, educativo, industrial e institucional, cada uno con sus propias necesidades y características específicas en relación con la gestión de residuos.

- *Personas o Empresas que prestan Servicio Público de aseo para el Área Metropolitana de Bucaramanga.* Son entidades encargadas de la prestación del servicio público de aseo para el Área Metropolitana de Bucaramanga. Su objeto puede abarcar desde la recolección de los residuos en los hogares, empresas y lugares públicos, hasta su transporte, tratamiento, aprovechamiento, disposición final entre otras etapas que comprende la gestión integral de residuos.
- *Recicladores de Oficio.* Persona natural que realiza de manera habitual las actividades de recuperación, recolección, transporte, o clasificación de residuos sólidos para su posterior reincorporación en el ciclo económico productivo como materia prima; que deriva el sustento propio y familiar de esta actividad. (Presidente de la República, 2016).
- *Organización de Recicladores de Oficio Formalizados.* Organizaciones que, en cualquiera de las figuras jurídicas permitidas por la normatividad vigente, incluyan dentro de su objeto social la prestación del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, se registren ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y estén constituidas en su totalidad por recicladores de oficio.
- *Comercializadores de residuos aprovechables.* Se refieren a entidades o individuos que se dedican a la adquisición, procesamiento y venta de materiales recuperados o reciclados provenientes de residuos sólidos. Estos comercializadores actúan como intermediarios entre los generadores de residuos y los procesadores o industrias que transforman esos materiales en nuevos productos. Su función principal es facilitar el flujo de materiales reciclables en el mercado, contribuyendo así a la reducción de residuos y al aprovechamiento sostenible de recursos.

- *Sector productivo.* Se refiere al sector con actividades económicas que se dedican a producir bienes o servicios, utilizando materiales provenientes de actividades de aprovechamiento, como materias primas para la elaboración de sus productos.
- *Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios.* La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, también conocida como Superservicios, es un organismo técnico establecido por la Constitución Política de Colombia en 1991. Por mandato del Presidente de la República de Colombia, se encarga de la inspección, vigilancia y control (IVC) de las empresas que proveen servicios públicos domiciliarios. A través de sus funciones de IVC, garantizan que los servicios públicos domiciliarios se ofrezcan con calidad, eficiencia y sostenibilidad, con el propósito de mejorar la vida de la población. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios supervisa el correcto funcionamiento de la prestación de servicios públicos, incluyendo el aseo y el servicio de aprovechamiento, que se considera actividad complementaria del servicio público de aseo. (Presidente de la República, 2016).
- *Autoridad Ambiental - Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB.* Se trata de una entidad corporativa independiente establecida por la Ley 99 de 1993, de carácter público, que mantiene relaciones con los niveles nacional, departamental y municipal. Está conformada por las entidades territoriales que, debido a sus características geográficas, integran un mismo ecosistema o comparten una unidad geopolítica, biogeográfica o hidro geográfica. En el caso específico de Bucaramanga, esta entidad se conoce como la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

- *Municipios del área Metropolitana de Bucaramanga.* Los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta que conforman el área metropolitana de Bucaramanga son entidades territoriales y gubernamentales. Cada municipio, posee su propio gobierno local encargado de administrar los asuntos públicos y servicios básicos dentro de su jurisdicción, como educación, salud, transporte, infraestructura y gestión de residuos, entre otros. Estas entidades trabajan en conjunto en varias áreas de interés común para promover el desarrollo integral y la calidad de vida de los habitantes del área metropolitana.
- *Gobernación de Santander.* La Gobernación de Santander es la entidad gubernamental encargada de administrar y ejecutar políticas públicas a nivel regional en el departamento de Santander, Colombia. Sus responsabilidades incluyen la gestión integral del territorio, el cumplimiento de normativas ambientales y urbanísticas, y el apoyo al desarrollo socioeconómico sostenible de la región.
- *Propietarios de predios contiguos al lugar de construcción.* Dueños de las propiedades adyacentes al sitio donde se llevará a cabo la construcción o proyecto específico.
- *Organizaciones Ambientales.* Son entidades dedicadas a la conservación del medio ambiente, la promoción de prácticas sostenibles y la educación ambiental. Estas organizaciones juegan un papel crucial en el desarrollo de estrategias y proyectos que fomenten el desarrollo sostenible en la región. Además, colaboran en la divulgación y difusión de proyectos, asesorando sobre prácticas ambientales responsables y sensibilizando a la comunidad sobre la importancia de la protección del entorno natural.

Con el fin de comprender la diversidad de roles, intereses y niveles de influencia que cada parte interesada aporta con relación al proyecto en cuestión, la tabla 3 desglosa los diferentes actores involucrados en el desarrollo y ejecución del proyecto. Además, se detalla el *interés o expectativa* de acuerdo con los resultados esperados por cada actor, la *contribución o gestión* y la *posición* teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

Beneficiario entendido como “individuos u organizaciones que recibirán de manera directa los bienes y servicios previstos en la alternativa de solución”. *Cooperante* entendido como “todas aquellas personas o entidades que pueden vincularse aportando recursos de diferente tipo, ya sea en dinero o en especie para el desarrollo de dichas intervenciones” (Departamento Nacional de Planeación, 2023)

Tabla 3. *Categorización de Interesados del Proyecto*

Actor / Grupo de Actores	Interés o Expectativa	Contribución o Gestión	Posición
Usuarios del Servicio Público de Aseo:	Acceso a un servicio de gestión de residuos eficiente donde se garantice que el material separado en la fuente sea efectivamente aprovechado, tratado y reincorporado.	Pago oportuno por los servicios recibidos, separación adecuada de residuos para facilitar su recolección y tratamiento	Cooperante Beneficiario
Personas o Empresas que prestan Servicio Público de aseo para el Área Metropolitana de Bucaramanga	Prestación de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos de manera eficiente y conforme a regulaciones ambientales	Mantenimiento y mejora continua de la infraestructura y procesos de gestión de residuos, cumplimiento de normativas ambientales	Cooperante
	Obtener ingresos económicos a través de la recolección y clasificación de residuos aprovechables y mejora	Realización de actividades de recuperación y clasificación de residuos de manera	Cooperante Beneficiario

Actor / Grupo de Actores	Interés o Expectativa	Contribución o Gestión	Posición
Recicladores de Oficio	de condiciones técnicas en la operación	segura y responsable, cumplimiento de normativas laborales	
Organización de Recicladores de Oficio Formalizados:	Obtener ingresos económicos a través de la tarifa de aprovechamiento y mejora de condiciones técnicas en la operación	Formalización de procesos y actividades, acceso a recursos y apoyo institucional, cumplimiento de requisitos legales y administrativos	Cooperante Beneficiario
Comercializadores de residuos aprovechables:	Obtener y procesar materiales reciclables para su venta	Facilitar el flujo de materiales reciclables en el mercado, asegurar la calidad de los materiales, cumplimiento de regulaciones comerciales	Cooperante Beneficiario
Sector productivo	Acceso a materias primas para la producción	Aprovechamiento de materiales reciclados en sus procesos productivos, apoyo al desarrollo de economía circular, cumplimiento de regulaciones ambientales	Beneficiario
Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios	Supervisar la prestación de servicios públicos de calidad, eficiencia y sostenibilidad	Supervisión y control de la prestación de servicios públicos de aseo, promoción de buenas prácticas, sanción en caso de incumplimientos	Cooperante
Autoridad Ambiental Corporación Autónoma Regional para la	Protección y conservación del medio ambiente	Formulación y aplicación de políticas ambientales, gestión integral de residuos,	Cooperante

Actor / Grupo de Actores	Interés o Expectativa	Contribución o Gestión	Posición
defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB		monitoreo y control de impactos ambientales	
Municipios del área Metropolitana de Bucaramanga.	Garantizar la Gestión Integral de Residuos solidos	Gestión de servicios públicos, planificación urbana y territorial, promoción de la participación ciudadana, colaboración intermunicipal	Cooperante
Gobernación de Santander	Desarrollo de proyectos de sirvan como referencian nacional, o internacional	Articulación para la cooperación y replicabilidad del proyecto en otros municipios	Beneficiario Cooperante
Propietarios de predios contiguos al lugar de construcción	Valorización de los predios contiguos debido al desarrollo urbanístico en la zona industrial	Participación en acuerdos de mitigación de impactos y desarrollo de estudios de tráfico.	Beneficiario Cooperante
Organizaciones Ambientales	Desarrollo es estrategias y proyectos que permitan el desarrollo sostenible en la región	Divulgación y difusión del proyecto, asesoramiento en prácticas sostenibles y sensibilización comunitaria.	Cooperante

6.1. Valoración de las expectativas vs fuerzas de los interesados.

En este apartado, se valoran las expectativas con relación a las fuerzas de los interesados, lo cual permite estimar la fuerza de cada actor en términos de su poder e interés en ejercerlo. Así, se define la importancia o prioridad de cada interesado en referencia a su

capacidad de incidencia en el problema o su resolución. A continuación, la tabla 4 presenta la escala de valoración.

Tabla 4. *Escala numérica de valoración de expectativas vs fuerzas de los interesados*

Escala Numérica	Valoración de interés o fuerza	Descripción
1	Bajo	Este nivel se asigna a interesados cuyo impacto o influencia en el proyecto es percibido como mínimo o insignificante, de baja prioridad o que tienen poca capacidad para afectar el resultado final.
2	Medio	Interesados que tienen un nivel de influencia, impacto o compromiso moderado en el proyecto, cuyos intereses son importantes, pero no críticos para el éxito del proyecto.
3	Alto	Este nivel se asigna a interesados cuyo impacto, influencia o interés se percibe como crucial para el éxito del proyecto, cuyos intereses son fundamentales para la viabilidad o aceptación del proyecto.

De acuerdo con esta valoración, a continuación, la **Tabla 5.** Matriz de expectativas vs fuerza, presenta la importancia para el proyecto, la fuerza para defender los intereses y el resultado obtenido mediante el cálculo matemático de la multiplicación de la escala numérica asignada a la importancia para el proyecto y la fuerza para defender intereses.

Tabla 5. *Matriz de expectativas vs fuerza.*

Actor / Grupo de Actores	Interés / Expectativa	Importancia para el Proyecto (A)	Fuerza para defender Intereses (B)	Resultante (AxB)
Usuarios del Servicio Público de Aseo	Acceso a un servicio de gestión de residuos eficiente donde se garantice que el material separado en la fuente sea efectivamente aprovechado, tratado y reincorporado.	3 Alta	2 Media	6
Personas o Empresas que prestan Servicio Público de aseo para el Área Metropolitana de Bucaramanga	Prestación de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos de manera eficiente y conforme a regulaciones ambientales	3 Alta	1 Baja	3
Recicladores de Oficio	Obtener ingresos económicos a través de la recolección y clasificación de residuos aprovechables y mejora de condiciones técnicas en la operación	3 Alta	1 Baja	3
Organización de Recicladores de Oficio Formalizados:	Obtener ingresos económicos a través de la tarifa de aprovechamiento y mejora de condiciones técnicas en la operación	3 Alta	2 Medio	6
Comercializadores de residuos aprovechables:	Obtener y procesar materiales reciclables para su venta	3 Alta	2 Medio	6
Sector productivo	Acceso a materias primas para la producción	3 Alta	3 Alta	9
Superintendencia de Servicios	Supervisar la prestación de servicios públicos de calidad,	1 Baja	3 Alta	3

Actor / Grupo de Actores	Interés / Expectativa	Importancia para el Proyecto (A)	Fuerza para defender Intereses (B)	Resultante (AxB)
Públicos domiciliarios	eficiencia y sostenibilidad			
Autoridad Ambiental Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	- Protección y conservación del medio ambiente	3 Alta	3 Alta	9
Municipios del área Metropolitana de Bucaramanga.	Garantizar la Gestión Integral de Residuos solidos	3 Alta	3 Alta	9
Gobernación Santander	Desarrollo de proyectos de sirvan como referencian o nacional, internacional	2 Medio	2 Medio	4
Propietarios de predios contiguos al lugar de construcción	Valorización de los predios contiguos debido al desarrollo urbanístico en la zona industrial	1 Bajo	2 Medio	2
Organizaciones Ambientales	Desarrollo es estrategias y proyectos que permitan el desarrollo sostenible en la región	2 Medio	2 Medio	4

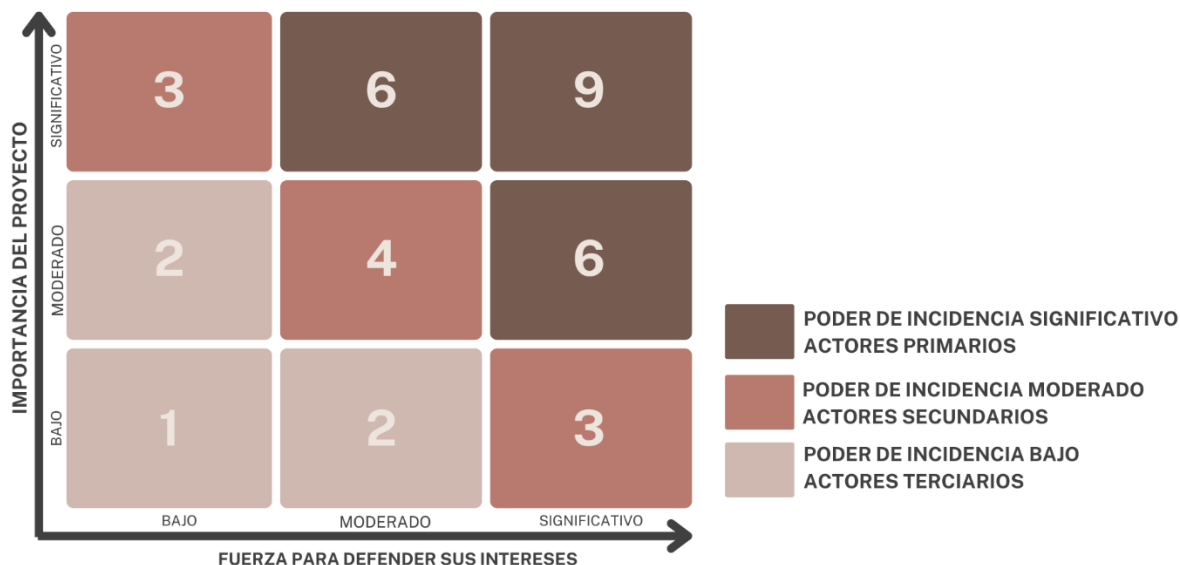
6.2. Determinación del poder de incidencia y priorización de los interesados.

La determinación del poder de incidencia y la priorización de los interesados se basa en una matriz que considera la intersección entre la importancia para el proyecto y la fuerza

para defender los intereses de cada grupo de actores. Esta matriz clasifica a los interesados en tres categorías: primarios, secundarios y terciarios, según el nivel de poder que ejercen:

- *Poder de Incidencia Bajo (Valores entre 1 y 2).* Los interesados con valores de evaluación entre 1 y 2 se consideran que tienen un poder de incidencia bajo. Estos interesados son clasificados como actores terciarios y su influencia directa en el proyecto es bajo. Aunque su poder de incidencia es limitado, aún pueden tener algún impacto en el desarrollo del proyecto y deben ser tenidos en cuenta en la planificación.
- *Poder de Incidencia Moderado (Valores entre 3 y 4).* Los interesados cuyos valores se encuentran entre 3 y 4 en la evaluación poseen un poder de incidencia moderado. Estos interesados se clasifican como actores secundarios y aunque su influencia puede ser menor que la de los actores primarios, aún tienen un papel relevante en el éxito del proyecto y requieren una gestión adecuada.
- *Poder de Incidencia Significativo (Valores entre 6 y 9).* Se considera que los interesados tienen un poder de incidencia significativo cuando sus valores de evaluación se sitúan entre 6 y 9 en la matriz. Estos interesados son clasificados como actores primarios, lo que significa que tienen un impacto importante en el proyecto y requieren una atención prioritaria en la gestión de las relaciones.

De acuerdo con esto, la figura 6 presenta visualmente la distribución de los interesados en las diferentes categorías en función de su poder de incidencia.

Figura 6. *Parámetros de matriz de poder y priorización de interesados.*

Además, la Matriz de Poder y Priorización aplicada se presenta en la figura 7 ofrece una representación detallada de cómo se han asignado los interesados a las distintas categorías en base a su evaluación.

Figura 7. *Matriz de poder y priorización de intereses.*

7. Análisis del problema

La problemática identificada en el planteamiento del problema se enfoca en la gestión ineficiente de los residuos sólidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), específicamente en la alta cantidad de residuos sólidos aprovechables que terminan en disposición final, lo cual tiene repercusiones negativas tanto ambientales como sociales y económicas. A través del análisis del problema, se han identificado causas directas e indirectas que contribuyen a esta situación, así como efectos directos e indirectos derivados de la misma.

Las causas directas abordan aspectos como la compra impulsiva y el desecho rápido de artículos, las inadecuadas prácticas de separación de materiales aprovechables, la ineficiencia del sistema de recolección selectiva y la falta de infraestructura técnica y operativa adecuada para la valorización de residuos sólidos. Esto esta indirectamente ligado con la cultura de consumismo y el consumo excesivo de productos, la ausencia de educación ambiental y la deficiente cultura ciudadana, así como la inapropiada implementación de esquemas de recolección y aprovechamiento de residuos.

De acuerdo con esto, se identifican efectos y/o consecuencias que conllevan esta problemática. Estos incluyen el alto uso de recursos naturales para obtener materias primas, la generación excesiva de residuos sólidos sin una gestión adecuada, la acumulación de residuos en espacios públicos y el incremento del volumen de material aprovechable dispuesto en los rellenos sanitarios.

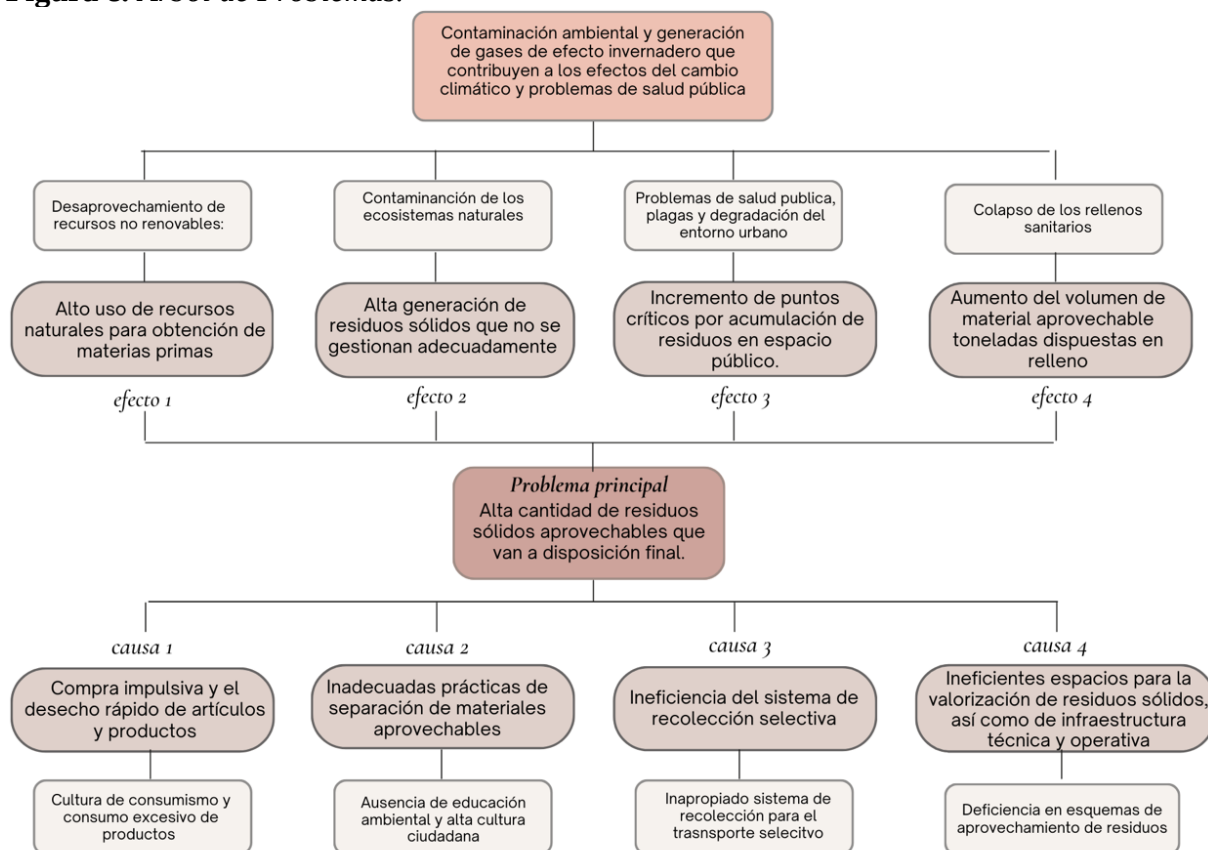
Además, comprenden el desaprovechamiento de recursos no renovables, la contaminación de ecosistemas naturales, problemas de salud pública como plagas y degradación del entorno urbano, así como el riesgo de colapso de los rellenos sanitarios.

Estos efectos, a su vez, contribuyen a la contaminación ambiental, la generación de gases de efecto invernadero, potenciando los efectos del cambio climático y empeorando los problemas de salud pública en la región.

En este contexto, con el fin de presentar una herramienta visual que facilite la identificación y el análisis de las causas y efectos del problema, presentando un esquema de los principales aspectos que intervienen en la situación de la problemática

7.1 Modelo Árbol de problemas

En este contexto, se busca presentar una herramienta visual que simplifique la identificación y el análisis de las causas y efectos del problema. Esto se logrará mediante la elaboración de un esquema presentado en la figura 8, el cual permite organizar la información de acuerdo con un modelo de relaciones de acuerdo con la Metodología de Marco Lógico. (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2023).

Figura 8. Árbol de Problemas.

8. Análisis de objetivos

En este apartado, se presenta el análisis de objetivos que permite realizar una descripción de lo que podría ser si se resuelve el problema planteado. (Arboleda, 2013). En este sentido, el análisis de los objetivos del proyecto se articula en torno al objetivo central de reducir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que terminan en disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Para alcanzar este propósito, se han identificado medios directos e indirectos, así como fines directos e indirectos que guiarán las acciones y estrategias a implementar.

De acuerdo con esto, se identificó el fomento de hábitos de consumo consciente y sostenible, que busca promover una cultura de consumo responsable para reducir la generación de residuos desde su origen. De manera complementaria, se propone mejorar las prácticas de separación en la fuente, fortaleciendo la educación y sensibilización de la población sobre la importancia de clasificar adecuadamente los residuos para facilitar su posterior tratamiento. Asimismo, se plantea la implementación de un sistema de recolección para transporte selectivo eficiente, que permita priorizar la recogida de materiales reciclables y su traslado hacia puntos de valorización. Además, se contempla la creación y fortalecimiento de espacios para la valorización de residuos sólidos, con el objetivo de mejorar la infraestructura técnica y operativa para el tratamiento adecuado de los mismos.

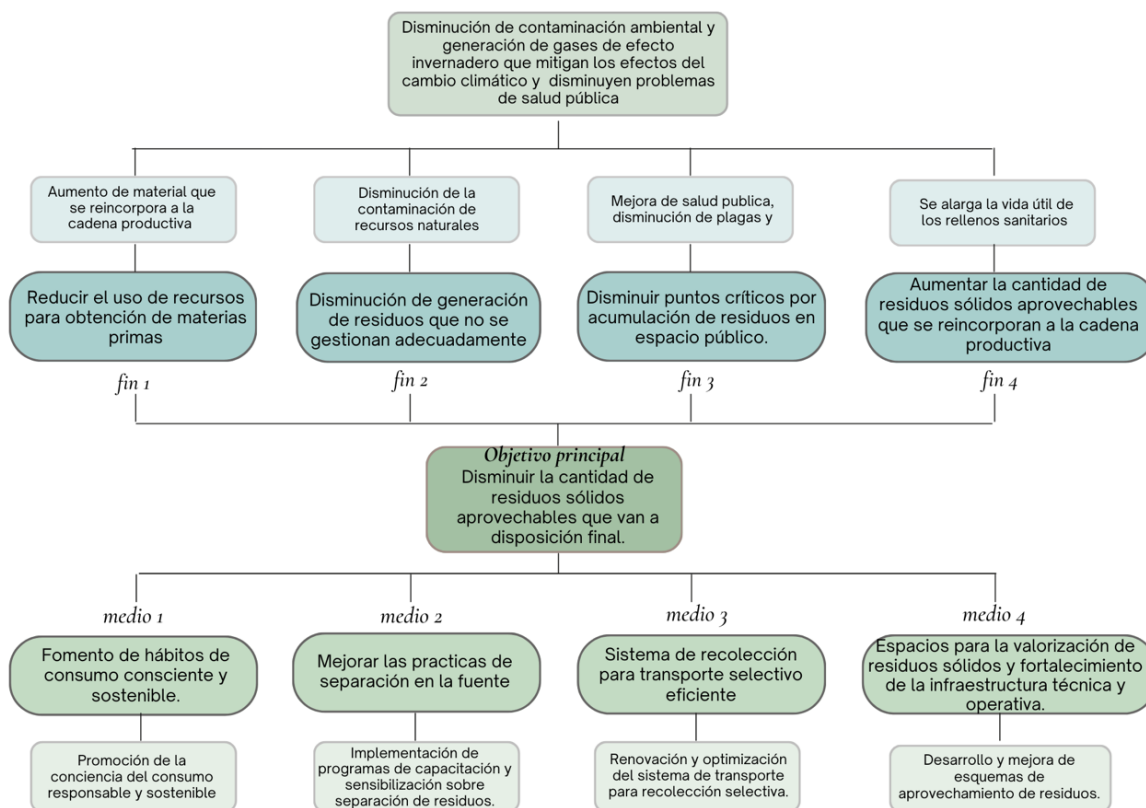
Por otro lado, el comportamiento y cultura de la población para generar un impacto positivo en la gestión de residuos. Esto incluye la promoción de la conciencia del consumo responsable y sostenible, así como la implementación de programas de capacitación y sensibilización sobre separación de residuos, dirigidos tanto a la comunidad como a actores clave en el proceso de gestión de residuos. Además, se plantea la renovación y optimización del sistema de transporte para recolección selectiva, con el fin de mejorar la eficiencia en la recolección y transporte de residuos hacia los puntos de valorización. Finalmente, se propone el desarrollo y mejora de esquemas de aprovechamiento de residuos, mediante la implementación de tecnologías innovadoras y la adopción de buenas prácticas de gestión.

Lo anterior, con el fin de reducir el uso de recursos para la obtención de materias primas, disminuir la generación de residuos mal gestionados, eliminar puntos críticos de acumulación en espacios públicos y aumentar la cantidad de residuos sólidos aprovechables que se reincorporan a la cadena productiva. Estos fines se traducen en una serie de beneficios,

como la conservación de recursos naturales, la mejora de la salud pública y la prolongación de la vida útil de los rellenos sanitarios.

Además, de forma indirecta se obtiene el aumento del material que se reincorpora a la cadena productiva, la disminución de la contaminación de recursos naturales, la reducción de plagas y enfermedades asociadas a la acumulación de residuos, así como la prolongación de la vida útil de los rellenos sanitarios, contribuyendo así a un desarrollo más sostenible y saludable. La figura 9, presenta el árbol de objetivos.

Figura 9. *Árbol de Objetivos.*



9. Análisis de Alternativas

El presente capítulo presenta el análisis de alternativas, una fase que resulta a partir de la comprensión del problema y del análisis de objetivos delineados previamente. (Arboleda, 2013). En este sentido, los medios identificados en el árbol de objetivos actúan como la materialización de los objetivos, transformándose en opciones viables que buscan alcanzar el objetivo general de disminuir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que son dispuestos en el sitio de disposición final el Carrasco. Es en este punto, donde las alternativas presentan un abanico de posibilidades que deben ser analizadas, filtradas y evaluadas, con el fin de determinar la mejor opción para la solución del problema.

9.1 Identificación de alternativas

La gestión inadecuada de los residuos sólidos en el AMB de Bucaramanga es un problema que requiere abordarse desde diferentes ángulos, incluyendo medidas para promover la reducción, la separación adecuada de residuos, la educación ambiental, la mejora de la infraestructura de recolección y valorización, así como la promoción de una cultura de consumo más sostenible. Estas acciones son fundamentales para mitigar los impactos negativos asociados con la generación y disposición de residuos sólidos en la región.

De acuerdo con esto, la tabla 6, presenta las cuatro alternativas resultantes de acuerdo con el árbol de problemas.

Tabla 6. *Identificación de alternativas*

Alternativa	Descripción
Alternativa 1	Promover la conciencia del consumo responsable y sostenible para educar a la población sobre la importancia de reducir el consumo innecesario, utilizar productos eco amigables y tomar decisiones de compra informadas que consideren el impacto ambiental y social de los productos.
Alternativa 2	Implementar programas de formación, capacitación y sensibilización sobre separación de residuos, de tal forma que se aborde la importancia de la separación adecuada de los residuos, así como las técnicas prácticas para llevarla a cabo
Alternativa 3	Renovar y optimizar el sistema de transporte para recolección selectiva, actualizando la flota de vehículos, implementando y socializando a la ciudadanía rutas más eficientes.
Alternativa 4	Crear espacios para el aprovechamiento de residuos sólidos y fortalecer la infraestructura técnica y operativa, construyendo instalaciones dedicadas a la clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos aprovechables, para una gestión adecuada de residuos.

9.2 Evaluación de alternativas

En el proceso de evaluación de alternativas, se empleó el método Proceso de Jerarquía Analítica (AHP-Siglas en ingles), el cual permitió descomponer el problema en una jerarquía de criterios y alternativas, y posteriormente comparar y ponderar estas alternativas de acuerdo con su importancia relativa, garantizando así una toma de decisiones informada y estructurada. (García et al., 2014)

Para cada criterio, se asigna una ponderación basada en su impacto, seguido de una evaluación cuantitativa utilizando la escala proporcionada en la tabla 7, la cual indica detalla los niveles de conveniencia , el puntaje y su descripción.

Alto. (3) Se selecciona cuando la alternativa demuestra un impacto significativamente positivo o favorable en el criterio evaluado. Indica un alto nivel de conveniencia

Medio. (2) Se elige cuando la alternativa tiene un impacto moderadamente positivo o aceptable en el criterio evaluado. Muestra un nivel medio de conveniencia.

Bajo. (1) Se utiliza cuando la alternativa tiene un impacto limitado o poco favorable en el criterio evaluado. Indica un bajo nivel de conveniencia.

Tabla 7. *Criterios de evaluación de Alternativas*

Criterios	Ponderación
<i>Técnicos y operativos.</i>	20
Este criterio evalúa la efectividad técnica y operativa de las alternativas para reducir la cantidad de residuos sólidos que van a disposición final.	
<i>Sociales.</i>	20
Evalúa el impacto de las alternativas en las condiciones de vida de poblaciones vulnerables. Se debe considerar cómo la solución propuesta puede mejorar o empeorar estas condiciones.	
<i>Políticos.</i>	20
Analiza cómo las alternativas se alinean con las políticas y agendas gubernamentales, así como su aceptación por parte de los actores políticos relevantes. Se considera también la viabilidad política de implementación.	
<i>Temporalidad.</i>	20
Se refiere al tiempo necesario para implementar la alternativa y obtener resultados tangibles. Evalúa tanto la rapidez con la que se pueden obtener beneficios como la durabilidad de estos a lo largo del tiempo	
<i>Integralidad y articulación.</i>	20
Considera la capacidad de las alternativas para abordar de manera integral el problema planteado y su capacidad para articularse con diferentes actores y sectores involucrados	

Nota: En esta tabla, se describen los criterios, ponderación y escala de valoración utilizadas para la evaluación de las alternativas. La ponderación asignada a cada criterio (20%) indica que se consideró que todos los criterios son igualmente importantes en la evaluación general de las alternativas.

Posteriormente, se procede a multiplicar el puntaje asignado por la ponderación correspondiente a cada criterio y se suman todas las calificaciones obtenidas por alternativa. Esto permite obtener un valor total por cada alternativa, facilitando así la elección de la opción más favorable. (García et al., 2014)

De acuerdo con lo anterior, se emplea una matriz para evaluar los diferentes criterios para cada alternativa. Esta herramienta permite la selección de la opción que surge como la más favorable entre las alternativas analizadas, permitiendo la selección de la alternativa con mayor puntaje. En la tabla 8, se presenta la matriz de evaluación de alternativas, de acuerdo con los criterios establecidos.

Tabla 8. *Matriz de evaluación de alternativas, de acuerdo con los criterios establecidos*

Criterios	Pond.	Alt. 1		Alt. 2		Alt. 3		Alt. 4	
		Val.	Cal.	Val.	Cal.	Val.	Cal.	Val.	Cal.
Técnicos y operativos	20	1	20	1	20	3	60	3	60
Sociales	20	2	40	2	40	1	20	3	60
Políticos	20	1	20	1	20	1	20	3	60
Temporalidad	20	1	20	1	20	3	60	2	40
Integralidad y articulación	20	1	20	2	40	1	20	3	60
Puntaje Total	100	120		140		180		280	

Nota: En la tabla presentada, las abreviaturas utilizadas tienen los siguientes significados específicos: "Pond." se refiere a la ponderación, que indica el peso relativo asignado a cada criterio evaluativo; "Val." corresponde a la valoración, utilizada para expresar la importancia o calidad atribuida a cada aspecto evaluado; y "Cal." hace referencia a la calificación obtenida en relación con los criterios establecidos. Esta clarificación garantiza una interpretación

precisa de cómo se han evaluado y valorado los distintos aspectos conforme a los parámetros establecidos.

Criterios Técnicos y operativos. Las Alternativas 3 y 4 sobresalen debido a su enfoque en renovar y optimizar el sistema de transporte para la recolección selectiva. Estas alternativas proponen actualizar la flota de vehículos, implementar rutas más eficientes y socializarlas con la ciudadanía, así como la creación de espacios para el aprovechamiento de residuos sólidos y el fortalecimiento la infraestructura técnica y operativa lo que contribuiría significativamente a mejorar la gestión de residuos. Al fortalecer la parte técnica y operativa, se espera disminuir la cantidad de residuos aprovechables.

Por otro lado, las Alternativas 1 y 2 no se centran en estos aspectos técnicos y operativos, lo que las hace menos adecuadas en comparación con las Alternativas 3 y 4.

Criterios Sociales. La Alternativa 4 destaca con una puntuación superior, ya que ofrece beneficios significativos para todos los ciudadanos, incluyendo a las poblaciones vulnerables, como los recicladores, quienes son considerados grupos vulnerables. Esta alternativa propone mejorar las condiciones laborales al proporcionar espacios e infraestructura adecuada para llevar a cabo la labor de separación y clasificación de materiales aprovechables. Este enfoque contribuye a promover la inclusión social y a mejorar la calidad de vida de estos trabajadores.

Por otro lado, las Alternativas 1 y 2 obtienen una puntuación intermedia en este criterio, ya que se centran en un trabajo de capacitación, concienciación, educación y cultura ciudadana. Si bien estos aspectos son importantes para fomentar prácticas sostenibles y responsables entre la población, no abordan directamente las necesidades específicas de los grupos vulnerables, como los recicladores.

En contraste, la Alternativa 3 solo aportaría en la socialización de nuevas rutas de recolección de residuos, lo que representa un beneficio limitado en términos de impacto social y de inclusión de poblaciones vulnerables.

Criterios Políticos. En términos de los criterios políticos, la Alternativa 4 obtiene una calificación más alta debido a su inclusión en el plan de desarrollo nacional como una de las prioridades nacionales en todos los municipios. Esto la posiciona como una opción políticamente atractiva, ya que está alineada con las metas y objetivos establecidos a nivel nacional, en inclusive mundial al estar alineados con las Agenda 2030.

Criterios de temporalidad. La Alternativa 3, obtiene la mayor puntuación debido a que implica ajustes operativos y adquisiciones que las empresas encargadas de la gestión de residuos deben llevar a cabo. Estos ajustes suelen ser procesos más ágiles y pueden implementarse en un plazo relativamente corto, lo que permite una rápida adaptación y mejora en la gestión de residuos.

En segundo lugar, se encuentra la Alternativa 4, ya que una vez que se construya y se equipe adecuadamente la infraestructura necesaria, como instalaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos, se podría comenzar a obtener un funcionamiento efectivo y una gestión más eficiente de los residuos aprovechables. Aunque la construcción puede llevar cierto tiempo, una vez completada, los beneficios podrían ser evidentes en un plazo razonable.

Por otro lado, las Alternativas 1 y 2, que se centran en la educación, capacitación y cultura, requieren un período más prolongado para que los cambios de comportamiento y las prácticas sostenibles se arraiguen en la sociedad y se evidencien resultados tangibles. Estos

procesos suelen ser graduales y necesitan años de trabajo continuo para producir impactos significativos en la gestión de residuos.

Criterios de integralidad y articulación. La Alternativa 3 obtiene una mayor puntuación debido a que su enfoque integral y la necesidad de una articulación completa para su funcionamiento son más pronunciados. Esta alternativa se destaca por su capacidad para abordar diversos aspectos de la gestión de residuos, lo que implica un impacto más significativo en los objetivos esperados. Al requerir una coordinación estrecha entre las empresas encargadas de la gestión de residuos y otros actores relevantes, como las autoridades locales y la comunidad, la Alternativa 3 demuestra una mayor integralidad y articulación en su implementación.

Por otro lado, las otras tres alternativas también necesitan algún grado de articulación con diferentes actores, pero su enfoque se centra más específicamente en la educación, la cultura o las rutas de recolección de residuos. Aunque estas actividades son importantes, su alcance es más limitado en comparación con la Alternativa 3, que aborda múltiples aspectos de la gestión de residuos de manera integrada.

9.3 Selección de la alternativa de solución

De acuerdo con la evaluación de alternativas se obtiene que es seleccionada la Alternativa 4. Esta decisión se basa en su mayor puntaje, alcanzando un total de 280 puntos en la evaluación realizada. La Alternativa 4 propone la creación de espacios para el aprovechamiento de residuos sólidos y fortalece la infraestructura técnica y operativa mediante la construcción de instalaciones dedicadas a la clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos aprovechables.

En comparación con otras alternativas evaluadas, la Alternativa 4 se destaca al lograr puntajes altos en criterios técnicos y operativos, sociales, político y por último la integralidad y articulación. La Alternativa 3, que obtuvo 180 puntos, mostró ciertas fortalezas, pero no alcanzó el mismo nivel de integralidad y eficacia que la Alternativa 4. Las Alternativas 2 y 1, con 140 y 120 puntos respectivamente, también presentaron propuestas válidas, pero no lograron abordar todos los aspectos necesarios para una gestión óptima de residuos como lo hace la Alternativa 4.

En resumen, la Alternativa 4 se considera la opción más adecuada debido a su puntaje más alto y su enfoque integral en la gestión de residuos, lo que la posiciona como la mejor opción para implementar medidas efectivas y sostenibles en este ámbito.

9.4 Criterios técnicos de la alternativa seleccionada

Es fundamental destacar que la selección de la alternativa se desarrolle en línea con la normatividad colombiana, siendo necesario considerar y tener en cuenta los documentos "Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA" y "Construcción de Estación de Clasificación y aprovechamiento - ECA) elaborados por el Departamento Nacional de Planeación

Estos documentos proporcionan pautas y directrices específicas que contribuyen a orientar el diseño, la implementación y gestión de estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos. Esto no solo contribuye a fortalecer los procesos de formación y organización de los recicladores de oficio en los municipios, sino que también promueve una gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Además, la aplicación de los lineamientos establecidos garantiza una aproximación técnica sólida y congruente con las necesidades y realidades locales y el cumplimiento de estándares de calidad en todas las etapas del proyecto. Asimismo, se promueve el desarrollo de soluciones sostenibles y ambientalmente responsables que contribuyan al bienestar de la comunidad y la preservación del entorno natural.

Por lo tanto, los criterios técnicos que se presentan en dichos documentos deben ser considerados en la alternativa seleccionada de tal forma que se alinee con las recomendaciones y disposiciones, asegurando la implementación de un sistema integral y eficaz para el manejo de los residuos sólidos, con miras a alcanzar los objetivos de sostenibilidad y protección ambiental establecidos.

Además, se destaca que el lote debe contar con un área mínima de 1000 m² y no estar en una zona inundable. La ubicación debe ser en una zona urbana con riesgo bajo o intermedio mitigable, y el uso del suelo debe estar permitido según el POT, así como, debe estar estratégicamente ubicado preferiblemente equidistante a los principales centros de generación de material aprovechable. Entre otras cosas, debe tener acceso a servicios públicos como acueducto, alcantarillado, electricidad y conectividad, y los materiales aprovechables deben incluir papel, cartón, plástico y vidrio. Además, el proyecto debe cumplir con los requisitos del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) y estar incluido en el Plan Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

Además, el proyecto deberá contar con espacios de zona administrativa, en donde se disponga la recepción, sala de espera, salón de capacitaciones, baños, salas de reuniones, oficina de coordinación y zona de descanso de empleados, entre otros. Asimismo, la zona

operativa deberá contar con baños, zona de recepción de materiales, zona de pesado del material, zonas de rechazo, zonas de almacenamiento del material de cartón, vidrio, plástico, papel, así como una zona de carga y descarga con espacio para parqueo de vehículo pesado. (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Sin embargo, para mayor detalle será necesario consultar dichos documentos.

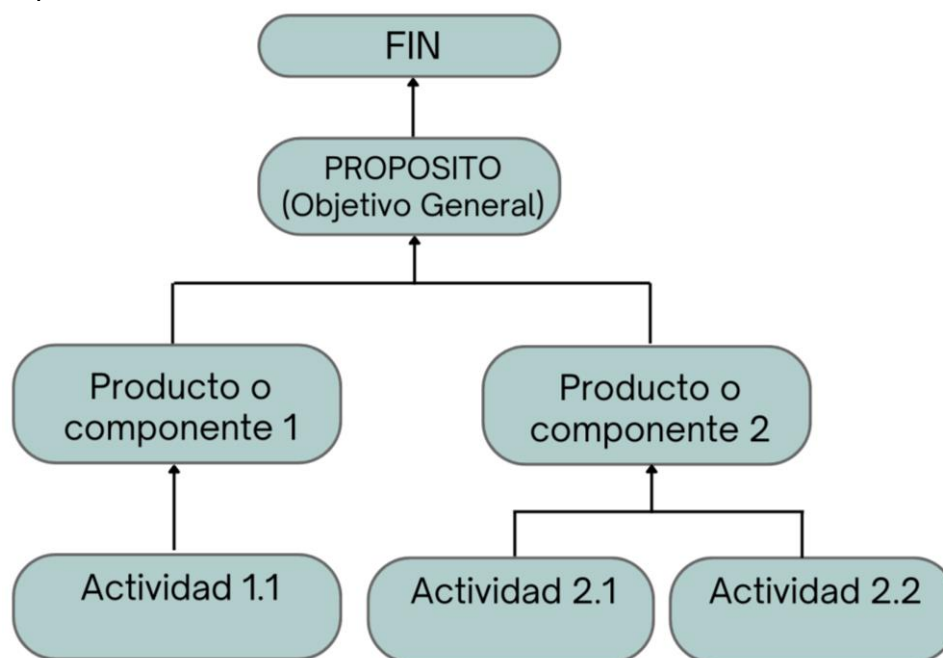
10. Construcción del Modelo Analítico del Proyecto

Una vez seleccionada la alternativa, se presenta la construcción del modelo analítico, con el fin de establecer los niveles jerárquicos, el fin, el objetivo central del proyecto (propósito), los componentes, (productos) y las actividades. En este sentido, el presente capítulo desarrolla dicha construcción que, además, aborda los diferentes indicadores, medios de verificación

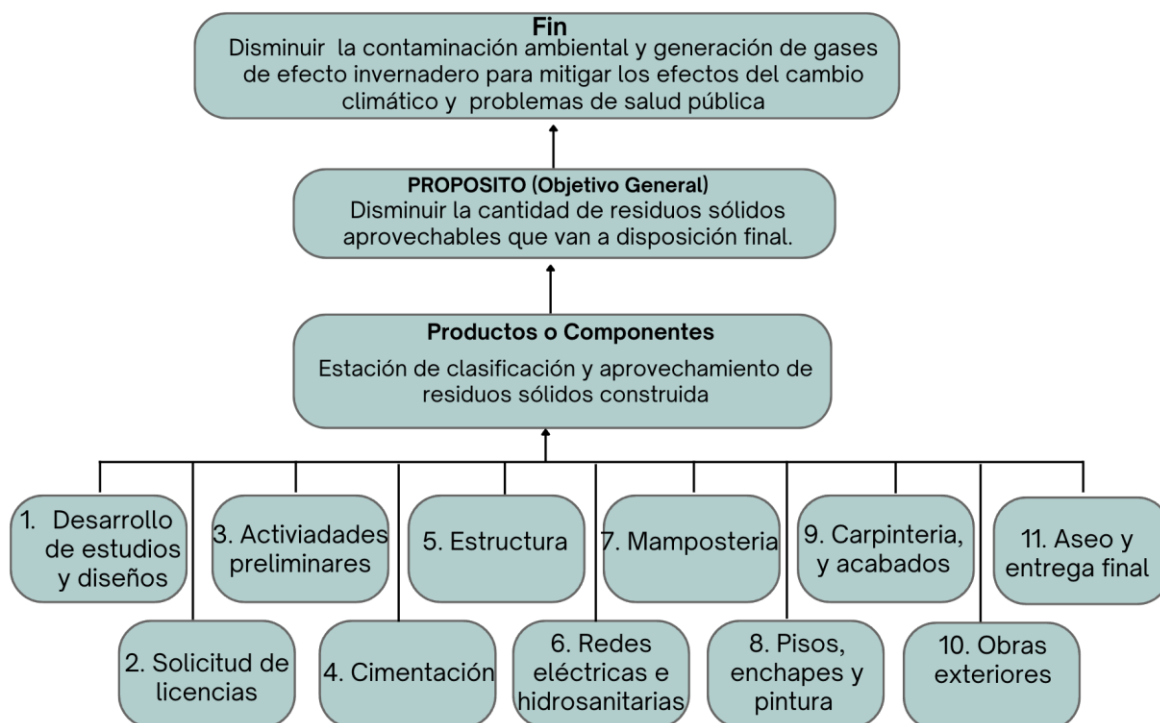
10.1. Estructura Analítica

La Estructura Analítica del Proyecto, es un “esquema de la alternativa de solución más viable, expresada en sus rasgos más generales a la manera de un árbol de objetivos y actividades, que resumen la intervención en 4 niveles jerárquicos y da pie a la definición de los elementos del Resumen Narrativo de la Matriz de Marco Lógico del proyecto”.

En este sentido, el orden jerárquico de arriba hacia abajo se estructura así: Inicialmente se presenta los fines del proyecto, en segundo lugar, el propósito, en tercer lugar, los componentes y por último se presentan las actividades del proyecto. La figura 10, presenta el esquema a través del cual se desarrolla la estructura analítica. (Ortegón et al., 2015).

Figura 10. *Esquema de la estructura analítica*

De acuerdo con esto, se desarrolla la estructura analítica del proyecto en donde el fin y el propósito se toman del árbol de objetivos original, mientras que los componentes y actividades se construyen de acuerdo con la alternativa seleccionada. La figura 11, presenta la estructura analítica del proyecto, la cual es el insumo base para la elaboración de la Matriz de Marco Lógico.

Figura 11. Estructura analítica del proyecto

10.2. Matriz de marco lógico

La matriz de marco lógico se desarrolla con el fin de planificar y comunicar en una sola tabla la información más importante del proyecto, además de suministrar la base para la definición del sistema de seguimiento y evaluación. De acuerdo con esto, a continuación, se presenta la tabla 9, Matriz de marco lógico.

Tabla 9. Matriz de Marco lógico

Resumen Narrativo	Enunciado	Indicador	Línea Base	Meta	Meta final	Medios de verificación	Supuestos
Fin	<i>Disminuir la contaminación ambiental y generación de gases de efecto invernadero para mitigar los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública</i>	<i>Toneladas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y otros gases de efecto invernadero emitidas al ambiente provenientes del relleno sanitario</i>	<i>570 ton/día</i>	<i>540 ton/día</i>	Estudio de prefactibilidad para tres comisiones nacionales del CMAR	Mediciones técnicas directas en el Relleno sanitario	Se cuenta con un sistema de medición y monitoreo confiable en el relleno sanitario para registrar las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y otros gases de efecto invernadero de manera precisa
Propósito	<i>Disminuir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que van a disposición final.</i>	<i>Disminución en el porcentaje de reducción en la disposición de residuos sólidos.</i>	96,5%	91,3%	Aumentar las capacitaciones adelantadas para el fortalecimiento de capacidades de grupos de trabajo	Reportes de disposición final de residuos en la en la Superintendencia de Servicios Públicos	La comunidad está dispuesta a participar activamente en programas de separación de residuos, y los sistemas de recolección funcionan efectivamente.
		<i>Aumento del porcentaje de residuos aprovechados</i>	3,5%	8,70%		Reportes de residuos aprovechados en la Superintendencia de Servicios Públicos	

Resumen Narrativo	Enunciado	Indicador	Línea Base	Meta	Meta final	Medios de verificación	Supuestos
Componentes	<i>Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida</i>	<i>Estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construidas, que cumplan con la normativa</i>	0	1	Aumentar el conocimiento público sobre la importancia de la conservación marina y los logros del CMAR	Pliego de Condiciones Contrato Acta de Inicio Acta de terminación del contrato Acta de liquidación del contrato Actas y/o entregas parciales de la supervisión y la interventoría	Los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, disponen de recursos de fuentes de financiación
Actividades	1. Actividades preliminares de obra	<i>Porcentaje de avance en la ejecución financiera de obra</i>	0	100%	<i>Adelantar acciones que permitan avanzar en la implementación de Planes de manejo</i>	<i>Licencias y permisos otorgados</i>	<i>Las condiciones meteorológicas son óptimas para el desarrollo de actividades de obra</i>
	2. Cimentación 3. Estructura 4. Redes electricas e hidrosanitarias 5. Mampostería 6. Pisos enchapes y pintura		0	100%		<i>Actas y/o entregas parciales de las actividades</i>	

10.3. Resumen Narrativo

10.3.1 Fin

El proyecto tiene como fin principal disminuir la contaminación ambiental y la generación de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública. Esto se logrará mediante la reducción de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y otros gases emitidos al ambiente desde el relleno sanitario.

10.3.2 Propósito

El propósito del proyecto es reducir la disposición final de residuos sólidos mediante la construcción de estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos. Se espera lograr un efecto directo en la comunidad, aumentando el porcentaje de residuos aprovechados y fomentando la participación en la gestión de residuos.

10.3.3 Componentes o productos

Los componentes o productos del proyecto incluyen la construcción de una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

10.3.3.1 Entregables. Los entregables del proyecto contempla lo siguiente:

- Levantamiento topográfico
- Estudio de suelos
- Diseño arquitectónico

- Diseño estructural
- Diseño de redes eléctricas, hidrosanitarias
- Licencia aprobada por curaduría urbana
- Infraestructura final para la clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.

10.3.3.2 Actividades. Las actividades necesarias para alcanzar los componentes del proyecto incluyen:

- Actividades preliminares de obra. Preparación del terreno, instalación de servicios temporales como electricidad, agua y cualquier otra actividad necesaria antes de iniciar la construcción principal
- Cimentación. Construcción de la base estructural del edificio, que proporciona soporte y estabilidad.
- Estructura. Construcción de la armazón del edificio, incluyendo columnas, vigas y losas, que le dan forma y resistencia.
- Redes eléctricas e hidrosanitarias. Instalación de sistemas eléctricos y de plomería necesarios para el funcionamiento del edificio, incluyendo cableado, tuberías de agua potable y desagüe, entre otros
- Mampostería. Construcción de paredes utilizando materiales como ladrillos, bloques de concreto o paneles prefabricados.
- Pisos enchapes y pintura. Instalación de pisos, revestimientos y aplicación de pintura en paredes y techos para dar el acabado final al interior del edificio.

- Carpintería y acabados. Instalación de puertas, ventanas, armarios y cualquier otro elemento de carpintería necesarios, así como la colocación de elementos decorativos y detalles finales.
- Obras exteriores. Construcción de áreas exteriores como aceras, estacionamientos, jardines, cercas, entre otros.
- Aseo y entrega final. Limpieza general del sitio de construcción y del edificio, así como la revisión final de detalles antes de entregar el proyecto al cliente

10.3.4 Indicadores.

Un indicador “es la especificación cualitativa o cuantitativa, que se emplea para medir el logro de un objetivo.(Arboleda, 2013). En este sentido, este apartado presenta los indicadores que proporcionan la base para el monitoreo y evaluación del del fin, el propósito, los componentes y las actividades del proyecto.

10.3.4.1 Indicadores de fin. A continuación, se presentan los indicadores fin, los cuales miden el impacto final del proyecto, sin embargo, es probable que los cambios significativos se logren identificar en el largo plazo. De acuerdo con esto, se contempla el siguiente indicador:

- Toneladas de dióxido de carbono (CO₂), metano (ch₄) y otros gases de efecto invernadero emitidas al ambiente provenientes del relleno sanitario

Línea Base: 570 ton/día

Meta: 540 ton/día

10.3.4.2 Indicadores de propósito. Los indicadores de propósito miden el impacto directo generado con el cumplimiento del objetivo del proyecto, para lo cual se establecen los siguientes dos indicadores:

- Disminución en el porcentaje de reducción en la disposición de residuos.

Línea Base: 96.5%

Meta: 91.3%

- Aumento del porcentaje de residuos aprovechados

Línea Base: 3.5%

Meta: 8.7%

10.3.4.3 Indicadores de componentes. En cuanto a los indicadores de componentes, representan los bienes y servicios que resultan de proyecto. Para este caso el indicador establecido está de acuerdo con el Catálogo de productos del Departamento Nacional de Planeación:

- Estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construidas, que cumplan con la normativa

Línea Base: 0

Meta: 1

10.3.4.4 Indicadores de Actividades. Los indicadores de actividades están asociados con los recursos físico, humanos y financieros, en este sentido con las inversiones del proyecto.

- Porcentaje de avance en la ejecución financiera de obra

Línea Base: 0

Meta: 100%

- Porcentaje de avance de obra.

Línea Base: 0

Meta: 100%

10.5 Medios de verificación

Los medios de verificación son las fuentes de información que permiten medir los indicadores, los cuales permiten establecer valores numéricos que permiten establecer una medición cualitativa y/o cuantitativa. En este sentido, y de acuerdo con la matriz de marco lógico como parte de las fuentes de información se contemplan:

- Mediciones y reportes técnicos relacionados con CO₂, CH₄, y otros gases de efecto invernadero provenientes del relleno sanitario.
- Reportes de disposición final de residuos en la en la Superintendencia de Servicios Públicos
- Reportes de residuos aprovechados en la Superintendencia de Servicios Públicos
- Pliego de Condiciones
- Contrato
- Acta de Inicio
- Acta de terminación del contrato
- Acta de liquidación del contrato
- Actas y/o entregas parciales de la supervisión y la interventoría

10.6 Supuestos

Los supuestos son situaciones identificadas de carácter externo que lo puedan plantear riesgos u oportunidades, los cuales pueden ser de tipo ambiental, social, político, natural. (Arboleda, 2013). Los supuestos son situaciones identificadas de carácter externo que lo puedan plantear riesgos u oportunidades, los cuales pueden ser de tipo ambiental, social, político, natural. (Arboleda, 2013). Los supuestos del proyecto incluyen:

- Se cuenta con un sistema de medición y monitoreo confiable en el relleno sanitario para registrar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y otros gases de efecto invernadero de manera precisa
- La comunidad está dispuesta a participar activamente en programas de separación de residuos, y los sistemas de recolección funcionan efectivamente.
- Los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, disponen de recursos y fuentes de financiación
- Las condiciones meteorológicas son óptimas para el desarrollo de actividades de obra
- Los precios se mantienen sin fluctuaciones representativas

A continuación, se presenta la matriz de supuestos, tabla 10.

Tabla 10. Matriz de Supuestos

Resumen	Descripción del riesgo	Supuestos
Fin		
Disminuir la contaminación ambiental y generación de gases de efecto invernadero para mitigar los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública	Falta de un sistema confiable de medición y monitoreo en el relleno sanitario que registre de manera precisa las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y otros gases de efecto invernadero, lo cual	Se cuenta con un sistema de medición y monitoreo confiable en el relleno sanitario para registrar las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y otros gases de

Resumen	Descripción del riesgo	Supuestos
	impide efectivamente los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública.	mitigar efectos invernadero de manera precisa
Propósito Disminuir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que van a disposición final.	Baja participación de la comunidad en los programas de separación de residuos y fallos en los sistemas de recolección, lo que resulta en una cantidad significativa de residuos sólidos aprovechables que terminan en disposición final en lugar de ser reciclados o reutilizados.	La comunidad está dispuesta a participar activamente en programas de separación de residuos, y los sistemas de recolección funcionan efectivamente.
Componentes (productos) Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida	Insuficiencia de recursos financieros por parte de los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, lo cual podría retrasar o impedir la construcción y operatividad de la estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.	Los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, disponen de recursos de fuentes de financiación
Actividades		
1. Actividades preliminares de obra		
2. Cimentación	Condiciones meteorológicas adversas que retrasen o impidan el desarrollo de la estructura de la obra.	Las condiciones meteorológicas son óptimas para el desarrollo de actividades de obra
3. Estructura		
4. Redes eléctricas e hidrosanitarias		
5. Mampostería		
6. Pisos enchapes y pintura	Variación significativa en los precios de los materiales, lo que afectaría el presupuesto.	Los precios se mantienen sin fluctuaciones representativas
7. Carpintería y acabados		
8. Obras exteriores		
9. Aseo y entrega final		

Adicionalmente, a continuación, la Tabla 11. Matriz de Riesgos, describe la identificación de riesgos, la probabilidad de ocurrencia, el impacto, los efectos y las medidas de mitigación y los supuestos.

Tabla 11. Matriz de Riesgos

Nivel	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Medidas de mitigación	Supuestos
Fin: Disminuir la contaminación ambiental y generación de gases de efecto invernadero para mitigar los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública	Falta de un sistema confiable de medición y monitoreo en el relleno sanitario que registre de manera precisa las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y otros gases de efecto invernadero, lo cual impide mitigar efectivamente los efectos del cambio climático y los problemas de salud pública.	Probable	Bajo	Imposibilidad de realizar y hacer seguimiento a los resultados del proyecto.	Implementar un sistema de monitoreo continuo con tecnología que permita realizar seguimiento	Se cuenta con un sistema de medición y monitoreo confiable en el relleno sanitario para registrar las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y otros gases de efecto invernadero de manera precisa
Propósito (Objetivo general) Disminuir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que van a disposición final.	Baja participación de la comunidad en los programas de separación de residuos y fallos en los sistemas de recolección, lo que resulta en una cantidad significativa de residuos sólidos aprovechables que terminan en disposición final en lugar de ser reciclados o reutilizados.	Probable	Bajo	Bajo aprovechamiento de residuos sólidos y disminución de vida útil de los rellenos	Implementar campañas de educación y cultura ciudadana en temas asociados a economía circular.	La comunidad está dispuesta a participar activamente en programas de separación de residuos, y los sistemas de recolección funcionan efectivamente.

Nivel	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Medidas de mitigación	Supuestos
Componentes (productos) Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida	Financieros: Insuficiencia de recursos financieros por parte de los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, lo cual podría retrasar o impedir la construcción y operatividad de la estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.	Probable	Alto	Insuficiencia de recursos para la ejecución del proyecto	Considerar involucrar recursos de cooperación internacional o del gobierno central	Los Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, disponen de recursos de fuentes de financiación
Actividades 1. Actividades preliminares de obra 2. Cimentación 3. Estructura 4. Redes eléctricas e hidrosanitarias 5. Mampostería 6. Pisos enchapes y pintura 7. Carpintería y acabados 8. Obras exteriores	Condiciones meteorológicas adversas que retrasen o impidan el desarrollo de la estructura de la obra.	Posible	Alto	Retrasos significativos en el cronograma previsto, lo que a su vez incrementa los costos	Realizar programación teniendo en cuenta fenómeno del niño y de la niña	Las condiciones meteorológicas son óptimas para el desarrollo de actividades de obra

Nivel	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Medidas de mitigación	Supuestos
9. Aseo y entrega final obra	Variación significativa en los precios de los materiales, lo que afectaría el presupuesto.	Probable	Mayor	Aumento de los Costos directos del proyecto ocasionando Incremento del presupuesto total	Verificación y ajuste del presupuesto precio a la suscripción del contrato.	Los precios se mantienen sin fluctuaciones representativas

Por último, los *ingresos y beneficios del proyecto*, no solo aumentará los ingresos de las organizaciones de recicladores y recuperadores ambientales y reducirá los costos asociados a la disposición de residuos sólidos, sino que también generará importantes beneficios sociales. Entre estos beneficios, se destaca la creación de empleos y la formalización laboral de los recicladores. En este sentido, a continuación, se relacionan los ingresos y beneficios

- Aumento en los ingresos de las organizaciones de recicladores y recuperadores ambientales

Medición: Reporte de toneladas efectivamente aprovechadas ante el SUI.

Valor unitario: Costo por tonelada de residuos aprovechados.

- Costos evitados en recolección, transporte y almacenamiento

Medición: Número de toneladas desviadas de los sitios de disposición final.

Valor unitario: Costo promedio por tonelada en el mercado.

- Generación de empleos: Creación de nuevas oportunidades laborales en el sector del reciclaje.

Medición: Número de empleos generados

- Formalización laboral: Inclusión de los recicladores en el marco formal del trabajo, mejorando sus condiciones laborales y acceso a beneficios sociales.

Medición: Censo de recicladores formalizados.

11. Recursos humanos, materiales y económicos

En este capítulo se presentan y establecen los recursos para la ejecución del proyecto. En este sentido, la figura 12, presenta la estructuración de cadena de valor básica de un

proyecto concebida como la “relación secuencial y lógica entre insumos, actividades, productos, resultados e impactos en la que se añade valor a lo largo de su proceso de transformación”. (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Además, la figura 13 presenta la cadena de valor del proyecto de Construcción de una ECA. El presupuesto global que se presenta en la figura 14, incluye los materiales y equipos requeridos, así como los recursos humanos que contemplan mano de obra calificada y no calificada indispensables para la ejecución del proyecto.

Figura 12. Estructuración cadena de valor basica de un proyecto



Tomado de (Departamento Nacional de Planeación, 2023)

Figura 13. Cadena de valor del proyecto de Construcción de una ECA

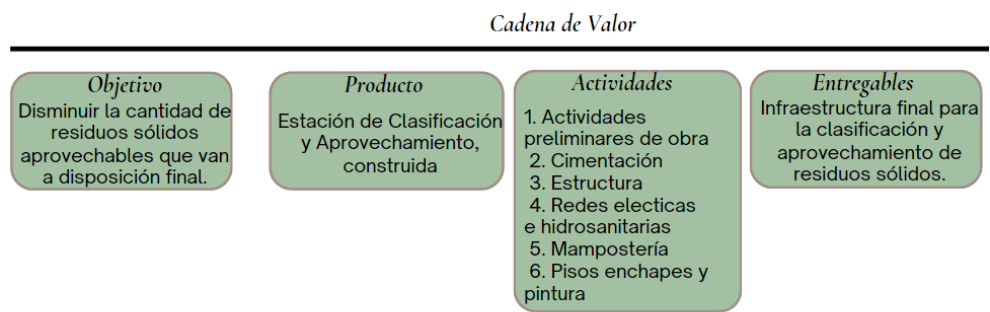


Figura 14. Presupuesto global del proyecto: Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.

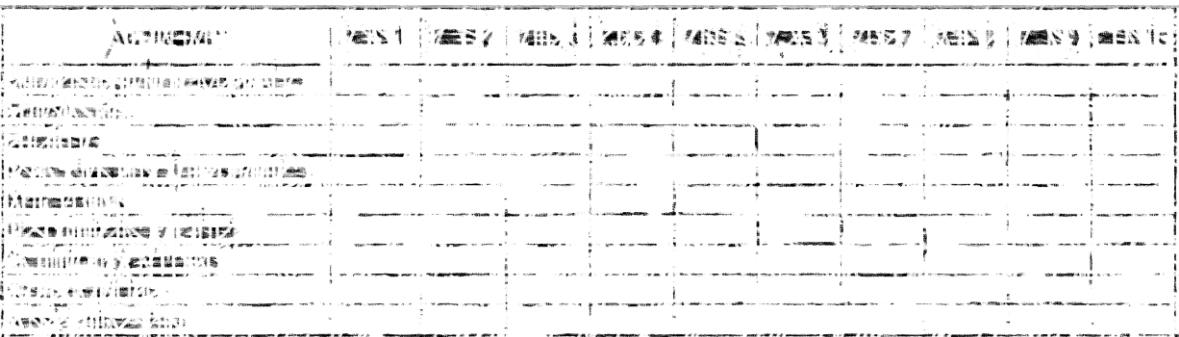
Presupuesto Global del Proyecto	
Item	Valor (COP)
1. Materiales	1.200.000.000
2. Mano de obra	800.000.000
3. Gastos de administración y mantenimiento	200.000.000
4. Gastos de transporte	100.000.000
5. Gastos de energía	50.000.000
6. Gastos de agua	50.000.000
7. Gastos de otros servicios	50.000.000
8. Gastos de impuestos y tasas	50.000.000
9. Gastos de seguros	50.000.000
10. Gastos de otros recursos	50.000.000
Total	2.450.000.000

Adaptado de (Alcaldía de Bucaramanga)

12. Cronograma

En este capítulo, se presenta el cronograma de obra que guiará la ejecución del proyecto. De acuerdo con las actividades definidas en los capítulos anteriores, se definen los tiempos de ejecución de cada una de ellas en la figura 15, presentando el cronograma. Este cronograma no solo es una guía temporal, sino una herramienta que permitirá realizar el seguimiento y ejecución de cada una de las actividades planteadas para este proyecto.

Figura 15. Cronograma del proyecto.



13. Difusión y comunicación

Para asegurar una comunicación efectiva y transparente sobre el proyecto, se ha elaborado un plan de difusión y comunicación que abarca diversos medios y estrategias. Dado que este proyecto es una obra de construcción, se incluirán elementos normativos de comunicación, como vallas informativas en el sitio de la obra y publicaciones en diarios locales. Estas herramientas garantizarán que la información llegue tanto a la comunidad directamente afectada por el proyecto como al público en general.

Además, se contempla la realización de talleres de socialización del proyecto, los cuales involucrarán a todos los actores relevantes del proyecto, incluyendo a los residentes locales, representantes de instituciones gubernamentales, recicladores de oficio, y demás actores identificados en el análisis de interesados. Estos talleres servirán como espacios para divulgar información final del proyecto y recoger retroalimentación directa de los involucrados.

En este sentido, se establece como objetivo de difusión y comunicación: Mantener informados a todos los interesados sobre el progreso, el estado y las particularidades del proyecto, además, se presenta la Tabla 12. Matriz de Medio de difusión y comunicación

Tabla 12. *Matriz de Medio de difusión y comunicación*

Tipo de Medio	Descripción	Cobertura
Talleres de Socialización	Sesiones participativas con actores clave para socializar el proyecto de Construcción de la Estación de Clasificación y aprovechamiento.	Involucración directa de los interesados
Vallas Informativas de radicación y aprobación de licencias.	Colocación de vallas informativas en el sitio de la obra y puntos estratégicos de la comunidad	Comunidad local y transeúntes
Publicaciones en Diarios	Anuncios y artículos en diarios locales, de acuerdo con procedimiento interno asociado a la solicitud de Licencia con Curadurías Urbanas	Comunidad en general
Redes Sociales Institucionales	Publicaciones regulares en las redes sociales oficiales de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta	Alcance global y comunidad local
Difusión Radial	Entrevistas radiales y cuñas publicitarias relacionadas con el proyecto.	Audiencia local y regional
Correos Electrónicos	Boletines informativos enviados a una lista de usuarios	Alcance personalizado
Página Web	Publicaciones en página web oficiales de los municipios, relacionada con noticias, información y actualizaciones	Acceso global y comunidad en general

Tipo de Medio	Descripción	Cobertura
	periódicas de los avances en las diferentes etapas del proyecto.	
Publicación en el Secop	Proceso de contratación visible en la plataforma de contratación estatal (Secop)	Acceso público a información contractual

Este plan integral garantiza que la información sobre el proyecto llegue a diversos públicos y se adapte a sus necesidades de manera efectiva, al tiempo que fomenta la participación y la colaboración entre todas las partes involucradas.

14. Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación

En este capítulo, se detalla el método que se utilizará para evaluar los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto. La evaluación es una etapa crucial que permite medir el impacto de las acciones realizadas, identificar áreas de mejora y retroalimentar el proceso de manera continua.

El método de evaluación propuesto se basa en una serie de indicadores previamente definidos, los cuales se relacionan directamente con el fin, propósito, componentes y actividades establecidos en el capítulo 10.2 Matriz de marco lógico. Estos indicadores abarcan diferentes aspectos, en el corto plazo, el cumplimiento de actividades, en el mediano plazo, el cumplimiento de los componentes, y en el largo plazo el cumplimiento del propósito y el fin establecido.

Para llevar a cabo la evaluación, se emplearán diversas técnicas y herramientas de recolección de datos, adaptadas a las características específicas del proyecto y a las

necesidades de información identificadas. Entre estas técnicas se incluyen reportes realizados por el Sitio de Disposición final El Carrasco relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero, así como el reporte de disposición de residuos sólidos provenientes de los municipios que participan en el proyecto. De otra parte, la información reportada a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios asociada a la cantidad de residuos sólidos aprovechados en los municipios que hacen parte del proyecto, lo cual permitirá realizar una evaluación de los resultados de fin y propósito una vez implementado el proyecto

Asimismo, se tendrán en cuenta los documentos e información publicada en el Secop relacionada con el proceso contractual, así como una relación directa con la Supervisión e interventoría del proyecto lo cual permitirá conocer el estado de avance de ejecución financiera y física del proyecto que permite realizar la evaluación del producto y actividades del proyecto.

Una vez recopilada la información relevante, se procederá a su análisis e interpretación, con el fin de identificar los logros alcanzados, los desafíos enfrentados y las lecciones aprendidas durante la implementación. Los resultados de esta evaluación servirán como insumo para la toma de decisiones futuras, orientadas a optimizar el desarrollo del proyecto y maximizar su impacto positivo en la comunidad.

15. Resultados

El presente trabajo de grado se enfocó en cumplir los objetivos planteados, los cuales se detallan a continuación junto con sus respectivos resultados.

Objetivo general. De acuerdo con esto, el objetivo General estuvo enfocado en Formular un proyecto, empleando la metodología MGA, que permita contribuir a la reducción de la cantidad de residuos sólidos aprovechables, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Como resultado de esto, se desarrolló un proyecto basado en la metodología MGA, el cual propone una serie de objetivos específicos para reducir la cantidad de residuos sólidos destinados a la disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Para ello, se desarrollo

- Análisis de interesados
- Identificación del problema
- Análisis del problema (Árbol de problemas)
- Análisis de objetivos (Árbol de objetivos)
- Análisis de alternativas de solución
- Estructura Analítica del Proyecto EAP
- Construcción de Matriz de Marco Lógico MML

Además, los objetivos específicos establecidos se presentan a continuación con los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

Objetivos Específicos 1. Analizar las principales tendencias latinoamericanas aplicadas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos para áreas metropolitanas con el fin de comprender las formas de abordaje actualmente en uso en el contexto internacional más próximo.

Como resultado, se realizó un análisis de las tendencias latinoamericanas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, identificando prácticas exitosas y lecciones

aprendidas de países como México, Brasil, Argentina, Colombia. Este análisis proporcionó una comprensión del panorama actual en el contexto internacional más cercano, permitiendo extraer elementos clave para la formulación del proyecto, información se encuentra compilada en el Estado del Arte del presente documento.

Objetivos Específicos 2. Evaluar las posibles alternativas aplicables para el contexto de reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Como resultado de esto, se realizó una evaluación de diversas alternativas identificadas que buscan atacar las causas identificadas en el árbol de problemas para reducir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que llegan a la disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

En este sentido, se identificaron cuatro alternativas posibles dentro de las que se encontraban, en primer lugar, promover la conciencia del consumo responsable y sostenible para educar a la población sobre la importancia de reducir el consumo innecesario, utilizar productos eco amigables y tomar decisiones de compra informadas que consideren el impacto ambiental y social de los productos. En segundo lugar, implementar programas de formación, capacitación y sensibilización sobre separación de residuos, de tal forma que se aborde la importancia de la separación adecuada de los residuos, así como las técnicas prácticas para llevarla a cabo. En tercer lugar, renovar y optimizar el sistema de transporte para recolección selectiva, actualizando la flota de vehículos, implementando y socializando a la ciudadanía rutas más eficientes, y por último Crear espacios para el aprovechamiento de residuos sólidos y fortalecer la infraestructura técnica y operativa, construyendo instalaciones dedicadas a la

clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos aprovechables, para una gestión adecuada de residuos.

Para ello, se estableció una escala de valoración, uno criterios técnicos de evaluación que permitieron realizar la matriz de evaluación de alternativas permitiendo selecciona la opción más viable, considerando factores establecidos para su selección. Esta información detallada se presenta en el capítulo 9. Análisis de alternativas.

Objetivos Específicos 3. Establecer los requerimientos técnicos y financieros de la puesta en marcha de una solución que contribuya a la reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga con el fin de evaluar la viabilidad económica de su puesta en marcha.

Como resultado se realizó el análisis del Documento "Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA", elaborado por el Departamento Nacional de Planeación, en donde se identificaron los requerimientos técnicos y financieros mínimos para la puesta en marcha de una solución que contribuya a la reducción de la cantidad de residuos sólidos que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga

Por último, para presentar de manera adecuada los resultados, se realizó la tabla 13 la cual presenta los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto.

Tabla 13. *Matriz de Resultados*

Objetivo		Resultados	Sección
Objetivo General: Formular un proyecto, empleando la metodología MGA, que	Se desarrolló un proyecto basado en la metodología MGA, el cual propone una serie de objetivos específicos para reducir la cantidad de residuos sólidos		Capítulo 6
			Capítulo 7
			Capítulo 8
			Capítulo 9

Objetivo	Resultados	Sección
permita contribuir a la reducción de la cantidad de residuos sólidos aprovechables, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.	destinados a la disposición final en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Para ello, se desarrolló: Análisis de interesados Identificación del problema Análisis del problema (Árbol de problemas) Análisis de objetivos (Árbol de objetivos) Análisis de alternativas de solución Estructura Analítica del Proyecto EAP Construcción de Matriz de Marco Lógico	Capítulo 10
Analizar las principales tendencias latinoamericanas aplicadas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos con el fin de comprender las formas de abordaje actualmente en uso en el contexto internacional más próximo.	Se realizó un análisis de las tendencias latinoamericanas en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	Capítulo 5 Subcapítulo 5.4
Evaluar las posibles alternativas aplicables para el contexto de reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga.	Se identificaron cuatro alternativas posibles y se estableció una escala de valoración, uno criterios técnicos de evaluación que permitieron realizar la matriz de evaluación de alternativas permitiendo selecciona la opción más viable, considerando factores establecidos para su selección.	Capítulo 9 Subcapítulo 9.1 Subcapítulo 9.2 Subcapítulo 9.3
Establecer los requerimientos técnicos y financieros de la puesta en marcha de una solución que contribuya a la reducción de la cantidad de residuos sólidos, que llegan de forma definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área	Se presenta el Documento "Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA", elaborado por el Departamento Nacional de Planeación, en donde se identificaron los requerimientos técnicos y financieros mínimos para la puesta en marcha de una solución que contribuya a la reducción de la cantidad de residuos sólidos que llegan de forma	Capítulo 9 Subcapítulo 9.4

Objetivo	Resultados	Sección
Metropolitana de Bucaramanga con el fin de evaluar la viabilidad económica de su puesta en marcha.	definitiva en el sitio de disposición final destinado para el Área Metropolitana de Bucaramanga	

Ahora bien, en concordancia con los diferentes componentes que integran la Metodología General Ajustada, en la tabla 14 se presenta el detalle de los aspectos considerados y desarrollados en la formulación del proyecto para cada uno de dichos componentes.

Tabla 14. Tabla guía para el diligenciamiento de los módulos de la plataforma MGA

Componente	Aspectos considerados	Sección
Identificación	Pertinencia y articulación con el Planes de Desarrollo y normativa	5.2
	Planteamiento del problema	7.1
	Árbol de problemas	7.2
	Análisis de objetivos	8
	Árbol de objetivos	8
	Análisis de alternativas	9
	Identificación de alternativas	9.1
	Evaluación de alternativas	9.2
	Selección de alternativas	9.3
Preparación	Análisis técnico	4
	Localización	5.3
	Cadena de Valor	11
	Riesgos	10.6
	Ingresos y beneficios	10.6
Evaluación	Indicadores	10.3.4
	Presupuesto	11
	Alcance	4, 5.3
Programación		10.5
	Programación	12
		5.2
		5.3
	Focalización	10.2

16. Discusión

El camino hacia la reducción de residuos sólidos puede ser complejo y requiere esfuerzos continuos y articulados para que pueda ser considerada como una de las estrategias para minimizar los impactos ambientales en los entornos urbanos. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (2016) la etapa más deseable en el proceso de disminución de residuos es la de prevenir o establecer medidas para prevenir que se generen de forma tal que se garantice un consumo responsable y sostenible, no obstante, este proyecto representa un primer paso importante en la búsqueda de soluciones sostenibles para la disminución de residuos que llegan al relleno sanitario del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Ahora bien, es importante resaltar que para disminuir la cantidad de residuos sólidos aprovechables que van a disposición final, es necesario evaluar y considerar diversas alternativas, que permitan mantener en el tiempo los patrones de producción y consumo responsable en todas las etapas de la gestión de residuos, y que sumado a esto fomente la gestión ecológica y la generación de empleo. (United Cities and local Governments - CGLU, 2017).

De otra parte, en el análisis de tendencias para el aprovechamiento de residuos fue posible identificar procesos orientados a la valorización de residuos orgánicos y reciclables, en donde las principales limitaciones están asociadas a aspectos de infraestructura, capacidad técnica y tecnológica. (Carrillo et al., 2020). Por lo anterior, la construcción de una Estación de Clasificación y aprovechamiento permitirá mejorar las condiciones técnicas y operativas

con capacidad para aprovechar hasta 50 toneladas, que permitan el adecuado desarrollo de los procesos de selección, clasificación y aprovechamiento de residuos, garantizando la infraestructura adecuada para el funcionamiento y operación de la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos reciclables, que cumpla con todos los requerimientos técnicos, normativos y legales, y que a su vez permita mejorar las condiciones en las cuales la población recicladora.

De acuerdo con lo anterior, es fundamental reconocer la necesidad de seguir avanzando en la implementación de diversas estrategias para lograr un impacto significativo y duradero en la gestión de residuos sólidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, pues a medida que avanzamos en educación y conciencia ciudadana sobre la separación adecuada de residuos, es probable que aumente la cantidad de materiales que se recogen para su reutilización

Por último, es crucial entender la importancia de implementar una variedad de estrategias para lograr una reducción sustancial de estos residuos.(Banco de Desarrollo de América Latina CAF, 2018). Si bien una sola estrategia no constituye una solución definitiva por sí sola, representa un primer paso fundamental para alcanzar el objetivo establecido. No obstante, la implementación de esta alternativa, junto con otras medidas complementarias, permitirá avanzar significativamente en la gestión eficiente de los residuos sólidos.

17. Conclusiones

La situación crítica de la vida útil de rellenos sanitarios en Colombia subraya la necesidad imperiosa de encontrar alternativas efectivas para la gestión de residuos sólidos.

Específicamente, el cierre del relleno sanitario "El Carrasco" en el Área Metropolitana de Bucaramanga enfatiza la necesidad de encontrar estrategias que permitan reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan a disposición final.

Es así como el proyecto de formulación para la construcción de una Estación de Clasificación y aprovechamiento contribuirá a la reducción de residuos sólidos aprovechables que actualmente se destinan al relleno sanitario, disminuyendo la presión sobre los sitios de disposición final, extendiendo su vida útil y reduciendo los impactos ambientales negativos.

Es preciso señalar que la Metodología General Ajustada (MGA) corresponde a una adaptación de la metodología de marco lógico a la realidad Colombiana, por ende, con el cumplimiento del objetivo general fue posible identificar, planificar, y establecer herramientas de seguimiento y evaluación para el proyecto.

Además, con el primer objetivo específico fue posible analizar las tendencias actuales en América Latina respecto al manejo y aprovechamiento de residuos sólidos, identificando diversas corrientes emergentes en la región, entre las que se encuentra el aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, la conversión de residuos en fuentes de energía, prácticas de reutilización y reuso, programas educativos orientados hacia la gestión de residuos, optimización del sistema de recolección, así como la promoción de sistemas de separación efectiva en la fuente de generación.

El segundo objetivo, permitió una evaluación de posibles alternativas para reducir la cantidad de residuos sólidos en el contexto del Área Metropolitana de Bucaramanga, concluyendo que la creación de espacios para el aprovechamiento de residuos sólidos y el fortalecimiento de la infraestructura técnica es la opción que contribuye de forma integral y

articula los aspectos técnico y operativos, sociales, políticos y temporales en el contexto del aprovechamiento de residuos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, contribuyendo significativamente a la reducción de impactos ambientales y se mejora la calidad de vida de los habitantes locales.

Además, la construcción de una Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento requieren una menor inversión de recursos que alternativas como la incineración, gasificación o biodigestión, haciéndolas más accesibles y viables para su implementación, además de contar con beneficios económicos y sociales, beneficiando significativamente a poblaciones en situación de vulnerabilidad social.

El tercer objetivo específico, identificó los requerimientos técnicos y financieros para la construcción de una Estación de Clasificación y aprovechamiento, lo cual permite gestionar recursos de sector público y/o privado, así como la exploración de mecanismos de cooperación internacional. No obstante, es importante resaltar que la alternativa seleccionada no constituye una solución definitiva, pero representa un primer paso hacia el logro del propósito planteado.

De acuerdo lo anterior, para obtener un mayor impacto en la disminución de residuos sólidos aprovechables que actualmente van a disposición final, es esencial integrar diversas estrategias y alternativas que aseguren un impacto social, económico y ambiental, sin olvidar que la educación y la sensibilización ciudadana desempeñan un papel fundamental en el proceso de aprovechamiento y tratamiento integral de los residuos. Por lo tanto, es imprescindible incluir procesos de educación y capacitación en todo momento, ya que la participación de todos los actores es fundamental para el éxito del proyecto.

18. Recomendaciones

Frente al desafiante panorama que enfrenta el país en cuanto a la gestión de residuos sólidos, resulta imperativo adoptar un enfoque integral que incluya diversas recomendaciones clave. Por lo anterior, el presente capítulo desarrolla recomendaciones en términos de replicabilidad, educación y cultura ciudadana, recursos, gobierno y academia

Replicabilidad: Dada la replicabilidad de este proyecto y su impacto positivo en la gestión integral de residuos, se recomienda continuar formulando, gestionando e implementando iniciativas similares, adaptando las estrategias que contribuyan a la reducción de residuos sólidos destinados a disposición final, especialmente ante el creciente volumen que actualmente colapsa los rellenos sanitarios.

Es fundamental explorar diversas soluciones, reconociendo que no existe una única solución, sin embargo, la implementación de estaciones de clasificación y aprovechamiento no solo ofrece beneficios ambientales al reducir la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios, sino que también pueden beneficiar significativamente a poblaciones en situación de vulnerabilidad social al crear oportunidades de empleo y fomentar la conciencia ambiental dentro de la comunidad.

Educación y Cultura Ciudadana: La educación y la cultura ciudadana desempeñan un papel crucial en la transformación de la gestión de residuos hacia un modelo sostenible, por lo anterior, es fundamental que los gobiernos y diversos actores promuevan e inculquen una cultura ciudadana que fomente la separación en la fuente y que integre los principios de la Economía Circular en la vida cotidiana. Estos principios, representados en las 9R: Repensar, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Remanufacturar, Reducir, Re-proponer, Reciclar y

Recuperar, son fundamentales para minimizar el impacto ambiental de los residuos y maximizar el valor de los recursos. Esto no solo contribuirá a la conservación de recursos y la reducción de residuos, sino que también generará un cambio cultural hacia comportamientos más sostenibles y responsables.

Recursos: Es imperativo que los gobiernos locales y otros actores relevantes identifiquen y movilicen fondos del sector público, a través de presupuestos asignados específicamente para proyectos ambientales y de gestión de residuos. Además, la participación del sector privado es fundamental, ya sea mediante inversiones directas, colaboraciones público-privadas (PPP) o iniciativas de responsabilidad social empresarial (RSE), que no solo aportan recursos financieros sino también conocimientos técnicos y experiencia en gestión.

Además, la exploración de mecanismos de cooperación internacional es esencial para acceder a fondos y conocimientos especializados que pueden complementar los recursos locales. Esto incluye la colaboración con organismos multilaterales, agencias de desarrollo y fondos internacionales destinados a proyectos de sostenibilidad y medio ambiente.

Gobierno: Es crucial que el gobierno nacional, departamental y municipal revisen de manera exhaustiva y simplifiquen las normativas vigentes relacionadas con la gestión integral de residuos. Por ende, se requiere una actualización normativa que refleje los avances tecnológicos y mejores prácticas en el manejo de residuos. Esto permitiría que regulaciones no obstaculicen, sino que por el contrario promuevan la adopción de soluciones sostenibles y eficaces para el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida de las comunidades

Academia. Es esencial promover una colaboración robusta y continua entre instituciones académicas y entidades gubernamentales locales en el ámbito de la gestión

integral de residuos. Establecer prácticas profesionales en colaboración con proyectos locales, permitiría a los estudiantes y profesionales adquirir experiencia práctica directa. Esto no solo les proporcionaría habilidades técnicas, sino también una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades en la gestión de residuos a nivel local.

Además, es importante destacar que muchos municipios carecen de profesionales capacitados, estudios y diseños necesarios para formular, estructurar, gestionar e implementar soluciones efectivas en gestión de residuos. La colaboración con la academia podría llenar este vacío al desarrollar programas de estudio y proyectos de investigación conjuntos que aborden las necesidades específicas de cada comunidad.

Referencias

- Alcaldía de Bucaramanga. (2022). *PGIRS Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2022-2033*.
- Alcaldía de Bucaramanga. (2022, August 28). *Alcaldía de Bucaramanga*. Alcaldía de Bucaramanga. .
- Alcocer Quinteros, R., Cevallos Muñoz, O., & Knudsen González, J. (2019). Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el Cantón de Quevedo, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 362–367. <https://orcid.org/0000-0002-6926-4384>
- Angelo, S. G., & Rossi, E. M. Z. (2023). Plastic recycling in Uruguay: realities and complexities. *Vibrant Virtual Brazilian Anthropology*, 20. <https://doi.org/10.1590/1809-43412023v20d906>
- Anschütz, J., Scheinberg, A., & Ijgosse, J. (2004). *Putting Integrated Sustainable Waste Management into Practice*. www.waste.nl
- Apaza, J. (2019). *Análisis del Manejo de Residuos Sólidos en el Distrito de Chuquibamba, Considerando la Nueva ley de Residuos sólido*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Arboleda, G. (2013). Proyectos: Identificación, formulación evaluación y gerencia. In 2 edición .
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de 1991 Pública*.
- Banco de Desarrollo de América Latina CAF. (2018). *Economía circular en innovación tecnológica en residuos sólidos Oportunidades en América Latina*.

- Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF). (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*.
- Bartra, J., & Delgado, J. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2, 993–1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135
- Cáceres Badález, Gerardo. (2017). *Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos de la ciudad de moyobamba*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Caprile, M. (2020). *Modelado de los impactos ambientales de la disposición final de residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios basado en el Análisis de Ciclo de Vida*.
- Carrillo, S., González, M., & De la Cruz Cabrera, V. (2020). Manejo y Disposición de residuos sólidos en la comunidad de Portobelo. *Revista Científica Orbis Cognita*.
- Congreso de Colombia. (1994). *Ley 142 de 1994*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. (2008). *Documento CONPES 3530. Lineamientos y Estrategias Para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos* (pp. 1–45).
- Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. (2016). *Documento CONPES 3874. Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA)*.

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *CONPES 3874 - Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA*.

Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Construcción de Estación de Clasificación y aprovechamiento - ECA*.

Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Guía nacional para la adecuada separación de residuos sólidos 2022*.

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Metodología General Ajustada para la formulación de proyectos de inversión pública en Colombia*.

Duque, M. (2018). Los cuatro rellenos en crisis que pueden causar emergencias sanitarias. *El Tiempo*.

Espinoza-Quispe, C.-E., Marrero-Saucedo, F.-M., & Hinojosa Benavides, R. A. (2020). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal de Huancavelica, Perú. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 28. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4269>

Franco et al. (2018). *Situación de la Disposición final de residuos sólidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga Caso Relleno Sanitario El Carrasco*.

Galeano, B., & Ramírez, A. (2020). *Propuesta para el manejo de residuos sólidos en la plaza de mercado de la 21, basado en la Metodología MGA*. Propuesta para el manejo de residuos sólidos en la plaza de mercado de la 21, basado en la Metodología MGA. Bladimir Galeano Sánchez, Alexandra Tatiana Ramírez Salazar Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

- Gamonal, G. (2020). *Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - Provincia de Lambayeque - Departamento de Lambayeque*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- García, D., Duque, P., & Ospina, R. (2014). *Plan de dirección para la construcción del parque temático Omayra Sánchez- Armero, Guayabal, departamento de Tolima*.
- Gómez, L. (2020). *Desafíos y oportunidades en la gestión de residuos hacia una economía circular; una revisión del estado del arte hacia la comparación del desempeño de América Latina y el Caribe y la Unión Europea*.
- Gómez Sotelo, L. D. (2020). *Desafíos y Oportunidades en la gestión de residuos hacia una economía circular; una revisión del estado del arte hacia la comparación del desempeño de América Latina y el Caribe (ALC) y la Unión Europea (UE)*. Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Ambiental.
- Herrera-Uchalin, M. G., Valiente-Saldaña, Y. M., Garibay-Castillo, J. V., & Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 150–170. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2540>
- Instituto de Investigación Económica Aplicada – ipea. (2022). *Gobernanza metropolitana en América Latina un panorama de las experiencias contemporáneas desde una perspectiva comparada*. Instituto de Investigación Económica Aplicada - ipea.
- Juárez de la Rosa, J. A., Medina Martínez, H., Taboada González, P., Aguilar Virgen, Q., & Márquez Benavides, L. (2023). *Gobernanza ambiental en la gestión de*

residuos sólidos de los municipios en Oaxaca, México. *Acta Universitaria*, 1(33), 1–19.

Ministerio de Ambiente, V. y D. Territorial. (2010). *Política Nacional de producción y consumo hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva*. El Ministerio.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional de producción y consumo hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva*. El Ministerio.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Plan nacional para la gestión Sostenible de los plásticos de un solo uso*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Ministerio de Comercio, I. y T. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular: Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*.

Moreno Gómez, D. S., & Viancha Rincón, L. T. (2019). Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 1–90.

Muñoz- Menéndez, M. B., Contreras-Moya, A. M., Santos- Errero, R. F., Rosa- Domínguez, E. R., & Cárdenas Ferrer, T. (2021). *Evaluación técnica, económica y ambiental de una propuesta para la gestión de los residuos sólidos urbanos en Manta, Ecuador*. 595–618.

Naciones Unidas. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.

Naciones Unidas. (2018a). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible:*

una oportunidad para América Latina y el Caribe.

www.cepal.org/es/suscripciones

Naciones Unidas. (2018b). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe.*

Naciones Unidas, & Instituto de Investigación Económica Aplicada -ipea. (2022).

Gobernanza metropolitana en América Latina un panorama de las experiencias contemporánea desde una perspectiva comparada.

Ojeda, S. *, Lozano, G. :, Quintero, M., Whitty, K., & Smith, C. (2008). *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana.* 1–10.

ONU Medio Ambiente. (2018). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe* (pp. 1–260).

Ortega Ramírez, A. T., Marín Maldonado, D. F., & Castro, N. E. (2021). Problems of Generation, Disposal, and Treatment of Solid Waste in the Municipality of Quibdó, Colombia. In *Producción y Limpia* (Vol. 16, Issue 2, pp. 179–196). Corporación Universitaria Lasallista. <https://doi.org/10.22507/pml.v16n2a9>

Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.* www.issuu.com/publicacionescepal/stacks

Osorio Borrero, M. del P. (2019). Determinantes socioeconómicos del reciclaje en La Paz, Bolivia: un análisis de política pública. *Investigación & Desarrollo*, 19(2), 59–74. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.2-4e>

- Posada, E. (2020). Perspectives Of Project Engineering In The Disposal Of Solid Waste In Colombia And Possibilities Of Energy Use And Valuation. *Revista EIA*, 17(33).
<https://doi.org/10.24050/reia.v17i33.1314>
- Presidente de la República. (2013). *Decreto 2981 de 2013*.
- Presidente de la Republica. (2015). *Decreto 1077 de 2015*.
- Presidente de la República. (2016). *Decreto 596 de 2016*.
- Raza-Carrillo, D., & Acosta, J. (2022). Environmental planning and recycling of solid urban waste. *Economía, Sociedad y Territorio*, 22(69), 519–544.
<https://doi.org/10.22136/est20221696>
- Salas, R., Goñas Pinedo, H. M., & Sanchez Sorue, E. J. (2018). Factores que influyen en el manejo de los residuos sólidos municipales, Pomacochas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(1), 36.
<https://doi.org/10.25127/aps.20181.382>
- Saldaña Durán, C. E., & Nájera González, O. (2019). Identification of potential sites for urban solid waste disposal in the municipality of tepic, nayarit, Mexico. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(Special Issue 2), 69–77.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.esp02.07>
- Sánchez-Muñoz, M. del P., Cruz-Cerón, J. G., & Maldonado-Espinel, P. C. (2020). Urban solid waste management in Latin America: An analysis from the perspective of waste generation. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321–336.
<https://doi.org/10.14718/REVFINANZPOLITECON.2019.11.2.6>

- Sierra, C., & Freddy León Reyes MEd, I. (2021). *Localización de áreas potencialmente adecuadas para el desarrollo de un relleno sanitario para el Área Metropolitana de Bucaramanga*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2020). *Informe Sectorial Aprovechamiento 2019*.
- Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios. (2021). *Informe Nacional de Disposición final de residuos Sólidos 2020*.
- The World Bank. (2018). *What a Waste 2.0*.
- Trelles-Díaz, V. M., Valiente-Saldaña, Y. M., & De-Valladolid-Martínez, J. B. G. (2023). Gestión de residuos sólidos para elaborar proyectos de inversión. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 203–218. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2544>
- United Cities and local Governments - CGLU. (2017). *Cuarto Informe Mundial sobre la Descentralización y la Democracia Local. Cocreando el futuro urbano. La agenda de las metrópolis, las ciudades y los territorios*. www.uclg.org
- Universidad Nacional de Colombia. (2021a). Debates Gobierno Urbano: Gestión de residuos sólidos en América Latina: ¿hacia una economía circular? In *Publicación seriada del Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*.
- Universidad Nacional de Colombia. (2021b). Gestión de residuos sólidos en América Latina: ¿hacia una economía circular? In *Debates de Gobierno Urbano* (Vol. 1, Issue 28, pp. 1–54). Universidad Nacional de Colombia.

Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga. (2022). Introducción a la Dirección y Gestión de Proyectos Maestría en. In *Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos*. .

Valderrama Ocoró, M. F., Chavarro Guzmán Luz Elena, Osorio Gómez, J. C., & Peña Montoya, C. Cecilia. (2018). Estudio dinámico del reciclaje de envases PET en el Valle del Cauca. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 67–74.
<https://doi.org/10.22507/rli.v15n1a6>