

**RECOMENDACIONES DIRIGIDAS AL PLANTEAMIENTO DE POLÍTICAS  
PÚBLICAS DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS  
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**LAURA CAMILA SÁENZ TOBO**

**Proyecto integral de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental**

**Orientador**

**FELIPE CORREA MAHECHA**

**Ingeniero Químico**

**Msc Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**BOGOTÁ, D.C**

**2021NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del calificador

Bogotá D.C febrero de 2021

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

(Dr.) Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

(Dr.) Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

(Dra.) María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

(Dr.) Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaría General

(Dra.) Alexandra Mejía Guzmán

Decano de la Facultad de Ingenierías

(Dr.) Julio César Fuentes Arismendi

Director de Departamento

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en este documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por su apoyo y compañía incondicional en todo momento, por darme las herramientas para ser la persona que soy y por depositar siempre su confianza en mí.

A ti, por motivarme en todo momento a seguir adelante y concluir este proyecto a pesar de las razones que me detenían.

A mis familiares y amigos, que me brindaron su apoyo y me aportaron de forma directa o indirecta en este trabajo.

Este trabajo es gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante con la culminación de este trabajo. Seguido, a mis seres queridos y a mis amigos, por todo el apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida y en este proceso, por creer en todo momento en mí y por ayudarme a creer en mí.

Agradezco, igualmente, a la Fundación Universidad de América por haberme abierto las puertas para estudiar mi carrera y la posterior especialización, por haberme brindado todos los conocimientos necesarios para formar un profesional integro, así como al grupo de docentes que me formó y aportó sus conocimientos para superar esta etapa, especialmente a la Directora del departamento de ambiental, la Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina, por su apoyo y comprensión ante mis dificultades.

Finalmente agradezco a mi director de monografía, el Ing. Felipe Correa, por su guía durante este proceso, por aportarme todos sus conocimientos y punto de vista a lo largo del desarrollo del trabajo y por su comprensión y colaboración frente a las complicaciones que se presentaron en el camino.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>pág.</b>
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1. Objetivo General	16
1.2. Objetivos Específicos	16
2. MARCO TEÓRICO	17
3. REVISIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN BOGOTÁ	21
3.1. Marco Normativo	21
3.1.1. Definiciones	21
3.1.2. Generalidades	22
3.2. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de Bogotá	25
3.3. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) de Bogotá	31
3.4. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en Bogotá.	43
4. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNDO	47
4.1. Manejo de los residuos sólidos domésticos, un camino hacia la economía circular.	47
4.2. Tecnologías para el manejo de residuos sólidos domiciliarios	48
4.3. Experiencias mundiales frente al manejo de residuos sólidos domésticos	50
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
5.1. Análisis comparativo entre experiencias mundiales y el entorno de Bogotá	60
5.2. Recomendaciones dirigidas a mejorar la gestión de residuos sólidos domésticos en Bogotá a través del uso de políticas públicas.	67

6. CONCLUSIONES	69
7. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72



## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Aprovechamiento en las líneas de gestión de orgánicos, RCD y MPA seco.	27
<b>Figura 2.</b> Estructura General del Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos.	32
<b>Figura 3.</b> Propuesta de Definición y Competencia de Residuos Sólidos.	33
<b>Figura 4.</b> Grupo de localidades servidas por Doña Juana y Estaciones de transferencia.	35
<b>Figura 5.</b> Tipos de estaciones de transferencia.	37
<b>Figura 6.</b> Tasa meta de reciclaje (%).	38
<b>Figura 7.</b> Vida Útil del Relleno Sanitario Doña Juana.	40
<b>Figura 8.</b> Categorías de muestreo para clasificación de los R.S residenciales.	44
<b>Figura 9.</b> Media ponderada composición física de los R.S residenciales Bogotá D.C. 2011.	45
<b>Figura 10.</b> Evolución del concepto “economía circular”	47
<b>Figura 11.</b> Tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos municipales.	49
<b>Figura 12.</b> Importancia relativa de las diferentes opciones de tratamiento de residuos en América Latina y el Caribe (AL&C), Estados Unidos y Europa.	54

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Resumen del Servicio de Recolección del Sector Urbano.	36
<b>Tabla 2.</b> Análisis comparativo entre las características necesarias para un adecuado manejo de RSU y lo aplicado actualmente en Bogotá en su sistema de gestión de RSU.	61

## RESUMEN

A medida que la densidad de población, la urbanización y la industrialización continúan aumentando, también lo hacen las cantidades de desechos urbanos que se generan alrededor del mundo. En el caso de la ciudad de Bogotá esta es una gran problemática, debido a que se producen grandes cantidades de residuos a diario, y aproximadamente el 60 % de estos son residuos sólidos urbanos (RSU). A partir de lo anterior, este documento tiene como objetivo destacar prácticas que permitan mejorar el manejo de los RSU en Bogotá, con el fin de realizar recomendaciones para el planteamiento de políticas públicas que permitan mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos. Esto se plantea realizar a través de la recopilación de investigaciones que reúnan diferentes características positivas en el uso adecuado del manejo de los RSU a nivel mundial.

**Palabras clave:** Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Sólidos Domiciliarios, Residuos Sólidos Ordinarios, Sistema, Gestión, Ambiente, Políticas.

## ABSTRACT

As population density, urbanization and industrialization continue to increase, so do the amounts of urban waste generated around the world. In the case of the city of Bogota this is a big problem, because large quantities of waste are produced daily, and approximately 60% of these are municipal solid waste (MSW). Based on the above, this document aims to highlight practices that allow improving the management of MSW in Bogota, in order to making recommendations for the formulation of public policies to improve the urban solid waste management system. This is intended to be done through the collection of research that has different positive characteristics in the proper use of MSW management worldwide.

**Keywords:** Municipal solid waste, ordinary solid waste, system, management, environment, politics

## **ABREVIATURAS**

**EC:** Economía Circular

**GRSU:** Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos

**MPA:** Material Potencialmente Aprovechable

**PGIRS:** Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**PMIRS:** Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos

**RCD:** Residuos de Construcción y Demolición

**RSU:** Residuos Sólidos Urbanos

**RSDJ:** Relleno Sanitario Doña Juana

**UASEP:** Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

## INTRODUCCIÓN

La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) es un tema complejo que supone un gran desafío para los Estados. Una mala gestión de los residuos, además de generar problemas ambientales graves (emisión de gases efecto invernadero, cambio climático, daño ambiental y a la salud humana, pérdida de biodiversidad, contaminación del suelo), también puede involucrar dificultades políticas, sociales y económicas desfavorables (Aparcana, 2017). Estos aspectos negativos se ven relacionados a la cantidad de variables que se encuentran involucradas al momento de hablar de Residuos Sólidos Urbanos (RSU),

A esta problemática se suma el exponencial crecimiento demográfico lo cual incrementa la producción, el consumo y por ende la generación de residuos sólidos. Esto causa una afectación principalmente a países en vía de desarrollo, ya que sus sistemas de gestión suelen ser deficientes y no son ambientalmente sostenibles (J. Padilla & Trujillo, 2018). Según Kaza (2018), en el mundo se generan aproximadamente  $2 \times 10^9$  toneladas (t) de residuos, además se estima que el 33% de estos residuos no son dispuestos de forma correcta y el 40% van directo a vertederos. En Latinoamérica, el 50% de los desechos se dirigen a rellenos sanitarios y apenas se recicla alrededor del 15% de los residuos en algunas ciudades (Pinha & Sagawa, 2020).

En el caso concreto de la ciudad de Bogotá, Colombia, cuenta en la actualidad con una población de 7'181.469 millones, de acuerdo al último censo realizado (DANE, 2018a) y para el año 2035 se proyecta un crecimiento aproximadamente a los 8'726,402 millones de habitantes (DANE, 2018b). Según el informe final de residuos sólidos del 2018, en la ciudad se dispuso 2'323,678 t de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana (UAESP, 2018b), en dicho relleno se detectaron varias deficiencias y fallas en el control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales, además presenta impactos ambientales significativos por vertimientos, debido a la ausencia y falta de tratamiento de los lixiviados producidos en el sitio (CGR, 2020). Esto ha permitido identificar que aproximadamente el 69% de los residuos que se disponen en el RSDJ pertenecen a la recolección de residuos domiciliarios (Domínguez, 2004) y se aprovechan entre el 14% y 15% de los residuos que se disponen allí diariamente, evidenciando un bajo nivel de reciclaje y separación en la fuente (Semana Sostenible, 2020). Por lo tanto, es válido decir que

la participación ciudadana en el proceso de manejo de los residuos sólidos es importante, dado que son los mayores generadores de residuos sólidos urbanos (Salgado, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo tiene como objetivo recopilar y analizar los diversos estudios que contengan información frente al manejo de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Bogotá, dirigido principalmente a las áreas residenciales. Para esto se hará uso del método comparativo, en donde se logre verificar, que deficiencias se presentan en este, en comparación a los mecanismos que se desarrollan en otras ciudades del mundo, para de este modo plantear recomendaciones u opciones de mejora, que permitan proponer políticas públicas que incentiven y eduquen a la población a realizar una mejor gestión, separación y disposición de los residuos sólidos, y que encaminen a la ciudad a practicar una gestión adecuada de los residuos sólidos domiciliarios.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Establecer recomendaciones encaminadas al posible planteamiento de políticas públicas que ayuden a mejorar la gestión de residuos sólidos domésticos en Bogotá, las cuales se acoplen al sistema social y normativo de la ciudad.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Identificar el marco normativo existente y los procedimientos aplicados para la gestión de residuos sólidos urbanos domésticos en la ciudad de Bogotá.
- Recopilar información de diferentes experiencias en el mundo frente a la gestión de los residuos sólidos domésticos.
- Seleccionar variables, criterios y características del manejo de residuos sólidos domésticos en otras ciudades del mundo, que puedan ser aplicados al contexto de Bogotá



## 2. MARCO TEÓRICO

- **Residuo Sólido**

Según la normatividad Colombiana en el Decreto 838 de 2015, capítulo I, un residuo sólido se define como

“cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.” (Decreto 838, 2005, pág. 3).

Se debe tener en cuenta que por residuo sólido también hace referencia a otros estados como semisólido, líquidos y gases.

- **Residuo Sólido Ordinario.**

Este concepto se encuentra definido en la normatividad colombiana bajo el Decreto 2981 de 2013, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el que se precisa como “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.” (Decreto 2981, 2013, pág. 6).

- **Residuo Sólido Aprovechable**

Este concepto se encuentra definido en la normatividad colombiana bajo el Decreto 2981 de 2013, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el que se precisa como “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” (Decreto 2981, 2013, pág. 5).

- **Clasificación de los Residuos**

Los residuos sólidos pueden clasificarse de diferentes formas:

*Según su origen:* Aquí se clasifican los residuos de acuerdo de donde provengan. Se encuentran incluidos aquellos residuos que se generan en la parte domiciliaria, comercial,

industrial, saneamiento básico de empresas de servicio público e institucional (González Niño & Rico López, 2018). Para el caso de esta investigación se va a hacer énfasis en los residuos producidos en los domicilios los cuales se pueden definir como los residuos que se generan en viviendas o en áreas afines.

**Residuos peligrosos:** Según Escobar (2015), los residuos peligrosos pueden ser aquellos que, en base a sus características de corrosividad, reactividad, toxicidad, inflamabilidad, patogenicidad, entre otras, representan un riesgo significativo a la salud pública o a la calidad ambiental (González Niño & Rico López, 2018).

**Residuos no peligrosos:** Este tipo de residuos son aquellos que no presentan un riesgo significativo frente a la salud pública o la calidad ambiental, estos pueden ser residuos orgánicos, papel, cartón, residuos de alimentos y plástico.

Sin embargo, se encuentran otro tipo de clasificaciones, por ejemplo, Siles (2012) realiza una descripción muy general y sencilla de la clasificación de los residuos (González Niño & Rico López, 2018):

**Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Se refiere a aquellos residuos que se generan de actividades domésticas, en establecimientos comerciales y aquellos que resultan de la limpieza de vías públicas con características domésticas (como el barrido de calles, corte de césped, poda de árboles, etc.).

**Residuos de Manejo Especial (RME):** Son aquellos residuos que provienen de actividades industriales pero no se consideran peligrosos ni residuos urbanos, y requieren de un manejo y disposición específico. Dentro de estos se pueden encontrar residuos producto de actividades agrícolas, de centros comerciales, de centros de salud (excluyendo los biológico-infecciosos), de actividades de construcción y demolición y residuos tecnológicos.

**Residuos Peligrosos (RP):** Estos residuos son aquellos que representan algún tipo de peligro hacia la salud humana y el medio ambiente. Presentan características identificables de peligrosidad y pueden ser: corrosivos, explosivos, tóxicos, inflamables o con agentes infecciosos; también se incluyen aquellos residuos que estuvieron expuestos a dichas particularidades. Es necesario resaltar que algunos de los residuos urbanos generados pueden ser catalogados como peligrosos, como es el caso de medicamentos vencidos, plaguicidas, pilas caducadas y otros.

- **Gestión de Residuos Sólidos.**

La gestión de los residuos sólidos urbanos comprende los procesos de recolección y disposición de los mismos. En Colombia, esta actividad está encargada al servicio público de aseo, quien se encarga del barrido de calles, recolección y transporte de basura y su disposición en el relleno sanitario (Montes Cortés et al., 2009). Es necesario tener en cuenta que al hablar de gestión de residuos se deben tener presentes factores técnicos, socio culturales, administrativos, institucionales, legales y económicos.

- **Generación de Residuos Sólidos.**

Toda actividad realizada por el ser humano, cualquiera que sea su naturaleza, implica generación de residuos. “cuando estas actividades responden al consumo o utilización de productos los residuos son llamados post-consumo, si por el contrario son producidos durante un proceso de producción son post-industria” (Corredor, 2010, pág. 39).

Es necesario que el generador de los residuos identifique las características peligrosas de estos, teniendo en cuenta las características de los procesos en donde dichos residuos se han generado y de las materias primas u otros insumos que han sido implementados, también es necesario que tengan conocimiento en cuanto a la clasificación de los residuos y el manejo que deben dar a los mismos (Navarrete Padilla, 2014).

- **Relleno Sanitario**

Nuevamente, el Decreto 838 de 2005 expedido por el presidente de la República de Colombia define relleno sanitario como

“lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.”(Decreto 838, 2005, pág. 3).

- **Políticas Públicas**

Son soluciones específicas de cómo manejar los asuntos públicos, además ayudan a orientar la gestión del gobierno para alcanzar sus objetivos. Las políticas públicas son

consecuencia de un proceso social, puesto que son acciones del gobierno tomadas para solucionar una problemática, con objetivos de interés público; son apuestas socio-políticas para resolver problemas públicos concretos, necesidades individuales y colectivas que son definidas por la misma sociedad.

De acuerdo a lo anterior las políticas públicas van más allá de un documento que lista actividades y propone asignaciones presupuestales, es la relación y conexión evidente del estado y la ciudadanía. Así pues éstas juegan un papel muy importante en cuanto a la construcción de realidad social (Torres & Santander, 2013)

### 3. REVISIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN BOGOTÁ

#### 3.1. Marco Normativo

##### 3.1.1. Definiciones

Las siguientes definiciones se tomaron de decretos, expedidos por el Ministerio De Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, convenientes a la GRSU.

a. 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.”(Decreto 2981, 2013, pág. 2)

b. Aprovechamiento: Según el Decreto 2981 este se define como

“Es la actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje.” (Decreto 2981, 2013, pág. 2)

c. Caracterización de los residuos: “Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades.”(Decreto 838, 2005, pág. 1)

d. Disposición final de residuos sólidos: “Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.” (Decreto 838, 2005, pág. 2)

e. Generador o productor: “Persona que produce y presenta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y por tanto es usuario del servicio público de aseo.” (Decreto 2981, 2013, pág. 3)

f. Gestión integral de residuos sólidos: El decreto 2981 de 2013 define este concepto como

“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.” (Decreto 2981, 2013, pág. 3)

g. Reciclador de oficio: “Es la persona natural o jurídica que se ha organizado de acuerdo con lo definido en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994 y en este decreto para prestar la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos.” (Decreto 2981, 2013, pág. 5)

h. Residuo sólido especial: Según el Decreto 2918 de 2013, se define como

“Es todo residuo sólido que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, sin perjuicio de los que sean objeto de regulación del Sistema de Gestión Posconsumo.” (Decreto 2981, 2013, pág. 5)

i. Separación en la fuente: Se encuentra definido en el Decreto 2981 de 2013 como

“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.” (Decreto 2981, 2013, pág. 6)

j. Usuario residencial: Definido en el decreto 2981 de 2013 como

“Es la persona que produce residuos sólidos derivados de la actividad residencial y se beneficia con la prestación del servicio público de aseo. Se considera usuario residencial del servicio público de aseo a los ubicados en locales que ocupen menos de veinte (20) metros cuadrados de área, exceptuando los que produzcan más de un (1) metro cúbico mensual.” (Decreto 2981, 2013, pág. 6)

### **3.1.2. Generalidades**

Colombia cuenta con una extensa regulación jurídica en cuanto al tema de manejo de residuos desde hace varios años. Inicialmente aparece el Decreto 2811 de 1974 (reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010), en el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. La expedición de este código trajo consigo un importante cambio en la gestión de residuos sólidos, pues no solo se inclinaba por la protección al medio

ambiente, sino también la de los núcleos familiares. Por tal razón, se dedica el título III del libro I, a la regulación de todo lo relacionado con residuos sólidos, desechos, basuras y desperdicios. Esta norma no se limita exclusivamente a la disposición final de residuos sólidos, ya que asimismo, contiene obligaciones que tanto municipios como productores tengan que cumplir para el adecuado manejo de los residuos.

Tras la expedición de este código, se expide también la Ley 9.<sup>a</sup> de 1979 (modificada por Decreto 2106 de 2019), la cual se conoce como el Código Sanitario Nacional, decretado por el Congreso de Colombia. Esta norma se encarga de regular lo relacionado con el tema de las basuras, haciendo énfasis en su recolección, transporte y disposición final. A su vez, contiene importantes disposiciones de carácter sanitario, que complementan aquellas normas ambientales relacionadas con los residuos sólidos. Posteriormente se emiten los decretos 2104 de 1983 (Derogada) y 605 de 1996 (parcialmente vigente) con el objetivo de reglamentar otras normas relacionadas al tema sanitario. Sin embargo, estos no aportaron cambios significativos en cuanto a residuos sólidos, puesto que no se evidenciaron mayores avances en la materia durante los años en que estuvieron vigentes (Montes Cortés et al., 2009).

Posteriormente, con la promulgación de la Constitución de 1991, la variable ambiental empezó a incluirse en acciones administrativas y a entrar en todo el ordenamiento jurídico. En la constitución se incluyó el saneamiento ambiental como un servicio público a cargo del Estado. También establece en el artículo 79°, el derecho de las personas a gozar de un medio ambiente sano, y en el artículo 366° plantea que el objeto fundamental de la actividad estatal, será solucionar las necesidades insatisfechas de la población, como lo es el saneamiento ambiental.

En consecuencia, se expide la Ley 99 de 1993 (reglamentado por Decreto 2372 de 2010), por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, donde se decretan los fundamentos de la política ambiental en Colombia. En cuanto al tema de residuos sólidos, se establece que el Ministerio de Ambiente es responsable de la realización de actividades de descontaminación, reciclaje y reutilización de residuos, como se expone en el Artículo 5° de esta ley. Asimismo, decreta que le corresponde a los municipios y distritos en programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos sólidos. Otra norma que entra a regular el tema de los residuos sólidos es la Ley 142 de 1994, la cual estableció normas aplicables al servicio público domiciliario de aseo.

Bajo esta norma se regulan los actos y contratos de las empresas prestadoras del servicio público de aseo y el régimen jurídico aplicable.

Para 1998 es expedida por el Ministerio de Ambiente, la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. En esta se estableció la importancia de la gestión de residuos dentro de la gestión ambiental del país. Este documento fija los lineamientos básicos requeridos para darles a los residuos sólidos una gestión integral, teniendo, en principio, un alcance tanto para los residuos ordinarios como para los peligrosos, sin embargo, con la expedición de esta política en el 2005 el alcance se limitó a los residuos ordinarios.

Una vez se expide la política de residuos de 1998, el país requiere una adecuación de su normatividad para lograr los fines que en ella se establecen. Es así como se expide el Decreto 1713 de 2002, esta reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 del 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación de servicios públicos de aseo. Con esta normatividad también se obliga a los municipios a elaborar y adoptar los Planes para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), que se diseñan con el fin de conocer y dimensionar la condición de cada municipio y distrito frente a sus residuos.

A esta norma le sucedieron varias disposiciones expedidas para reglamentar o modificar su contenido, entre estas se destacan el Decreto 1505 de 2003, en la que se incluyen modificaciones en cuanto a los PGIRS, y a las actividades relacionadas con el servicio de aseo. Igualmente, el Decreto 1140 de 2003, modifica el tema de almacenamiento de los residuos, la Resolución 1045 del 2003, por la cual se adopta la metodología de desarrollo de los PGIRS, y el decreto 838 de 2005, que se encargó de modificar todo lo relacionado con su disposición final. Finalmente el Decreto 1713 de 2005 es derogado por el art. 120° del Decreto Nacional 2981 del 2013.

Para 2008 se expide la Ley 1259 de este año, que establece en todo el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, modificando también el concepto de residuo sólido, lo que establece sanciones para las personas que infrinjan las normas relacionadas con ellos, con el fin de promulgar buenas prácticas ambientales. Esta ley fue reglamentada por el Decreto Nacional 3695 de 2009.

La norma más reciente relacionada con residuos sólidos es el Decreto 2981 de 2013 expedido por la Presidencia de la República. En este se reglamenta la prestación del servicio



público de aseo, donde se incluyen otros conceptos referentes a residuos sólidos aplicados a lo que concierne al servicio público de aseo. También se encuentra el Decreto 1077 de 2015, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, expidiéndose a su vez el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, observándose diferentes mandatos frente a los PGIRS. Este decreto fue actualizado por última vez el 14 de septiembre del 2020, siendo adicionado por el Decreto 1232 de 2020. Asimismo, se encuentra el decreto 596 de 2016, por el cual se decreta la formalización de los recicladores de oficio en la actividad de aprovechamiento de los residuos, agregando este tema en la parte 3, del título 2 del Decreto 1077 de 2015, a través del capítulo 5. Finalmente se encuentra el CONPES 3874 de 2016, mediante el cual se define la política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.

### **3.2. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de Bogotá**

Los PGIRS son instrumentos de planeación municipal o regional a mediano y largo plazo, para el manejo de los residuos sólidos, el cual está fundamentado en la política de gestión integral de los mismos. Para su elaboración es necesario realizar un diagnóstico inicial de la situación, luego realizar una proyección y hacer un plan financiero viable, garantizando así, un mejor manejo de los Residuos Sólidos (RS) y la adecuada prestación del servicio de aseo (incluyendo a los recicladores de oficio). Esta metodología se adopta bajo la resolución 1045 de 2003 del Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por otra parte, en la capital del país se toma este método mediante la resolución 132 de 2004 de la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015)

En la ciudad de Bogotá el último PGIRS desarrollado tiene una vigencia de doce años, entre el periodo de 2016 y 2027. Uno de los objetivos planteado en este, es delinear las políticas de gestión integral de residuos, soportado en el concepto de sostenibilidad, con el fin de desarrollar pautas culturales que aporten a la disminución de producción de residuos, la maximización del aprovechamiento, reincorporando los residuos a la cadena productiva reduciendo la demanda de materias primas, disminuyendo la emisión de gases efecto invernadero y reduciendo las afectaciones en cuanto a salud pública y a los ecosistemas (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015). Por otra parte, el PGIRS formula y precisa las órdenes impartidas por la Corte Constitucional en cuanto a la solicitud de cumplimiento del fallo de tutela T-724 de 2003, donde se expresa como obligación promover condiciones de igualdad reales y

efectivas, adoptando medidas a favor de grupos discriminados o marginados, para el caso en cuestión, la población recicladora de oficio. (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015)

Sin embargo, en el Plan de Gestión de Residuos Sólidos, se puede observar que la implementación de un modelo de gestión integral de residuos sólidos eficiente y orientado al aprovechamiento ha sido insuficiente. Esto se debe a que el servicio público de aseo aún tiene una orientación dirigida a la recolección y transporte indiscriminado de los residuos (es decir, sin una adecuada separación) y al enterramiento en los rellenos sanitarios (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015). En Colombia el 17% de los municipios cuenta con botaderos a cielo abierto, y el 34% de los rellenos sanitarios se encuentran en estado de alerta por el agotamiento de su capacidad (Sánchez, 2019) y para el 2015, 6300 ton/día fueron dispuestas en el RSDJ. Debido a esto se presenta la problemática en el RSDJ, el cual cuenta con una vida útil limitada. Además, se presentan otras falencias como lo son:

- Baja articulación y capacidad institucional del Distrito.
- Modelo operativo de gestión de residuos aprovechables urbanos inadecuado.
- Persistencia en la vulnerabilidad de la población recicladora.
- Poca cultura de aprovechamiento en todos los actores de la gestión de residuos sólidos, por lo cual no se extienden prácticas como separación en la fuente.
- Modelo financiero precario para la GIRS.
- Deficiente trabajo de investigación, desarrollo e innovación tecnológica para el tratamiento de residuos potencialmente aprovechables.

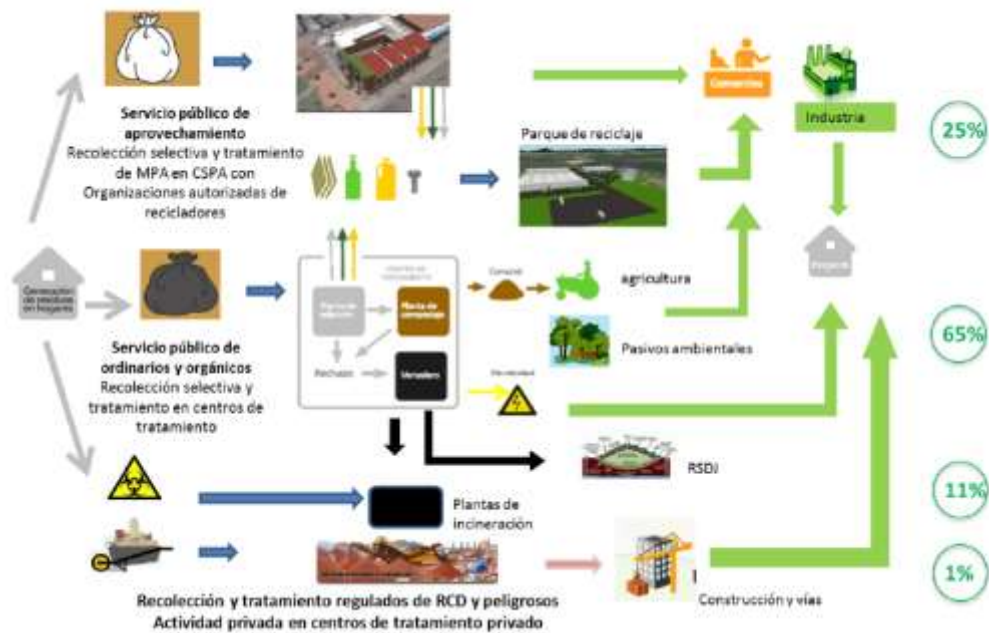
Teniendo en cuenta esto, se plantea como objetivo principal del actual PGIRS de la ciudad de Bogotá, UAESP (2015) “Fortalecer el modelo de gestión integral de residuos sólidos orientado al aprovechamiento de los mismos, minimizando la disposición final en relleno sanitario y garantizando la inclusión social de los Recicladores de Oficio (RO)” (pág.9).

En la Figura 1 es posible observar un ciclo de gestión de residuos sólidos, donde se refleja el aprovechamiento de gestión de orgánicos, Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y de Material Potencialmente Aprovechable (MPA) seco, y los beneficios que estos tendrían, ya que se

retornaría la mayor cantidad de material posible a la cadena de valor, disminuyendo el porcentaje de residuos dispuesto al relleno sanitario.

**Figura 1.**

*Aprovechamiento en las líneas de gestión de orgánicos, RCD y MPA seco.*



**Nota:** La figura representa el ciclo para el aprovechamiento de residuos sólidos. Tomado Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (17 de diciembre 2015). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/direccion/PGIRS\\_FINAL\\_18-12-2015.pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf)

El concepto de desarrollo sostenible se ha vuelto fundamental frente a las discusiones sobre el progreso de las ciudades. El exponente crecimiento poblacional, y la expansión de la producción y consumo de productos, han tenido por consecuencia el crecimiento en la generación de residuos. La gestión de estos se ve inclinada principalmente hacia la disposición en rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto, es por esto que se hace necesaria la aplicación del concepto de sostenibilidad a la idea de un sistema municipal de gestión de residuos, lo que implica que el sistema cumpla con las siguientes características:

Económicamente asequible.

Socialmente aceptable

Ambientalmente efectivo

Los anteriores propósitos se ven reflejados en el PGIRS de la siguiente manera:

- a. El Plan es económicamente asequible por diversas razones. En primer lugar, el aprovechamiento en la gestión de residuos sólidos domiciliarios no genera sobrecostos, debido a que esta labor se encuentra contemplada en el marco tarifario por la Resolución CRA 720 del 2016. Segundo, la estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos ya se encuentra reconocida y financiada por los recursos tarifarios. Finalmente, con un enfoque hacia el aprovechamiento en la gestión de residuos sólidos de la ciudad, se va a tener un impacto positivo en las cadenas de valor de MPA, lo que logrará la formalización de mercados que hagan uso de materiales aprovechables como materia prima de sus productos, que aumenten progresivamente los ingresos por su comercialización, generando un valor agregado al ítem económicamente asequible (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015).
- b. Es socialmente aceptable en medida que al cumplirse con las metas planteadas en el PGIRS, se progresa en cuanto a la superación de la pobreza y la pobreza extrema de aproximadamente 15.000 personas. De igual forma, se incluye una orientación hacia los derechos, teniendo en cuenta el derecho al saneamiento básico para la ciudadanía, quienes hacen parte fundamental de la puesta en marcha de los proyectos de gestión de residuos, especialmente en los residuos orgánicos. La implementación de proyectos pedagógicos dará a la ciudadanía el desafío de construir una cultura para minimizar el consumo, separar en la fuente y reutilizar los residuos (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015).
- c. El medio ambiente se encarga de proveer los recursos y materias primas necesarias para el desarrollo de la humanidad, sin embargo, también es quién recibe toda la descarga de residuos generados de aquellas actividades. Por lo tanto, es necesario conocer la capacidad de carga que tiene el sistema que lo asume (RSDJ) y las consecuencias que puede traer al entorno la disposición de los desechos. Por consiguiente, la implementación del PGIRS debe ser ambientalmente efectivo, ya que está dirigido al aprovechamiento de los residuos, la reducción del enterramiento de 27.000 toneladas diarias, generando a su vez la disminución en la emisión

de gases de efecto invernadero. Además, es en este ítem donde se busca propender por un desarrollo económico amigable con el medio ambiente, optimizar los recursos y que se garantice la cobertura de las necesidades de las generaciones actuales y futuras, aplicando así el concepto de sostenibilidad (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), 2015).

Asimismo, se desea implementar un modelo de gestión de residuos sólidos eficiente, el cual requiere de ciertos aspectos estructurales que permitan su puesta en marcha y viabilidad en el tiempo. De acuerdo a lo anterior, es posible identificar 4 subsistemas que componen el manejo de residuos sólidos (Bonivento, 2005):

- Generación: Se refiere a cualquier persona u organización que con sus actividades transforme cualquier material en un residuo.
- Transporte: Es la actividad de trasladar los residuos. Puede referirse también al transporte a un sitio de acopio, o el transporte al sitio de disposición final.
- Tratamiento y disposición: Se incluye la selección y aplicación de tecnologías eficientes y apropiadas para el control y tratamiento de residuos: En cuanto a la disposición se refiere al sitio donde se van a ubicar los residuos, el más utilizado comúnmente es el relleno sanitario.
- Control y supervisión: Hace referencia fundamentalmente al control adecuado y eficaz de los tres aspectos anteriores.

Además, según la UAESP (2015) se hace “referencia a los costos económicos, sociales y ambientales de la gestión y su financiación en el marco de un esquema integral, la inclusión y coordinación de todos los actores involucrados y en el marco institucional de la gobernanza del sistema” (pág. 17). De acuerdo con dicho presupuesto, se identifican seis elementos funcionales para la gestión de residuos sólidos.

- Generación de residuos
- Manejo y separación de los residuos, almacenamiento y procesamiento en la fuente
- Recolección
- Transporte
- Separación, procesamiento y transformación de los residuos sólidos
- Disposición de los residuos

Es posible asumir que el Plan de Gestión de Residuos Sólidos, se convierte en una herramienta fundamental para orientar, coordinar y realizar seguimiento a los diferentes actores involucrados en este proceso, desde el usuario residencial hasta la industria y comercio.

Para finalizar, se presentan los ejes estratégicos que componen los programas del PGIRS de Bogotá, el cual se enfoca hacia el aprovechamiento total de sus residuos. Cada eje es desarrollado bajo líneas de acción, proyectos y alcances de los mismos. Lo anterior da cumplimiento al paso a paso establecido en la Resolución 0754 de 2014.

Eje estratégico 1 - Modelo operativo: El propósito de este eje es implementar el manejo eficaz por tipo de residuo en la actividad de servicio público de aseo. Además, tiene por finalidad garantizar la eficiencia operativa del servicio público de aseo y así reducir el impacto ambiental.

Eje estratégico 2 - Disposición final: Su propósito es disminuir la cantidad de residuos que son dispuestos en el RSDJ, e incrementar el aprovechamiento de residuos, con el fin de reducir los impactos ambientales y sociales ocasionados por los modelos lineales.

Eje estratégico 3 – Cultura de aprovechamiento: Busca fomentar en la ciudadanía y en los demás participantes de la gestión de residuos la promoción de una cultura dirigida hacia la producción más limpia, consumo consciente y responsable, separación en la fuente, y un adecuado manejo de los residuos, generando también un reconocimiento de dignificación de la población recicladora. Lo anterior a través del desarrollo e implementación de estrategias y herramientas comunicativas y pedagógicas.

Eje estratégico 4 – Inclusión de la población recicladora de oficio: Busca garantizar la prestación del servicio de aseo público, mediante las organizaciones de recicladores autorizadas por la UAESP, y así contribuir a la superación de la vulnerabilidad de dicha población.

Eje estratégico 5 – Modelo financiero para la gestión Integral de Residuos: Su propósito es elaborar herramientas financieras que permitan la gestión integral de los residuos, garantizando la sostenibilidad del PGIRS y el saneamiento básico.

Eje estratégico 6 – Liderazgo y desarrollo institucional: Su finalidad es fortalecer el rol de las instituciones frente a la gestión de políticas públicas sobre la gestión de residuos sólidos por medio de una estructura Institucional Distrital que sea liderada por la UAESP, la cual permita

ejecutar, controlar, ajustar y actualizar los PGIRS, así como el desarrollo normativo para el adecuado manejo de los residuos.

Eje estratégico 7 – Cadenas de valor: su propósito es generar proyectos de valor energético y productivo de los residuos, con el fin de desarrollar cadenas productivas que generen demanda de MPA, desde el Distrito.

Eje estratégico 8 – Investigación, desarrollo e innovación tecnológica: En este eje se expresa la responsabilidad que tiene el Distrito en generar cultura y conciencia, frente al manejo integral de residuos sólidos, y de generar trabajos de investigación y desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de los mismos. Para lograr esto, proponen una estructura articulada que permita fomentar la actividad de investigación aplicada y desarrollo de tecnologías en la ciudad.

Eje estratégico 9 – Gestión de Riesgo: La intensión de este eje es presentar un proyecto que consista en la ejecución, seguimiento y evaluación de políticas que generen mayor conciencia del riesgo, con el fin de evitar que este se origine, y así poder reducirlo, o controlarlo en caso de que ya exista.

### **3.3. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) de Bogotá**

El Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) tiene por objetivo orientar a la ciudadanía, y a los municipios de la región, hacia una cultura de minimización y separación en la fuente de los residuos, que permita generar mejoras en los índices de eficiencia, y un menor impacto ambiental y social en la prestación del Servicio Público de Aseo (SDP, 2006). Además, según la UAESP (2015) el PMIRS “organiza políticas, estrategias, programas y proyectos” (pág. 22) en función de tres ejes de actuación que son: territorial-ambiental, económico-financiero y social-productivo. Se encuentra reglamentado por el Decreto 312 de 2006, complementado por los Decretos 620 de 2007 y 261 de 2010.

**Figura 2.**

*Estructura General del Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos.*

EJES DE ACTUACIÓN		
1. TERRITORIAL-AMBIENTAL	2. SOCIAL-PRODUCTIVO	3. ECONÓMICO-FINANCIERO
POLÍTICAS		
Planeamiento Integral de corto, mediano y largo plazo para el manejo de los Residuos Sólidos.	Minimización y Separación en la fuente	Sostenibilidad financiera del servicio de aseo.
	Mayor productividad en Reciclaje y aprovechamiento	
Ordenamiento Territorial para el Equilibrio Urbano y Urbano-Regional.	Inclusión social de la población Recicladora de Oficio en condiciones de vulnerabilidad.	Subsidios y contribuciones
(5 Estrategias)	(8 Estrategias)	(3 Estrategias)
(11 programas)	(10 programas)	(4 programas)
(48 actividades)	(55 actividades)	(22 actividades)
Política Transversal de Desarrollo de la Institucionalidad Pública, Privada y Comunitaria		
(5 Estrategias)		
(6 programas)		

**Nota:** La figura muestra los diferentes factores que componen el PMIRS. Tomado Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2018). Informe: Plan maestro de residuos sólidos. [http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/PMIRS\\_Informe%20de%20seguimiento\\_2018.pdf](http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/PMIRS_Informe%20de%20seguimiento_2018.pdf)

La Figura 2 muestra la estructura general del PMIRS, este está compuesto por 3 ejes y 8 políticas, siendo la última de estas de carácter transversal. Las políticas se encuentran subdivididas en 21 estrategias y estas, a su vez, en programas y planes de inversión. Esto permite ofrecer una mirada contextualizada de la gestión a corto, mediano y largo plazo, mediante de estos planes y políticas anteriormente mencionadas.

El Plan Maestro se enfoca hacia los residuos sólidos, sobre los cuales la UAEPS tiene competencia, esto se refiere a Residuos Ordinarios No Peligrosos. El plan también presenta algunas recomendaciones dirigidas al manejo de otros residuos, como los producidos por el sector de la construcción y demolición, o residuos peligrosos de fuentes no industriales. En la Figura 3 es posible observar una propuesta de la definición y competencia en cuanto al manejo de los residuos sólidos.



**Figura 3.**

*Propuesta de Definición y Competencia de Residuos Sólidos.*

Clasificación y Fuente		Competencia*	Subsistema POT
Residuos Ordinarios <ul style="list-style-type: none"> <li>• hogares,</li> <li>• pequeños generadores,</li> <li>• grandes generadores,</li> <li>• plazas de mercado,</li> <li>• vías y espacios públicos</li> <li>• hospitales y clínicas</li> </ul>	Residuos no peligrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>• orgánicos e inorgánicos comunes</li> <li>• escombros contaminados (mixtos)</li> </ul>	UAESP SD Ambiente IPES SD Planeación	Servicio público de aseo
	Residuos peligrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>• hospitalarios y similares (infecciosos)</li> </ul>	SD Salud SD Ambiente UAESP(i) SD Planeación	Servicio Público de aseo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAEE (residuos aparatos eléctricos y electrónicos)</li> <li>• Residuos pos consumo</li> </ul>	SD Ambiente SD Salud SD Planeación UAESP	Manejo integral de residuos
Residuos Industriales <ul style="list-style-type: none"> <li>• fabricas</li> <li>• obras de construcción y demolición</li> <li>• tratamiento de aguas residuales</li> </ul>	Residuos no peligrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>• orgánicos e inorgánicos comunes</li> <li>• Lodos y biolodos</li> </ul>	SD Ambiente SD Planeación EAAB UAESP(ii)	Manejo integral de residuos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de Construcción y Demolición RCD</li> </ul>	SD Ambiente SD Planeación	Manejo integral de residuos
	Residuos peligrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>• metales pesados, químicos, luminarias, llantas etc.</li> </ul>	SD Ambiente SD Planeación	Manejo integral de residuos

**Nota:** La figura muestra la clasificación de los residuos y la entidad a la cual compete su tratamiento o disposición. Tomado: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

Es necesario hacer claridad en este tipo de información, debido a que muchas veces no hay un límite en las responsabilidades que debe cumplir cada autoridad, ya que el manejo de residuos no se encuentra claramente definido, lo que genera que se hagan actividades y esfuerzo repetidos, generando asimismo una mala gestión de los residuos, debido a que la cadena de actividades no es clara. Tener actividades y responsables definidos correctamente puede ayudar a una mejor gestión de los residuos en la ciudad, como se plantea en el PMIRS del 2018.

Al igual que el PGIRS, el PMIRS requiere de ciertos lineamientos para llevar a cabo su formulación, que son los siguientes, según lo indican la JICA y la UAESP (2013) “el DECRETO 1713 de 2002 “Gestión Integral de Residuos Sólidos” y la RESOLUCIÓN 1045 DE 2003 "Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos

Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones" (pág. 27). Adicionalmente, por ley, se establecen un lapso de planeación distribuido en 3 años de corto plazo, tres años de mediano plazo y 9 años de largo plazo para un total de 15 años. Lo anterior se llevaría a cabo dentro de los años 2013 al 2027.

El Plan Maestro cuenta con 4 componentes que son:

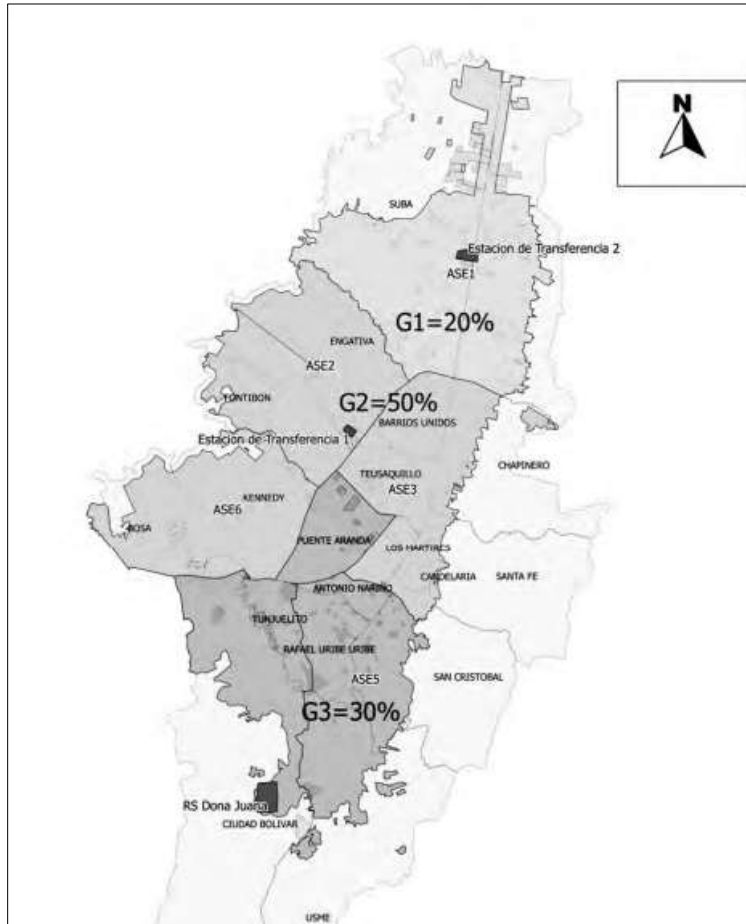
a. Recolección, Barrido, y Limpieza (RBL)

En este se indican las categorías y definiciones del servicio de recolección de residuos sólidos, pero no se hace una clasificación para los residuos peligrosos, ya que estos se encuentran fuera de la jurisdicción de la UAESP. Por otra parte, en la categorización de los servicios se encuentran los domiciliarios, que clasifican como tipos de residuos no peligrosos y se definen según el JICA (2013) "El servicio de recolección domiciliaria comprende la recolección de residuos producidos por todos los usuarios residenciales y por los pequeños generadores, que corresponden a los productores no residenciales cuya producción de residuos sólidos no compactados sea menor a un metro cúbico mensual". (pág. 63)

Este tipo de contratos se celebran a partir de un proceso de licitación. A través de dicho proceso se fijan las condiciones administrativas y técnicas. El desarrollo del proceso de licitación debe ser supervisado por la Sub-dirección de asuntos legales de la UAESP y así validar la legalidad del procedimiento. De acuerdo a lo que se estimó para el próximo proceso de concesión, se definió que "se hará uso solo del relleno sanitario Doña Juana, hasta el año 2021; a partir de entonces, entrarían en operación dos (2) Estaciones de Transferencia y dos (2) Rellenos sanitarios adicionales al norte y al occidente respectivamente"(JICA) & (UAESP), 2013, pág. 79). Es necesario aclarar que se plantearon alternativas para extender la vida útil del RSDJ, las cuales serán mencionadas más adelante. A continuación, es posible evidenciar la distribución que se hará por grupo de localidades servidas por Doña Juana o alguna de las ET (Figura 4).

**Figura 4.**

*Grupo de localidades servidas por Doña Juana y Estaciones de transferencia.*



**Nota:** La figura muestra la agrupación de localidades y la operación por la cual será servida. Tomado: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

En esta etapa también se tiene presente la recolección de residuos para zonas rurales, sin embargo, en este caso la cobertura no es total, ya que en las áreas rurales, la cobertura es de aproximadamente el 30%, mientras en los espacios urbanos es del 100%. Estas actividades pueden ser llevadas a cabo por la UAESP o por medios propios de las respectivas localidades. Se estimaba que dicho valor pudiera incrementarse, con la próxima licitación, a un 40% de recolección de residuos en las áreas rurales ((JICA) & (UAESP), 2013).

Por otro lado, se definen las diferentes modalidades de recolección y sus respectivas características. En este caso específico, se hará referencia al servicio de recolección del sector urbano por medio de la tabla 1, la cual hace un resumen del servicio de recolección del sector urbano.

**Tabla 1.**

*Resumen del Servicio de Recolección del Sector Urbano.*

<b>Ítems</b>	<b>Descripción</b>
<b>Característica del residuo</b>	Residuos generados en el área urbana correspondientes a residuos residenciales (incluye viviendas unifamiliares y edificaciones en altura), de pequeños grandes negocios comerciales, escuelas, instituciones e industrias.
<b>Características área de generación</b>	Se define el concepto de área urbana, el cual se refiere a construcciones de uno o más pisos, corredores viales constituidos por avenidas amplias y calles secundarias, que en la mayoría de los casos permite el tránsito de vehículos compactadores de hasta 25 yd <sup>3</sup> .
<b>Características del servicio de recolección</b>	Delimitaciones y requerimientos con los que debe cumplir el servicio de recolección de residuos; por ejemplo, este debe llevarse a cabo de acuerdo al diagrama de rutas óptimas de recolección. En sectores especialmente residenciales, con construcciones de hasta 4 pisos la frecuencia de recolección debe ser inter-diaria, mientras que en sectores con construcciones de más de 5 pisos y un alto porcentaje de área institucional o comercial, la frecuencia debe ser diaria. Se definen unos turnos o jornadas de recolección en el día con el fin de evitar colapsos o que las horas de transporte al punto de disposición coincidan con las horas de mayor congestión vehicular. El transporte de los residuos se debe hacer directamente en los puntos de disposición final acordados (Doña Juana, estaciones de transferencia).
<b>Operador</b>	El servicio es traspasado a operadores públicos o privados a través del proceso de licitación, los contratos se deben realizar por un lapso no mayor a 7 años (vida útil de los camiones compactadores operados en dos turnos). Por otro

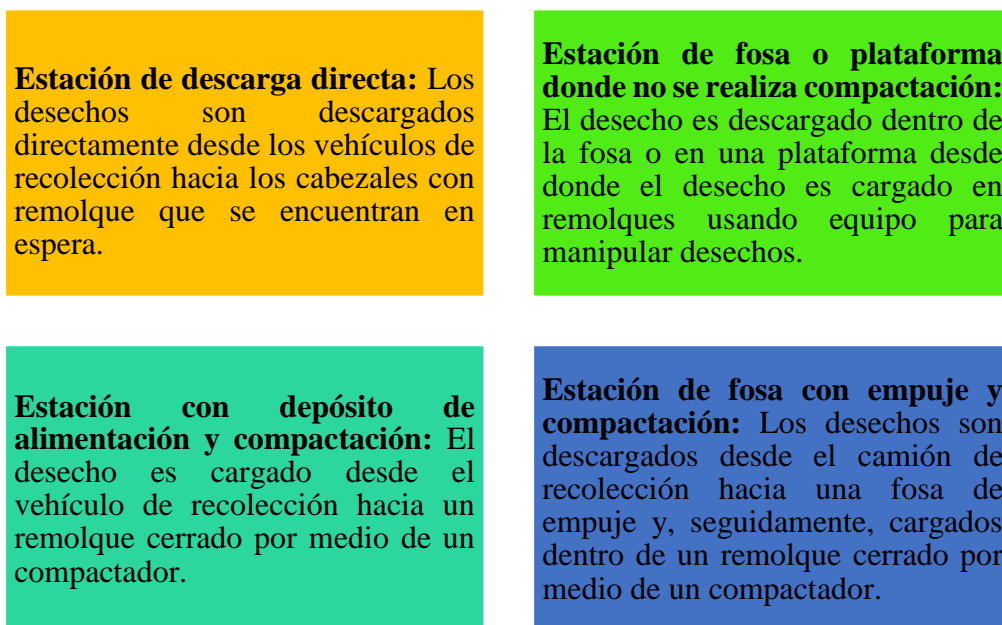
	lado, es necesario considerar al menos dos operadores, con el fin de evitar monopolizar el servicio; además, cada operador debe atender un área específica para prevenir la superposición de operadores en una misma zona.
--	--

**Nota:** La información contenida en esta tabla fue tomada de: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

Se hace mención en varias ocasiones el desarrollo, instalación y uso de estaciones de transferencia, las cuales se definen como “instalaciones dedicadas al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final” (UAESP, 2021, pág. 1). Además, se consideran los diferentes tipos de estaciones que pueden existir, las cuales son referenciadas en la Figura 5.

**Figura 5.**

*Tipos de estaciones de transferencia.*



**Nota:** La información que se observa en esta figura fue tomada de: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

Según el informe desarrollado por la UAESP en el 2018, para el reporte del 31 de diciembre del mismo año, se estaría haciendo el análisis de factibilidad económica, social y ambiental, y la reserva de las áreas de ubicación de infraestructura, equipamientos e instalaciones y análisis de la red vial para la instalación de las estaciones de transferencia (UAESP, 2018b)

b. Reciclaje

Para el 2013 se plantearon algunas estrategias con el fin de promover el reciclaje en la ciudad, que consistían en:

- Recolectar de forma selectiva los residuos, mediante la prestación del servicio de recolección por parte de Organizaciones de Recicladores Autorizadas para la prestación del servicio (ORA), los cuales debían ser capacitados administrativa y técnicamente. Estos deberían enfocarse en la recolección de Materiales Potencialmente Reciclables (MPR).
- Hacer compostaje con aquellos residuos provenientes principalmente de plazas de mercado, corte de césped y tala de árboles.
- Reciclar escombros.
- Llevar a cabo otras actividades relacionadas al reciclaje.

Además de esto, se plantean unas metas de reciclaje para corto, mediano y largo plazo, relacionadas con cada una de las estrategias que se plantean. En la figura 5 es posible observar la proyección que se busca al aplicar los métodos propuestos.

**Figura 6.**

*Tasa meta de reciclaje (%).*

Actividad de Reciclaje	2012 Actual	2015 Corto plazo	2018 Mediano plazo	2027 Largo plazo
Recolección selectiva de los materiales potencialmente reciclables	5.4	6.2	6.3	9.7
por la manera actual	5.4	0.0	0.0	0.0
por la manera de transición	0.0	5.4	2.2	0.0
Servicio de recolección selectiva de MPR	0	0.8	4.1	9.7
Compostaje de residuos orgánicos	0.0	1.1	2.0	2.8
Reciclaje de escombros	0.0	3.5	4.5	7.7
Tasa meta total	5.4	10.8	12.8	20.2

**Nota:** La figura muestra la tasa de reciclaje proyectada según los métodos para promover el reciclaje en la ciudad de Bogotá. Tomado: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

Adicionalmente la UAESP propone desarrollar el “*Proyecto de Aprovechamiento y Reciclaje Sostenible de Bogotá-PRAS*” con el que buscan mostrar las acciones que se contemplan en el PGIRS, garantizando su sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo, a través de acciones de reciclaje. Este programa también involucraría el acogimiento de nuevas medidas a favor de los recicladores de oficio (UAESP, 2018a).

Para el informe del PMIRS del 2018 se realizó una valoración en cuanto al avance de las ocho (8) políticas planteadas, mediante las cuales se articularon las estrategias planteadas. Dentro de esas ocho políticas dos (2) estaban enfocadas al manejo de residuos y a la incrementación de reciclaje en la ciudad. Estas políticas son:

- Menor generación de residuos.
- Mayor productividad del reciclaje y el aprovechamiento.

Dichas políticas tratan diferentes actividades que permitan llevarlas a cabo desarrollo de campañas pedagógicas enfocadas en diferentes sectores, entre ellos los residentes (separación en la fuente), programas de reciclaje y aprovechamiento de residuos, programas de tratamiento y aprovechamiento de biogás, entre otros. Según el informe desarrollado por la UAESP la mayoría de actividades planteadas para el desarrollo y aplicación de estas políticas habían sido iniciadas o continuaban desarrollándose para el año 2018 (UAESP, 2018b).

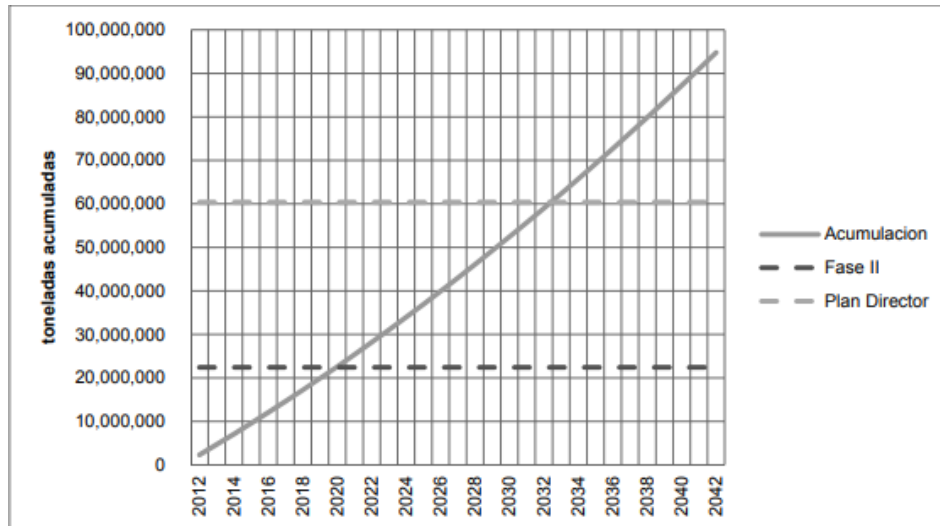
#### c. Disposición final

La ciudad de Bogotá cuenta con un único relleno sanitario, el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ), a pesar de ser la ciudad más grande del país, con una población de más de 7 millones. Este relleno es la base del servicio de aseo de la ciudad y presenta alta vulnerabilidad debido a dos razones principalmente. Primero, no hay un relleno sanitario alternativo en caso de alguna emergencia inesperada que no permita la disposición de residuos, y segundo, no hay certeza en cuanto al uso del RSDJ a largo plazo. En este relleno se depositan aproximadamente 6.368 Ton/día (UAESP, 2020), y en varias ocasiones ha presentado accidentes, como deslizamientos, los cuales afectan al ecosistema que lo rodea y a la población cercana al relleno. El último deslizamiento que se presentó fue el 28 de abril de 2020; el alud fue de aproximadamente 100,000 toneladas de residuos y se debió a que no hubo una compactación adecuada de la basura, además no hay un buen manejo de los lixiviados, que son producidos en el relleno, afectando así las aguas del río

Tunjuelo (Reinoso Rodríguez, 2020). En la figura 7 es posible apreciar la proyección que se hace frente a la vida útil del relleno sanitario.

**Figura 7.**

*Vida Útil del Relleno Sanitario Doña Juana.*



**Nota:** La figura muestra la proyección de la vida útil del RSDJ. Tomado: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2013). Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C. [http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFORME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFORME2.pdf)

De acuerdo a la problemática que presenta el RSDJ, se plantea el componente de disposición del Plan Maestro, que busca garantizar una adecuada y efectiva disposición de los residuos sólidos. Para esto se plantean algunas estrategias, la primera de ellas dirigida a ampliar la vida útil de este, a través de la incorporación de nuevas áreas, lo que aumentaría el volumen disponible para la disposición de los residuos. El proyecto busca alcanzar la cota de 2999 msnm, y así prolongar la vida útil de relleno. Se estima que este proyecto puede tardar aproximadamente 91 meses a partir de agosto del 2014 ((JICA) & (UAESP), 2013). Por otro lado, en 2019 se determinó que es posible intervenir una zona del relleno sanitario con el fin de ampliar su vida útil hasta por 37 años, esto a través de estudios realizados por la UAESP; la optimización del relleno involucra la construcción de dos diques con una extensión de 2,4 kilómetros de longitud, la mejora de las vías de acceso y la optimización de la planta de tratamiento de lixiviados (Estupiñan, 2019). Actualmente Doña Juana cuenta con una licencia ambiental que permite el funcionamiento



del relleno hasta 2022 o hasta completar su capacidad de disposición que se estima se de en 2023 (Estupiñan, 2019).

Como segunda estrategia, se plantea disminuir la vulnerabilidad que presenta el RSDJ, por medio de planes de contingencia y atención de riesgos para el 100% del Servicio de Aseo establecido desde 2008, en cumplimiento con lo dictaminado en la Resolución número 0154 de marzo de 2014, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el cual instaura la formulación de planes de emergencia para el manejo de desastres asociados a las prestaciones del Servicio de Aseo y otros servicios. Asimismo, esta resolución es necesaria para dar cumplimiento al marco normativo general en el tratamiento adecuado de los residuos, desarrollo y mantenimiento del relleno sanitario. Igualmente, en esta pericia se plantean acciones en búsqueda de minimizar la cantidad de residuos que llegan a disposición final. (UAESP, 2018)

#### d. Relaciones con la comunidad

Este ítem reconoce la necesidad de sensibilizar a la comunidad para lograr un servicio de recolección selectivo en la ciudad. Respecto al manejo de los residuos sólidos domésticos, este es uno de los puntos fundamentales para hacer una efectiva separación en la fuente y así lograr una menor carga de disposición final. Para dichas actividades de sensibilización se trazan 5 lineamientos de base:

- Difusión sobre el conocimiento de las 3R: Es necesario infundir en la comunidad el conocimiento de las 3R, ya que se considera que la separación de residuos exclusivamente como reciclaje, lo que permite identificar que solo se conoce una parte de las 3R, ya que no se disminuye el consumo de recursos y la carga ambiental que se genera al ecosistema. Es decir, es necesario que la población inicialmente adopte una mentalidad de reducir al máximo la cantidad de residuos que genera, en segundo lugar deben reusar, y por último reciclar los residuos restantes.
- Enfoque diferente según características del sector: En Colombia existen los estratos socio-económicos divididos en seis (6) niveles, debido a esto, las características de los residuos para cada estrato pueden ser muy diferentes, al igual que las problemáticas que se presentan para su adecuado manejo. Por lo anterior, para realizar una sensibilización efectiva en la comunidad, es necesario identificar los problemas de residuos que enfrenta cada sector, el área, la población habitante, el número de hogares, la existencia de un ducto para el manejo de los residuos

(chute), la frecuencia de recolección de los residuos, entre otros factores, que hagan específica la campaña que se promueva en cada grupo.

- **Orientación con buenas prácticas:** Compartir buenas acciones y experiencias puede tener influencia en los demás. En Bogotá hay zonas donde se ha aplicado como ensayo, la recolección selectiva de residuos por parte de los recicladores como iniciativa de la Alcaldía Menor (localidad de Usaquén). Este tipo de iniciativa puede generar acciones positivas en los demás al ser compartidas y observadas, desarrollando así conciencia en la comunidad.
- **Fortalecimiento de la asociatividad:** Es necesario que las campañas para concientizar a la comunidad estén articuladas por diversas entidades interesadas en un adecuado manejo de los residuos (Alcaldías Menores, empresas operadoras de recolección, gremios empresariales como ANDI y CEMPRE, organizaciones de recicladores, sectores de salud y educación, ONG ambientales, etc.), ya que esta es una tarea destinada exclusivamente al personal de la UAESP, sin embargo, esto no es suficiente, teniendo en cuenta también que las principales tareas de esta entidad, son realizar el diseño del programa de actividades, establecer las estrategias y lineamientos, y propender y fortalecer la articulación de los diferentes entes participantes.
- **Difusión del eslogan:** Es necesario plantear un eslogan que acompañe y promueva la campaña, que permita unificar las diversas miradas de la población, para orientar las actividades a una misma dirección. El uso de un eslogan puede lograr que la campaña de sensibilización sea más efectiva, puesto que la hace más llamativa y puede ser comprendida con mayor facilidad.

El lograr una concientización de la ciudadanía podría implicar reducción en la generación de residuos domiciliarios en la ciudad, participación activa de la población en cuanto a separación en la fuente, adopción y práctica de la regla de las 3R, y con esto un mayor porcentaje en temas de reúso y reciclaje. Para dar cumplimiento a este parámetro, y en cumplimiento al artículo 61 del decreto 312 de 2006, en 2018 se realizaron diferentes campañas pedagógicas, dentro de las que se incluyeron actividades como talleres, charlas con comunidades, publicaciones en redes sociales, entre otros ejercicios (UAESP, 2018).

Es a través de estos cuatro componentes que plantea el Plan Maestro, el cual busca el cumplimiento de sus objetivos en el plazo establecido. Estos componentes permiten que se dé cumplimiento a lo establecido en la normatividad que rige al PMIRS.

### **3.4. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en Bogotá.**

La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos en una población es uno de los elementos de información más relevante en la planeación de un adecuado servicio de aseo y un efectivo manejo de los residuos y/o residuos.

El primer problema que se presenta en cuanto a los residuos sólidos es conocer cuánta basura y de qué tipo se produce en la ciudad o población que se atenderá en el relleno sanitario. El conocimiento de esta información permite establecer, entre otros, cuáles serán la vida útil del relleno, la necesidad de material de cobertura, el frente de trabajo y la morfología final. (Collazos, 2013)

El estudio más reciente frente a la caracterización de los residuos sólidos residenciales en la ciudad de Bogotá, fue realizado por la UAESP en el 2011. En esta investigación se buscaba conocer por estrato socio-económico, la cantidad, composición y características físicas y químicas de los residuos sólidos producidos en las 19 localidades que conforman la ciudad, especificando así que la caracterización sería de residuos domiciliarios. Para realizar el estudio de caracterización se realizó un muestreo, donde la población de estudio fue el conjunto de usuarios residenciales de los servicios de aseo de la ciudad (UAESP, 2012)

Tradicionalmente la caracterización de los residuos según sus propiedades físicas se efectuaba bajo 11 elementos principales que son desechos de comida, papel, cartón, plásticos, madera, vidrio, textiles, caucho, metales ferrosos, metales no ferrosos y otros. Sin embargo, esta categorización se amplía con el fin de hacer una identificación de los residuos más específica, lo que genera un manejo de residuos más adecuado (UAESP, 2012). En la figura 8 se puede apreciar las categorías que se denominaron para la caracterización de los residuos.

**Figura 8.**

*Categorías de muestreo para clasificación de los R.S residenciales.*

NUMERO	CATEGORÍA	TIPO	Observaciones
1	Alimentos	Preparados	-
2	-	No preparados	-
3	Jardinería	-	Desechos de jardín
4	Papel	-	-
5	Cartón	-	-
6	Plástico	Poliétileno	Bolsas
7	-	Policarbonato	CD y similares
8	-	Poliestireno rígido	Vasos desechables y otros
9	-	Policloruro de vinilo	Tuberías, camés
10	-	Pet transparente	Envases
11	-	Pet ámbar	Envases
12	-	Pet verde	Envases
13	-	Polipropileno rígido	Vasos y otros
14	-	Poliétileno de alta densidad	Envases y juguetes
15	-	Polipropileno flexible	Empaques alimentos
16	-	Icopor	Poliestireno expandido
17	-	Otros	Otros
18	Caucho y cuero	-	-
19	Textiles	-	-
20	Madera	-	-
21	Productos metálicos	Ferrosos	-
22	-	Aluminio	-
23	-	Plomo	-
24	-	Cobre	-
25	-	Otros	-
26	Vidrio	Ambar	-
27	-	Transparente	-
28	-	Verde y colores	-
29	Cerámicos, ceniza, otros	-	-
30	RESPEL domésticos	Empaques de mant. automotriz	Baja peligrosidad
31	-	Productos de belleza y aseo	Baja peligrosidad (1)
32	-	Otros productos peligrosos	Baja peligrosidad (1)
33	-	Lámparas (bombillas)	Media peligrosidad (1)
34	-	Residuos higiénico-sanitarios	Media peligrosidad (1)
35	-	Mant. hogar y limpieza	Alta Peligrosidad (1)
36	-	Baterías, eléctricos y electrónicos	Alta Peligrosidad (1)
37	-	Biocidas ( artículos para jardín)	Alta Peligrosidad(1)
38	-	Medicinas y fármacos	Alta Peligrosidad (1)
39	Otros residuos no incluidos en este listado	-	-

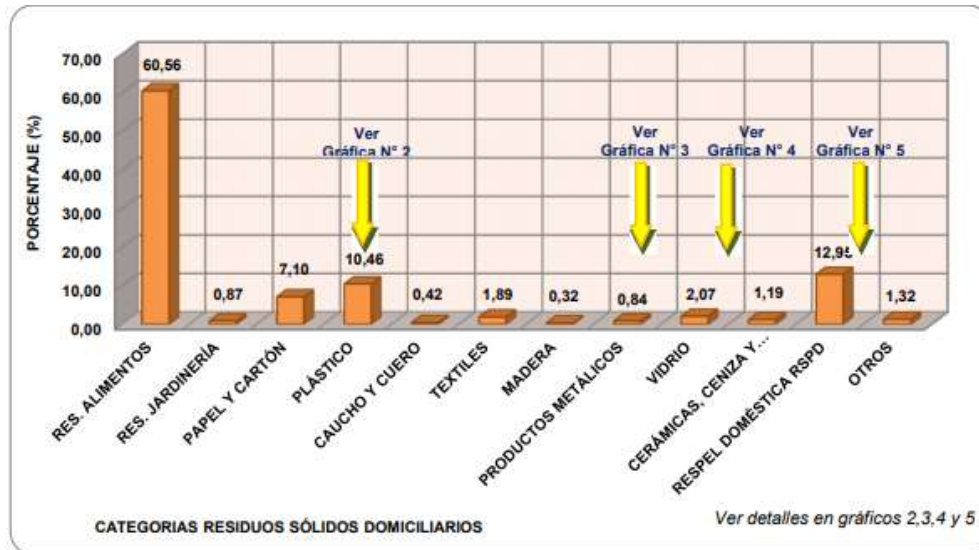
**Nota:** La figura muestra la categorización que se dio a los residuos para realizar su respectiva clasificación. Tomado: UAESP. (2012). Caracterización De Los Residuos Sólidos Residenciales En La Ciudad De Bogotá D.C 2011. 69. [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES\\_02-29-2012\(!\).pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES_02-29-2012(!).pdf)

Como principal fuente de residuos sólidos residenciales se encuentran los residuos generados por alimentos, los cuales constituyen aproximadamente el 60% del total de los residuos generados según el muestreo. Otro valor significativo que se obtuvo a través del estudio, fue el de los residuos peligrosos de generación doméstica con un 13% del valor total de los residuos, donde el 12% equivalen a residuos higiénico-sanitarios. La figura 9 describe de forma sencilla los

resultados obtenidos en porcentaje de la caracterización de los residuos sólidos residenciales en Bogotá, según la investigación (UAESP, 2012).

**Figura 9.**

*Media ponderada composición física de los R.S residenciales Bogotá D.C. 2011.*



**Nota:** La figura muestra los resultados obtenidos de la caracterización realizada a los residuos sólidos residenciales de Bogotá. Tomado: UAESP. (2012). Caracterización De Los Residuos Sólidos Residenciales En La Ciudad De Bogotá D.C 2011. 69. [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES 02-29-2012\(!\).pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES 02-29-2012(!).pdf)

Por otro lado, como medida para facilitar la separación de residuos en la fuente y aumentar el proceso de reciclaje, desde el primero de enero de 2021 comenzó a regir un nuevo código de colores, con tres colores de bolsas o recipientes según el tipo de material que se vaya a desechar; con el fin de que la recolección, aprovechamiento y tratamiento de los residuos sea más efectivo, para que incrementará la cantidad de material recuperado y reincorporado al ciclo productivo (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2020). Los colores asignados son:

- Blanco: En este se depositaran residuos aprovechables limpios y secos, como por ejemplo plástico, vidrio, metales, papel y cartón
- Negro: Se desecharan aquellos residuos no aprovechables como papel higiénico, servilletas usadas, papeles y cartones contaminados con comida, entre otros. También se desecharan allí aquellos residuos generados por COVID-19 como tapabocas y guantes.

- Verde: Se dispondrán residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, residuos de corte de césped y poda de jardín, entre otros.

Este nuevo código de colores no sólo incrementará los indicadores de aprovechamiento en todo el país, sino que también generará conciencia en la comunidad y facilitará el proceso de separación en la fuente, lo que llevará a que una futura investigación sobre la caracterización de los residuos sólidos residenciales sea más sencilla, eficaz y precisa.

## 4. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNDO

### 4.1. Manejo de los residuos sólidos domésticos, un camino hacia la economía circular.

La Economía Circular (EC) tiene como objetivo lograr un equilibrio entre desarrollo económico y la protección del medio ambiente, facilitando así el desarrollo sostenible (Prieto Sandoval et al., 2017). El concepto de EC busca un cambio en el paradigma de “*reducir, reutilizar y reciclar*” por una idea más trascendental que ayude a disminuir los impactos generados por la actividad humana sobre el medio ambiente (Lett, 2014).

La EC es la alternativa que se presenta como reemplazo a la economía lineal que se lleva manejando en el mundo, puesto que “promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado” (Prieto Sandoval et al., 2017). Es así como este modelo proporciona un papel dominante al residuo y se basa en la reutilización inteligente del desperdicio, imitando el ciclo de la naturaleza y generando una conexión con la misma, es decir, busca implementar la técnica de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los productos que le da una visión del impacto que tendrá sobre el medio ambiente y así plantear alternativas que reincorporen el residuo al ciclo productivo (Ddiba et al., 2020), lo que implica aplicar el concepto de “*de la cuna a la cuna*”. La figura 10 ilustra la evolución que ha tenido el concepto de EC.

**Figura 10.**

*Evolución del concepto “economía circular”*



**Nota:** La figura muestra la evolución que ha tenido el concepto de economía circular. Tomado: Prieto Sandoval, V., Jaca García, M., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 15(15), 85–95.

Como se explicó anteriormente la EC es un flujo cíclico que abarca 5 campos de acción: extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar los materiales y la energía de productos y servicios, para este caso el campo de acción que compete al tema es el de recuperación, puesto que es allí donde se plantea rescatar los residuos a través del análisis de ciclo de vida, y así lograr extender su vida útil y disminuir la generación de desechos.

La EC se ha convertido en el mecanismo para lograr un cambio frente a la problemática que enfrenta hoy en día el mundo, lograr un desarrollo sostenible. Esta no obstaculiza el desarrollo económico, por el contrario, busca cerrar los ciclos de energía y materiales para hacer un uso intensivo de los recursos con los que ya se cuenta y de los residuos que se generan como consecuencia de la actividad humana y así reducir los impactos ambientales (Prieto Sandoval et al., 2017). Es así como un adecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios puede ser una alternativa para encaminarse hacia un modelo de EC, puesto que estos se encuentran estrechamente relacionados, Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la transición a este tipo de economía requiere inversiones estratégicas en infraestructura, coherencia de políticas, coordinación y colaboración entre las partes interesadas en todos los sectores (Ddiba et al., 2020)

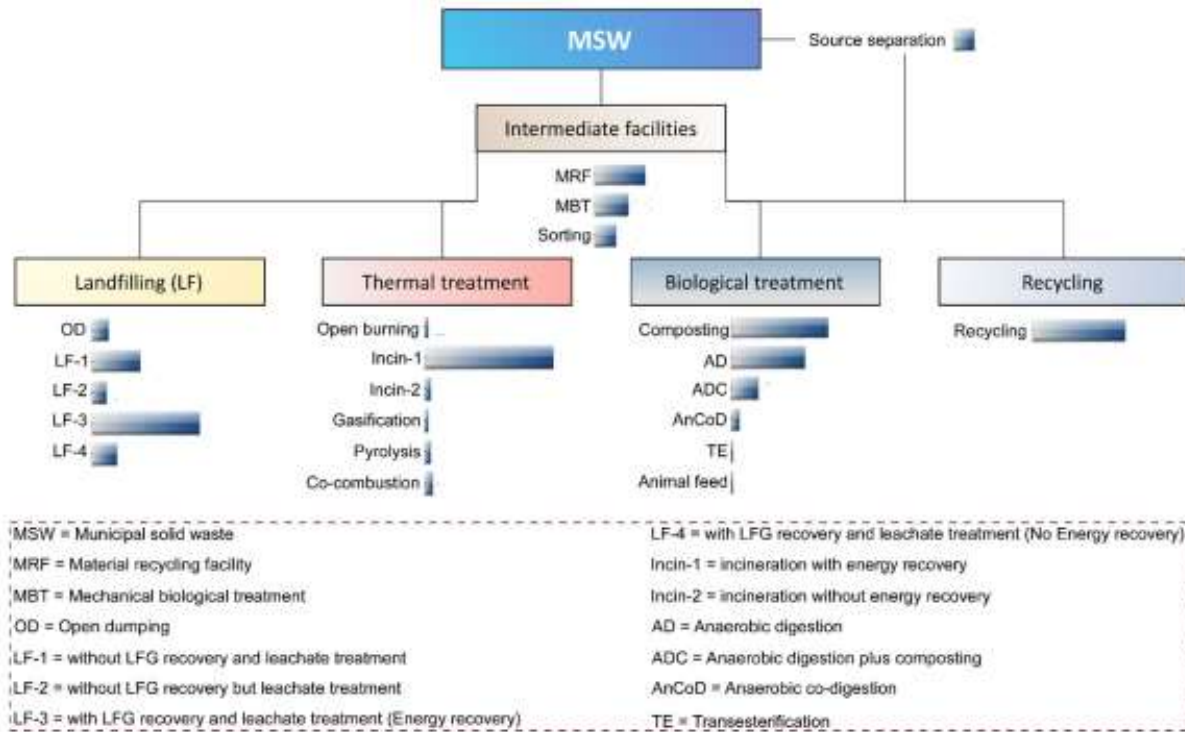
#### **4.2. Tecnologías para el manejo de residuos sólidos domiciliarios**

En los procesos de gestión de residuos se utilizan diversas tecnologías y metodologías de tratamiento en todo el mundo. Algunos de los tipos de tecnologías para el manejo de residuos sólidos municipales (MSW) se encuentran en la figura 11. Se puede observar que, desde la separación en la fuente hasta el reciclaje, el tratamiento y la disposición final, las tecnologías involucradas van desde métodos básicos, por ejemplo, vertederos abiertos / quema, a métodos de tratamiento avanzados como vertederos de ingeniería y varios métodos de tratamiento térmico y biológico con sistema de recuperación de recursos.



**Figura 11.**

*Tipo de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos municipales.*



**Nota:** La figura muestra las técnicas de mayor aplicación que hay para el tratamiento de los residuos sólidos municipales. Tomado: Iqbal, A., Liu, X., & Chen, G. H. (2020). Municipal solid waste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of the Total Environment*, 729, 138622. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138622>

La separación en la fuente, aunque no es un tipo de tecnología, si es un aspecto importante y un método efectivo de inicio para el adecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios. Esto implica seleccionar y separar los diferentes residuos sólidos en su lugar de origen. Las instalaciones intermedias se refieren a los procesos que se pueden llevar a cabo antes de disponer los residuos, como es el caso de las instalaciones de reciclaje de materiales. Finalmente se observan los tipos de tecnologías más utilizados para el manejo de residuos sólidos municipales, las cuales son vertederos, tratamiento térmico, tratamiento biológico y reciclaje (Iqbal et al., 2020).

- **Vertederos:** Es un método para la disposición final de los residuos sólidos en el suelo, mediante técnicas constructivas que permitan confinar los desechos en la menor área posible compactándolos para reducir su volumen y luego cubrirlos con una capa de tierra y así reducir

impactos ambientales y sanitarios frente a la disposición final de residuos, sin embargo, los vertederos también pueden ser lugares donde una población decide desechar la basura sin ningún tipo de control normativo, lo que puede generar afectaciones sanitarias y ambientales (Servicio de evaluación ambiental, 2017). Hay varios tipos de vertederos como lo son vertederos a cielo abierto, sin recuperación de gases y tratamiento de lixiviados, entre otros; también se pueden clasificar según su ubicación, topografía, tipo de residuos recibidos y la tecnología empleada en la operación del vertedero (Bilitewski Prof. Dr., 2008).

- **Tratamiento térmico:** Este tipo de tecnologías buscan una transformación de los residuos a través de la aplicación de energía calorífica, generando combustión. Este proceso genera energía reutilizable que se puede convertir en energía eléctrica y reduce el volumen de residuos en aproximadamente un 90% (Recovery International foundation, 2020). No obstante, es un tipo de tecnología de alto costo de inversión. Algunos de los procesos de tratamiento térmico son gasificación, cogeneración, pirólisis, entre otros.
- **Tratamiento biológico:** Este método se refiere a las aplicaciones tecnológicas que utilizan sistemas biológicos y organismos vivos (microorganismos, insectos) para la modificación de los residuos, es decir, llevar a cabo un proceso de descomposición de los residuos sólidos. La materia prima de este método es la materia orgánica, puesto que los microorganismos se encargan de degradar las moléculas orgánicas que se encuentran en los residuos (Cardona Ramirez, 2020). Por otro lado, esta clase de procedimientos permiten la generación de biocombustibles. Algunos tipos de tratamientos biológicos son la digestión anaeróbica, el compostaje, transesterificación, entre otros.
- **Reciclaje:** es un proceso en el que se busca clasificar y aprovechar los diferentes materiales de los residuos para introducirlos en el ciclo productivo en forma de materias primas (ACCIONA, 2018). Las plantas de reciclaje que se encargan de llevar a cabo estos procesos permiten la revalorización de los residuos y brindan una segunda vida útil a los mismos; sin embargo, este es un mecanismo que se puede aplicar desde la fuente, es decir, los generadores de residuos pueden llevar a cabo este proceso en casa, facilitando así la recolección y disposición según la clasificación que se haga en la fuente.

#### **4.3. Experiencias mundiales frente al manejo de residuos sólidos domésticos**

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) es un problema medioambiental reconocido a nivel mundial (Ddiba et al., 2020). Según un estudio realizado por el Banco Mundial (What a

waste 2.0) al año se genera 2.010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales, y por lo menos el 33% de estos no son tratados, además estima que en los próximos 30 años el nivel de estos desechos podría aumentar en un 70% (Banco Mundial Noticias, 2019), por lo tanto son muchos los países que tienen por objetivo y trabajan para mejorar la gestión de los residuos sólidos, entre estos los residuos sólidos urbanos. A continuación se expondrán algunos estudios que se han realizado en el mundo con el fin de plantear alternativas que permitan alcanzar dicho objetivo.

Suiza cuenta con aproximadamente 8 millones de habitantes y representa el ejemplo ideal de un adecuado manejo de residuos sólidos, puesto que allí se recicla el 96% de los residuos que se generan en todo el país. Debido a una fuerte crisis ambiental que se presentó en 1986, generando grandes impactos sanitarios, sociales y ambientales, el parlamento suizo emprendió grandes reformas al sistema sanitario, entre estas, reformas al control de los desechos. Se consideró que uno de los métodos más efectivos para manejar los residuos era la clasificación y separación de los residuos, por lo tanto se empezaron a establecer controles estrictos a los habitantes, donde se encuentran obligados por ley a separar adecuadamente sus residuos en todas las categorías correspondiente en bolsas específicas que otorga el gobierno, además la basura que no sea reciclable debe ponerse aparte, y se pagan 2 francos aproximadamente por cada kilo. En caso de que alguien incumpla con estas medidas se imparten altas multas y es posible ir a la cárcel por un corto tiempo. Para controlar esto, existe una unidad de policías que se encarga de revisar la basura que es arrojada y verificar que se esté dando cumplimiento a una adecuada separación. También cuentan con un gran sistema de recolección de basura que permite a la población cumplir con las respectivas normas. En cuanto a los desechos y desperdicios sobrantes, estos son transportados a grandes plantas incineradoras (tratamiento termal), transformando en combustible para dotar con calefacción a los habitantes del país, debido a que estas plantas son de alta tecnología no aportan una descarga contaminante significativa al aire, puesto que los gases que se generan son tratados antes de ser expulsados a la atmósfera (Hispanoamericanos Unidos, 2019).

Además de la estricta normatividad y los sistemas eficientes y funcionales, las autoridades consideran que la principal estrategia, para lograr tener un manejo de residuos sólidos tan eficiente en el país, es la educación ambiental y concientización de todas las personas para que comprendan la importancia de este proceso y el impacto que tiene la actividad humana sobre el medio ambiente (Hispanoamericanos Unidos, 2019).

Por otro lado, Jiménez (2009) hace una descripción frente al principio “quien contamina paga” en España. En su trabajo expone generalidades de la gestión de residuos sólidos en Europa, pero se enfoca especialmente al caso de España. Relata que en Cataluña cuentan con un pago o cuota frente a la disposición controlada de residuos municipales, la naturaleza de esta cuota es la de impuesto y va dirigido a los residuos sólidos urbanos. Este impuesto es responsabilidad de las administraciones locales que se encargan de la recolección y depósito de los residuos, por ello deben fijar una tasa de la cantidad de residuos que abandonaran, y en función de esta será el cobro. El cobro que se realiza es la constituida por la cantidad de residuos expresados en toneladas que se dirigen a la disposición controlada, teniendo una imposición de 10 euros por tonelada. Lo recolectado con esta tributación es dirigido a la financiación de la gestión sostenible de los residuos (Montes Cortés et al., 2009).

Con este tipo de normatividad lo que se busca es fomentar una conciencia de reducir, reciclar y reutilizar, pues entre menor sea la cantidad de residuos dirigidos a la disposición final, menor será el cobro del impuesto. Esto también incentiva a la población a informarse en cuanto al tema de caracterización de residuos para realizar una mejor separación en la fuente.

Se resalta igualmente un estudio en donde se evaluar las mejores prácticas para el manejo de residuos sólidos municipales según la aplicación del método de evaluación del ciclo de vida (LCA). Para llevar a cabo esta evaluación, tomaron como muestra 76 estudios científicos de 36 países de ingreso altos y bajos, esto es muy relevante, puesto que las técnicas utilizadas para el manejo de residuos pueden variar y los residuos que se generan en cada país también varían según el nivel de desarrollo que tenga. Los países desarrollados generalmente son los mayores productores de residuos, con mayor proporción de papel, plástico y otros materiales no orgánicos, mientras que los países en desarrollo tienen una mayor fracción orgánica en el flujo de desechos (Das et al., 2019).

Este estudio plantea el uso del LCA, como la técnica que se ha utilizado ampliamente para analizar el sistema de gestión de RSU. Esta metodología fue desarrollada por la Organización Internacional de Normalización, que busca cuantificar el impacto ambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida (Iqbal et al., 2020). Es así, como a través de esta metodología, y luego de hacer una descripción de su importancia y los factores que la componen, identifican las técnicas más óptimas para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

De acuerdo a este estudio se llega a dos conclusiones. Primero, el paso más importante en un estudio de LCA es garantizar una definición clara de la meta, que es subjetiva para el profesional en función de los objetivos del estudio, sin embargo los pasos siguientes incluyen el alcance del estudio, que comprende la unidad funcional, la configuración de límites, la elección de datos y la selección de categorías de impacto, etc., permitiendo una mejor perspectiva al profesional y brindando coherencia. Asimismo, resalta la importancia de aplicar esta metodología, la cual puede ser una herramienta muy útil para plantear un adecuado manejo de los residuos sólidos. Segundo, al establecer las mejores prácticas para el manejo de los RSU, se sugiere la integración de múltiples tecnologías para realizar el reciclaje, el tratamiento con recuperación de recursos (por ejemplo, por incineración y digestión anaeróbica) y la eliminación reducida en vertederos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que las tecnologías de alta gama requieren de grandes inversiones y mano de obra calificada, lo que hace que estas técnicas sean asequibles solo para países desarrollados. Los países de bajos ingresos, por otro lado, deberían apuntar y promover la reducción de desechos, y las actividades de reciclaje, minimizando la cantidad de desechos que se dirigen hacia los vertederos, particularmente de desechos alimentarios. Además, al utilizar sus recursos laborales baratos para el reciclaje descentralizado, métodos de tratamiento de bajo costo y menos técnicos, como el compostaje (u otros) y el vertedero, se puede desarrollar un sistema integrado de gestión de residuos eficiente (Iqbal et al., 2020).

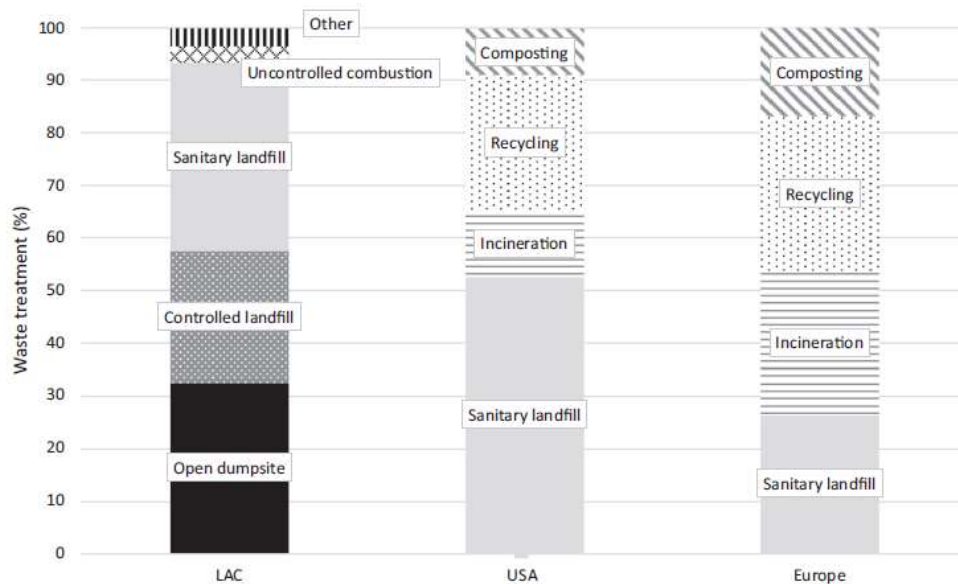
Una investigación de revisión que se realizó para evaluar el contexto de América Latina y el Caribe (AL&C) y poder brindar un apoyo político relevante y ambientalmente razonable para las partes interesadas involucradas en la gestión de residuos sólidos a través de una revisión crítica del contexto actual (Margallo et al., 2019). A partir de esto, se realiza una recopilación bibliográfica donde se vincule el análisis del ciclo de vida con la gestión de residuos, es decir, evaluar todo el proceso de gestión de residuos sólidos urbanos a partir de esta técnica y así comprender las posibles estrategias de gestión de residuos en la zona de interés, así como los beneficios ambientales que podrían obtenerse.

En AL&C la principal opción para la disposición final de los residuos es el relleno sanitario, donde el 36% de los residuos van a rellenos sanitarios y el 25% a rellenos sanitarios controlados (Margallo et al., 2019). En la figura 11 es posible observar los principales tratamientos de residuos que se usan en AL&C, Estados Unidos y Europa. A través de la recopilación bibliográfica de

diferentes prácticas en las 3 zonas anteriormente mencionadas se evalúan las políticas que se practican en América Latina y el Caribe para el manejo de residuos sólidos.

**Figura 12.**

*Importancia relativa de las diferentes opciones de tratamiento de residuos en América Latina y el Caribe (AL&C), Estados Unidos y Europa.*



**Nota:** La figura muestra las técnicas más usadas para el tratamiento de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, Estados Unidos y Europa. Tomado: Margallo, M., Ziegler-Rodriguez, K., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., Irabien, Á., & Kahhat, R. (2019). Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. *Science of the Total Environment*, 689, 1255–1275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.393>

En esta investigación se resalta el alto contenido orgánico en el flujo de los residuos sólidos urbanos, sin embargo, la separación en la fuente no es una práctica común y bien desarrollada en el área, por lo que los vertederos resultan con grandes cantidades de este tipo de residuos y otros residuos que también podrían ser aprovechados, como plástico, vidrio, metales, entre otros. Esto hace necesario el uso de LCA, puesto que esta herramienta permite evaluar los perfiles ambientales de disposición final; la ausencia de este tipo de instrumentos en la zona de interés genera que se intente replicar políticas y tecnologías aplicadas al contexto de países desarrollados (Margallo et al., 2019).

El estudio concluye resaltando la amplia brecha que existe en cuanto a estudios que investiguen el ciclo de vida orientado a la gestión de residuos sólidos en AL&C, por lo tanto se recomienda a los profesionales en LCA que desarrollen estudios específicos en esta área como estrategia para brindar apoyo político a la diferentes partes interesadas. Por otro lado, como se mencionó antes, los países de AL&C presentan mayores fracciones de residuos orgánicos dentro de los residuos sólidos urbanos, y debido a las condiciones ambientales, demográficas, sociales, etc., se hace necesario que las partes interesadas y encargadas de formular políticas eviten replicar políticas de economías desarrolladas en otras zonas del mundo sin tener en cuenta que los escenarios locales y/o regionales pueden ser diferentes y merecer un modelado específico del sitio (Margallo et al., 2019).

La investigación realizada por Knickmeyer (2020) recopila las teorías y buenas prácticas de ciudades de todo el mundo, con el fin de ayudar a los diferentes interesados a diseñar estrategias e intervenciones futuras para motivar el comportamiento de separación de residuos domésticos. Ofrece una descripción general de los principales factores sociales que influyen en el proceso de gestión de los residuos sólidos en los hogares. Se presta principal atención a los casos que tienen un contexto de alta densidad (Knickmeyer, 2020).

Los residuos residenciales representan un gran porcentaje de los desechos municipales que se generan, su participación en los sistemas de gestión de residuos municipales a través de la clasificación previa de los desechos domésticos en la fuente es esencial para reducir la cantidad de desechos que podrían arruinar lotes de material reciclado, y por ende evitar su aprovechamiento (RECYCLING magazine, 2018). Por tal razón, es esencial evaluar los factores sociales que influyen en el proceso de gestión de residuos sólidos, ya que estos determinan el comportamiento que se tendrá en cuanto a la gestión de residuos en los hogares. Algunos de los factores analizados fueron las características demográficas, factores psicológicos, estado de conocimiento e información, normas sociales y morales, actitud y preocupación por el medio ambiente, hábitos de reciclaje, entre otros (Knickmeyer, 2020).

De acuerdo a los factores sociales encontrados, que tienen influencia sobre los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos y sobre la actitud de la población frente a esta temática, se plantean una serie de buenas prácticas que permitan involucrar y tratar esos factores. Algunas de las buenas prácticas halladas fueron leyes y políticas coherentes, imagen positiva de las

autoridades, colaboración con grupos comunitarios, comunicación, educación pública, programas de educación e información, presentación de normas sociales, castigo social, entre otras (Knickmeyer, 2020).

Es así como este estudio concluye la relevancia y consideración de los factores sociales subyacentes cuando se trata de la implementación exitosa de un sistema de gestión de residuos urbanos. Los programas educativos y de comunicación específicos que involucran a la comunidad y presentan la clasificación de desechos como una norma social son cruciales para el establecimiento de una “*cultura del reciclaje*”. (Knickmeyer, 2020), acompañado de alternativas ambientales e incentivos económicos. Es necesario que se reconozca el esfuerzo realizado por los hogares y hacer el reciclaje lo más conveniente posible.

Por otra parte, se encuentra la investigación desarrollada por Costa & Ferreira (2020), el cual lleva por título “*Evolución de la gestión de residuos sólidos urbanos en Brasil: un retrato de la región nordeste*”. Este trabajo tiene como objetivo la aplicación de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) de Brasil en un municipio del país, donde se desea analizar la evolución que tienen los residuos sólidos urbanos una vez se pone en marcha la política.

Esta investigación tiene como población de estudio a la región Nordeste de Brasil, la cual fue seleccionada teniendo en cuenta dos factores: 1) Mayor número de habitantes; 2) Peor desempeño en el año 2017 en los procesos de gestión de residuos. La técnica que utilizaron fue un marco evolutivo que incluía etapas antes y después de la implementación del PNRS en 4 procesos específicos que fueron generación, recolección, recolección selectiva y disposición final de residuos sólidos urbanos (Costa & Ferreira Dias, 2020a)

Al final el estudio concluyó que la implementación del PNRS en la región Nordeste no tuvo el rango deseado ya que se presenta una distancia entre lo que se establece en la ley y las transacciones que involucran los cuatro procesos específicos. Se observa que la brecha identificada se puede deber a la necesidad de revisar lo que se plantea en Política Nacional de Residuos Sólidos, que aunque en este se plantean prohibiciones, no hay un capítulo dirigido a las sanciones que se impartirían al no cumplir la ley. También se detecta un monitoreo precario por parte del ente ambiental regulador, ya que el PNRS no define una periodicidad de la supervisión, comprometiendo así el avance en el proceso de la gestión de los residuos sólidos urbanos (Costa & Ferreira Dias, 2020b).



Continuando, se encuentra un estudio realizado por Korner, Saborit & Aguilera (2018). Su investigación estudió la generación y manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en Cuba con miras a integrar el compostaje de fracciones orgánicas de los RSU en el sistema. La evaluación de estudios realizados por algunos organismos cubanos e internacionales, mostró que la materia orgánica comprende aproximadamente entre el 60 y el 70% de los RSU, siendo los hogares la principal fuente. Con esos porcentajes de residuos orgánicos el compostaje podría ser la solución más eficiente para el tratamiento de las fracciones de residuos orgánicos de los RSU (Körner et al., 2008).

En Cuba existe un modelo único de agricultura sostenible en el mundo, las granjas urbanas. En estas granjas urbanas, se practican métodos orgánicos de producción de alimentos sin insumos químicos. Actualmente, las granjas urbanas de pequeña escala que necesitan fertilizantes orgánicos tienen como principal fuente el abono o compost (Körner et al., 2008). Es por esto que se plantea que la mejor forma de hacer compostaje es a través de un modelo descentralizado y la ubicación de tales unidades sería óptima en dichas granjas. Una ventaja adicional de estas parcelas agrícolas urbanas es que generan desechos verdes, que se pueden utilizar como un sustrato rico en estructura para el compostaje, además, se encuentran ubicadas por todas partes de las ciudades, disminuyendo los costos de transporte.

Igualmente, plantean otra opción eficiente para realizar el proceso de compostaje, donde se propone realizar esta actividad en los hogares. “El compostaje doméstico es una tradición en muchos países y se recomienda como una opción importante de gestión de residuos en la política de la Unión Europea” (Körner et al., 2008, pág. 7). No obstante, para el caso este proceso requiere de la educación de la población en cuanto al comportamiento de recolección y separación. La ventaja con este método es que no llegarían residuos inadecuados a las plantas descentralizadas. Para organizar la separación, existen dos opciones principales; en primer lugar, los residuos separados en origen podrían recogerse mediante la recogida del lado del pavimento; en segundo lugar, utilizar contenedores de recogida centrales.

Finalmente concluyen que estas opciones serían efectivas para el manejo de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, además de ser una opción asequible para un país en desarrollo. Por otro lado plantean que las principales barreras para el manejo de residuos sólidos

son, la ineficiencia en educación ambiental y la precaria tecnología para la recolección y tratamiento de los residuos sólidos debido a la poca inversión financiera (Körner et al., 2008).

Evaluando el contexto del país se encuentra el trabajo de grado de Torres (2015) el cual realiza un análisis de los residuos sólidos generados en la zona rural turística “La Bocona”, un corregimiento en la bahía de Buenaventura. A pesar de que esta zona es rural (no es el área objeto del proyecto) plantea la problemática del manejo de residuos sólidos urbanos, puesto que dicho corregimiento recibe el 35% de los residuos generados en Buenaventura, donde la mayoría de residuos son de origen doméstico o agroindustrial (Torres, 2015). Con este tipo de casos es evidente la insuficiencia del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos que en este momento tiene el país.

A través del análisis realizado frente al impacto ambiental que tienen residuos sólidos en La Bocana, se concluye que los principales factores que aportan en el incremento de esta problemática se deben a una inadecuada separación en la fuente, carencia en cuanto a educación ambiental y deficiencia de almacenamiento en las fuentes de generación de residuos sólidos. También resalta la inexistencia de organizaciones consolidadas que trabajen en la recuperación de residuos sólidos y la falta de incentivos o iniciativas públicas que promuevan la actividad de reciclaje y aprovechamiento; esto resalta la deficiencia normativa que rige la gestión de residuos sólidos (Torres, 2015)

Una investigación aplicada directamente a la situación de Bogotá es la de Rodríguez e Ibarra (2018), en la que se buscaba evaluar la dinámica de gestión de residuos ordinarios en Bogotá y evaluar la influencia que tenía en los indicadores de residuos aprovechados y dispuestos adecuadamente. Para llevar a cabo su desarrollo, se hizo uso de la metodología de Dinámica de Sistemas, lo que les permitió evaluar diferentes escenarios de gestión.

A través de la simulación del modelo planteado en la indagación, concluye que son necesarias estrategias que eduquen a la población generadora de residuos en aspectos de separación en la fuente. También indica que es necesario impulsar el aprovechamiento y, contar con un marco normativo sólido y un acompañamiento estricto de la autoridades ambientales (Rodríguez Andrade & Ibarra Vega, 2019). Así, este proyecto permite identificar falencias presentes en la gestión de residuos ordinarios que se realiza en Bogotá.

También se encuentra el estudio realizado por Padilla & Trujillo (2018) que lleva por título “Eliminación de residuos y heterogeneidad de los hogares. Identificación de los factores que dan forma a las actitudes hacia el reciclaje separado en origen en Bogotá, Colombia.”. En él se identifican factores que dan forma a las actitudes de reciclaje, a través de separación en la fuente en los hogares de Bogotá.

Para el desarrollo de este estudio hacen uso de datos del departamento de Estadística de Colombia y de encuestas multipropósito, teniendo en cuenta el factor socioeconómico en su población de estudio, lo que consideran un modelo Probit multivariable que les permita identificar los factores asociados al reciclaje, esto debido a los pocos estudios que hay en Bogotá en cuanto a caracterización de residuos domésticos y actividades de reciclaje en los hogares (J. Padilla & Trujillo, 2018).

A través del análisis de los resultados ofrecidos por el estudio, se llega a dos conclusiones. La primera se refiere a la clase socioeconómica (SEC), entre más alta esta sea, mayores son las actitudes hacia el reciclaje por fuente separada entre los hogares de Bogotá. La segunda se refiere a la identificación de un perfil por parte de la SEC en los hogares de Bogotá, que refleja en gran medida las actitudes del jefe de hogar hacia el reciclaje de fuentes separadas (J. Padilla & Trujillo, 2018).

## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1. Análisis comparativo entre experiencias mundiales y el entorno de Bogotá**

Luego de la recopilación y análisis de los diferentes estudios se lograron establecer diferentes factores o características necesarias para una gestión de residuos sólidos urbanos eficiente. Por lo tanto, se procede a realizar un análisis comparativo entre los aspectos que se destacaron en las investigaciones y el contexto actual de la ciudad de Bogotá; Esto permitirá identificar los parámetros con los que ya cuenta el sistema de gestión de residuos de la ciudad, aquellos parámetros que son precarios y con los factores ausentes, y así lograr un manejo de residuos sólidos urbanos de mayor eficacia, menor disposición en el relleno sanitario, tasas más altas de aprovechamiento y una incursión hacia la economía circular.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta las brechas que se presentan al momento de realizar este análisis, lo que podría generar cierto margen de error. Primero, parte de la documentación en cuanto al contexto que vive Bogotá frente a la gestión de residuos sólidos urbanos es de difícil acceso y se encuentra desactualizada; segundo, algunos de los estudios o documentos tomados y evaluados para el desarrollo de este trabajo no cuentan con condiciones como las que se presentan en Bogotá ( estudios realizados en países desarrollados), empero, son tenidos en cuenta pues revelan factores que, aunque Bogotá es la capital de un país en desarrollo, pueden ser aplicadas al contexto o irse implementando poco a poco.

La tabla 2 expone el análisis comparativo realizado entre las características y prácticas que se identificaron en otras partes del mundo, frente a las características con las que cuenta el sistema de gestión de residuos de Bogotá.

**Tabla 2.**

*Análisis comparativo entre las características necesarias para un adecuado manejo de RSU y lo aplicado actualmente en Bogotá en su sistema de gestión de RSU.*

<b>factores para un adecuado manejo de los RSU en el mundo</b>	<b>Criterio de comparación (existente/ineficiente /inexistente)</b>	<b>Descripción del proceso en Bogotá</b>
Uso del método de análisis del ciclo de vida (LCA) como herramienta para la gestión de RSU	Inexistente	No se encontraron estudios o planes concretos en los que se haga uso de esta herramienta
Programas de educación e información frente al manejo de residuos sólidos	Ineficiente	En el PGIRS de la ciudad se plantean jornadas educativas e informativas para la gestión de RSU, sin embargo, no se evidencia una difusión eficiente de estas campañas. Por otro lado, en Bogotá no se cuenta con un plan educativo en los colegios que genere conciencia ambiental y una conciencia de reciclaje en las personas desde la infancia
Implementación e integración de nuevas técnicas de tratamiento para el manejo de los RSU	Ineficiente	En Bogotá se cuenta con un único método disposición final, el RSDJ y se cuenta con pocas plantas de reciclaje o aprovechamiento. Además no hay un sistema integrado eficiente, puesto que es poca la aplicación de otros métodos como separación en la fuente y compostaje
Leyes promotoras y sancionatorias frente a temas de separación en la fuente y reciclaje	Ineficiente	Se encuentran algunas políticas y planes como lo son el PGIRS, el PMIRS o la Política de Aprovechamiento de Residuos que tienen dentro de sus objetivos mejorar e incentivar la separación en la fuente e incrementar las tasas de reciclaje y aprovechamiento de la ciudad, sin embargo, hace falta leyes que incentiven a la comunidad a realizar estas prácticas y que sancionen su incumplimiento
Leyes que promuevan el uso de nuevas técnicas para el tratamiento de RSU	Existente	Incentivo tributario de exclusión de IVA, Artículo 424 numeral 7. Artículo 428 literales (f) e (i). Decreto 2532 de 2001; Resolución 978 de 2007 Beneficio Tributario de RENTA Artículo 158-2 del estatuto tributario. Decreto 3172 de 2003; Resolución 136 de 2004 PGIRS CONPES
Separación en la fuente, reciclaje y compost	Ineficiente	Aunque en Bogotá se llevan a cabo este tipo de prácticas aún es muy poca la conciencia que hay respecto a estas actividades además del desconocimiento de la comunidad frente a estos temas
Gobernanza frente al manejo de RSU	Ineficiente	Es evidente que hay una preocupación y un intento por mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Bogotá por parte del gobierno, sin embargo las tácticas no son lo suficientemente sólidas para impulsar un sistema de gestión de RSU robusto.
Implementación de sectores de compostaje descentralizado	Inexistente	No se encuentran estudios frente al tema de sistemas descentralizados y en los planes o normatividad que rijen a la ciudad no se plantea este tema

**Nota:** Elaboración propia a partir de la recopilación y análisis de diferentes casos de estudio

En la tabla se encuentra dividida en tres columnas. En la primera columna se pueden observar aquellos factores identificados en un sistema de gestión de residuos eficiente, a partir de los diferentes estudios recopilados. En la segunda columna se plantea el criterio que permitirá comparar las características identificadas con lo que se lleva a cabo en la ciudad de Bogotá; inexistente se refiere a que el factor identificado no se aplica en el sistema de gestión de RSU; insuficiente hace referencia a que este factor si se contempla en el sistema de gestión de RSU pero este aún es muy precario y requiere de acciones de mejora; finalmente se encuentra existente, el cual se refiere a aquellos factores que son aplicados ampliamente en el sistema de gestión de RSU, sin embargo, estos factores también pueden seguir fortaleciéndose para que sean cada vez más sólidos.

#### *Uso del método de análisis del ciclo de vida (LCA) como herramienta para la gestión de RSU*

Como se mencionó anteriormente, el análisis de ciclo de vida fue desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que busca cuantificar el impacto ambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida (Iqbal et al., 2020). Esta técnica es utilizada en diversos procesos, entre esos en el análisis de sistemas de gestión de RSU, sin embargo los resultados obtenidos se pueden ver afectados por la metodología seleccionada, la calidad de los datos y el análisis que se realice, por lo tanto, el profesional debe ser cuidadoso al momento de desarrollar dichas variables (Iqbal et al., 2020)

De acuerdo a la revisión del manejo de RSU en Bogotá, no se encontraron datos que incluyeran esta herramienta para el análisis del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos, sin embargo, algunas empresas lo aplican como una buena práctica ambiental (CONPES, 2016). En la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, se establece el ACV como un principio guía para esta política, pero esta política aplica a todo el país, y no se ve reflejado exclusivamente en el PMIRS o PGIRS de Bogotá. Es necesario resaltar que de acuerdo a los resultados arrojados por el ACV, los responsables seleccionan las prácticas más óptimas para el manejo de los residuos sólidos urbanos (Iqbal et al., 2020), por lo que el uso de esta herramienta puede ser un factor determinante para una gestión RSU eficiente.

#### *Programas de educación e información frente al manejo de residuos sólidos*

En el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos se plantea la elaboración de protocolos de sensibilización puerta a puerta como estrategia de educación a la ciudadanía para dar cumplimiento a la normatividad desarrollada en este mismo documento (UAESP, 2015). Igualmente se plantea que la UAESP pondría en marcha diversos programas de sensibilización y educación de la población sobre la correcta separación en la fuente.

También se cuenta con la *Política Nacional de Educación Ambiental*, la cual tiene como objetivo

“proporcionar un marco conceptual y metodológico básico, que desde la visión sistemática del ambiente y la formación integral del ser humano, orienta las acciones que en materia de educación ambiental se adelantan en el país, en el sector formal, no formal e informal” (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003).

Por otra parte, el artículo 61 del PMIRS se enfoca en programar campañas pedagógicas, donde se plantean diferentes estrategias para formar a la población en temas de reciclaje y aprovechamiento, y dirigen estas campañas en diferentes sectores, como entre los usuarios de Servicio Público de Aseo, centros de formación del Distrito Capital, a alcaldes, entre otros (UAESP, 2018).

Para abordar adecuadamente los problemas ambientales que se relacionan al sistema de gestión de residuos sólidos es necesario que se resuelvan otros problemas sociales básicos como la educación (Azevedo et al., 2019), por lo tanto, es necesario que todas las partes interesadas sean informadas y formadas en el tema y tengan acceso a dicha información, razón por la que las campañas que se desarrollan en la ciudad pueden ayudar. Sin embargo, no se cuenta con un programa educativo que forme a los niños y jóvenes a lo largo de su vida académica ofreciendo ciudadanos con conciencia ambiental desde la niñez para lograr tener un manejo de residuos sólidos tan eficiente en el país; brindar educación ambiental y concientización a todas las personas los ayuda a comprender la importancia de este proceso y el impacto que tienen sus actividades sobre el medio ambiente (Hispanoamericanos Unidos, 2019).

Implementar programas de educación ambiental en los colegios puede fomentar el comportamiento de reciclaje, lo que podría generar que los niños actúen como embajadores ambientales (Knickmeyer, 2020). Es por esas razones que este factor aún es insuficiente en la

ciudad, y es necesario que se apliquen acciones de mejora, pues es un factor fundamental para promover la separación en la fuente y una conciencia ambiental que ayude a mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos.

#### *Implementación e integración de nuevas técnicas de tratamiento para el manejo de los RSU*

El único mecanismo con el que cuenta Bogotá para la disposición final de los residuos generados es el RSDJ, el cual cuenta con varios problemas operacionales y ambientales. En el 2019 se dispusieron 1'860.536 t de desechos (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2019), de los cuales se estima que el 69% correspondían a desechos domiciliarios y en Doña Juana no se hace un frente de la clasificación de los residuos que allí llegan (Domínguez, 2004).

“...en lugar de utilizar una sola tecnología centralizada, como en la práctica tradicional, la integración de diferentes tecnologías es el mejor enfoque para desarrollar un sistema de gestión de RSU ambientalmente sostenible” (Iqbal et al., 2020, pág. 10). Se ha demostrado que al usar una integración de diferentes técnicas para el tratamiento de los residuos sólidos hace que el sistema de gestión sea más práctico y los impactos ambientales sean menores. En países de bajos recursos o países en vías de desarrollo se estima que la principal opción de disposición final son los rellenos sanitarios, y no se hace uso de otras técnicas de tratamiento (Margallo et al., 2019), mientras que en países desarrollados si se presenta integración de tecnologías que suelen ser más avanzadas, como incineración y tratamientos biológicos.

Es evidente que una barrera para la adquisición de técnicas de tratamiento para la gestión de residuos en la ciudad de Bogotá es el factor económico, ya que estas son costosas y requieren de personal calificado, sin embargo, se pueden integrar otras técnicas más económicas como la separación en la fuente o el compostaje. Es evidente que en las próximas décadas se tendrá que hacer un avance en estos temas y proyectar la implementación de tratamientos térmicos o biológicos, pero mientras eso sucede se pueden adelantar estudios que evalúen el ciclo de vida del RSDJ, como se ha hecho en países como la India (este país cuenta con característica geográficas, sociales y demográficas similares a las de Bogotá), para mejorar su gestión e integrar técnicas más económicas, como Cuba con la implementación de las granjas descentralizadas de compostaje (Körner et al., 2008)

#### *Leyes promotoras y sancionatorias frente a temas de separación en la fuente y reciclaje*



En Bogotá no se encuentran decretos que logren incentivar a la población a realizar una adecuada separación en la fuente y a reciclar, como reducción en las tarifas de aseo público para aquellos ciudadanos que gestionen eficientemente sus residuos; tampoco se encontraron leyes que sancionen el incumplimiento de estas prácticas, como se evidencia en países como España con iniciativas como “*quien contamina paga*” (Montes Cortés et al., 2009).

Se evidenció a lo largo de la literatura revisada que este factor es importante para lograr alcanzar un sistema de gestión de RSU apropiado, pues permite hacer uso de la influencia social y la presión social como estímulo para fomentar una mayor reutilización y separación de residuos (Knickmeyer, 2020). Asimismo, es necesario presentar normas sociales relacionadas con el reciclaje como una poderosa técnica de influencia para afectar la acción de los ciudadanos frente al tema (Prisco, 2017).

#### *Leyes que promuevan el uso de nuevas técnicas para el tratamiento de RSU*

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo, el uso de nuevas tecnologías para el tratamiento de RSU es importante y necesario, ya que hay tratamientos más avanzados que no solo manejan los residuos de forma más eficiente y generando menos impactos sobre el medio ambiente, sino que también permiten sacar provecho energético del proceso (Iqbal et al., 2020). Por lo tanto, se identifica que el uso de una normatividad que incentive este tipo de prácticas hace más eficiente y sólido el sistema de gestión de residuos.

Bogotá cuenta con el decreto 2532 de 2001 por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 424-5 y el literal f) del artículo 428 del Estatuto Tributario, en estos artículos se plantea el incentivo tributario de exclusión del IVA por la implementación de maquinaria o equipos que no se produzcan en el país destinados a reciclar y procesar basuras o desperdicios (Decreto 2532, 2001), también se promueve y plantea en el CONPES y en el PGIRS el uso de nuevas tecnologías para el manejo de residuos sólidos, entre otras herramientas y leyes que promueven el uso de otras técnicas de tratamiento de residuos.

#### *Separación en la fuente, reciclaje y compost*

Según la revisión bibliografía se observó que el desarrollo adecuado de estas tres técnicas es un factor fundamental en cuanto a la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos, esto se debe a que se hace una mejor caracterización y disposición de los residuos,

incrementando las tasas de reciclaje y aprovechamiento, por ejemplo, a través de estas técnicas y otros factores en suiza se ha logrado una tasa de reciclaje de los residuos del 96% (Hispanoamericanos Unidos, 2019), en Corea del sur la tasa de reciclaje aumentó en un 80% y redujo la tasa de residuos arrojados a vertederos en un 90%, en Bélgica se reutilizan, reciclan o composta el 75% de los residuos (Kuznetsova et al., 2019).

En Bogotá estos métodos se encuentran referenciados, como herramientas importantes para la gestión de RSU, en el PGIRS y PMIRS de la ciudad y se llevan a cabo iniciativas como la expansión y tecnificación de la planta de aprovechamiento de orgánicos de Mochuelo Bajo por parte de la UAESP y así lograr el aprovechamiento de más de 300 toneladas diarias de residuos orgánicos (Gámez, 2020), o el decreto 596 de 2016 “Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio” (Decreto 596, 2016, pág. 1) y a través de la formalidad de los recicladores incrementar los porcentajes de reciclaje en la ciudad, sin embargo, las tasas de aprovechamiento y reciclaje oscilan entre el 14 y el 15% (Semana Sostenible, 2020), lo que revela insuficiencias en la aplicación de este factor.

#### *Gobernanza frente al manejo de RSU*

A través de la revisión literaria se encontró que un factor importante es la comunicación y articulación que debe haber entre las partes interesadas de la gestión de RSU, esto impulsaría el comportamiento del reciclaje, puesto que genera confianza en los habitantes frente a la autoridad local y los programas de reciclaje que se apliquen (Knickmeyer, 2020).

El CONPES contiene un capítulo en el que se contempla la gobernanza en la gestión integral de residuos sólidos, allí se exponen las dificultades institucionales para facilitar la coordinación entre las entidades y definir los roles específicos que permitan impulsar una gestión de residuos sólidos más allá del modelo lineal. Las dificultades halladas son baja coordinación interinstitucional para proyectos distintos del servicio público de aseo e instrumentos de planificación territoriales con baja implementación (CONPES, 2016). En Bogotá se evidencia que este factor aún es ineficiente puesto que no hay programas que promuevan la comunicación de estas partes.

#### *Implementación de sectores de compostaje descentralizado*

Los sistemas descentralizados se están utilizando como recurso para alivianar la presión que se ejerce sobre los sistemas centralizados (Kuznetsova et al., 2019), convirtiéndose en un factor importante y necesario dentro del sistema de gestión de RSU. En Bogotá no se encontraron investigaciones que reflejaran la aplicación de esta práctica en la ciudad, por lo tanto se evidencia que esta herramienta no es aplicada en la ciudad de forma oficial, como una medida del gobierno para fomentar la cultura del compost y así mejorar la calidad del sistema de gestión de RSU.

## **5.2. Recomendaciones dirigidas a mejorar la gestión de residuos sólidos domésticos en Bogotá a través del uso de políticas públicas.**

. Las políticas públicas son soluciones específicas de cómo manejar los asuntos públicos, además ayudan a orientar la gestión del gobierno para alcanzar sus objetivos. Las políticas públicas son consecuencia de un proceso social, al ser acciones tomadas por el gobierno para solucionar una problemática, planteándose objetivos de interés público. Estas son apuestas socio-políticas que permiten resolver problemas de carácter públicos, necesidades individuales y colectivas, que son definidas por la misma sociedad. De acuerdo a lo anterior, las políticas públicas van más allá de un documento que lista actividades y propone asignaciones presupuestales, es la relación y conexión entre el Estado y la ciudadanía. Así pues, juegan un papel muy importante en cuanto a la construcción de realidad social (Torres & Santander, 2013).

De acuerdo al concepto de política pública, y a lo identificado a partir del análisis comparativo y el análisis de resultados, se determina que para mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos se deben plantear políticas dirigidas a:

- Promover procesos como la separación en la fuente, reciclaje y compostaje, a través de incentivos, capacitación a la población en los temas y sistemas de recolección de basura que faciliten estas actividades.
- Introducir el uso de la herramienta del análisis de ciclo de vida dentro del PGIRS y el PMIRS, con el fin de evaluar el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos y obtener resultados efectivos.
- Incluir en la enseñanza una educación ambiental que sea intensiva y constante a lo largo de la formación de los niños y adolescentes. Además promover campañas de concientización y educación a la población en general, que forme en ellos una conciencia de reciclaje.

- Implementar sistemas descentralizados para el manejo de compostaje, teniendo en cuenta el gran porcentaje de residuos orgánicos que son producidos en los hogares, y la necesidad y utilidad de dar un adecuado tratamiento a este tipo de residuos.
- Realizar una articulación efectiva de las partes interesadas en el proceso de la gestión de residuos sólidos urbanos, que permita una comunicación efectiva, para así consolidar conceptos e identificar deficiencias que permitan tomar planes de acción para mejorar la gobernanza en la gestión integral de los RSU.
- Sanciones que generen obligatoriedad al ciudadano común en cuanto a una adecuada realización de la gestión de los residuos sólidos generados en los hogares.

## 6. CONCLUSIONES

Este trabajo tenía por objetivo hacer una revisión del contexto actual de Bogotá frente a la gestión que realiza a los residuos sólidos urbanos, por medio de la revisión de otros casos a nivel mundial, y la identificación adecuada de los factores necesarios para un manejo de residuos sólidos urbanos. Para esto se plantearon recomendaciones dirigidas al planteamiento de políticas públicas que permitan realizar un manejo eficiente de los residuos sólidos urbanos en la ciudad. Algunos de los factores identificados eran aplicados en países desarrollados y con una baja densidad poblacional, lo que generó que no aplicarían o fueran difíciles de acoplar al entorno socioeconómico de la ciudad, por lo tanto algunas recomendaciones deben ser evaluadas a largo plazo. Por tal razón, es posible obtener diversas conclusiones de este trabajo:

- Aunque en Bogotá se cuenta con varios de los factores identificados para un buen manejo de los RSU, estos son ineficientes, lo que genera que el sistema de gestión de residuos sea precario e insuficiente, ocasionando bajas tasas de reciclaje y aprovechamiento y mayores niveles de basura dispuestos en el RSDJ.
- Es necesario el planteamiento de políticas dirigidas a la educación de la ciudadanía, ya que el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos parte de la separación en la fuente, acción que deben realizar los habitantes de la ciudad, y para hacerlo adecuadamente deben tener conocimiento frente a cómo caracterizar correctamente los residuos.
- La ausencia de una conocimiento frente a separación en la fuente lleva a que mucho material potencialmente aprovechable sea desechado en el relleno sanitario Doña Juana, puesto que esta actividad es el inicio de la cadena efectiva del manejo de residuos sólidos urbanos, por lo que se hace indispensable promover esta actividad en la población de la ciudad.
- Los mecanismos para incentivar a la población a que realicen actividades de reciclaje son precarias debido a que no se cuenta con leyes sancionatorias que promuevan en la sociedad un adecuado manejo de los residuos y una conciencia ambiental frente a los impactos de sus actividades.

- Aunque se cuenta con planes para el manejo de residuos sólidos urbanos, como el PGIRS, PMIRS y el CONPES, es evidente que estos aún ignoran varios factores importantes, lo cual hace que sean ineficientes al momento de su ejecución y no cumplan con sus objetivos, como disminuir la cantidad de desechos dispuestos en el relleno sanitario, por lo tanto es necesario que se tenga mayor compromiso al momento del planteamiento de este tipo de herramientas.
- Es necesario que se considere la integración de técnicas para el manejo de residuos sólidos urbanos, puesto que solo se cuenta con un Relleno Sanitario en la ciudad, y otras técnicas como separación en la fuente, reciclaje no se les da la suficiente relevancia, generando problemáticas como las que presenta actualmente en RSDJ, lo que a su vez causa un impacto negativo al medio ambiente.
- El adecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios no es un tema que competa exclusivamente a los residentes de la ciudad, al ser los generadores de estos residuos; es necesario que haya una articulación entre todas las partes interesadas (Estado, ciudadanos, empresas, entes de control, etc.) para que el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos sea eficaz.

Son muchas las medidas que hacen falta para lograr tener un sistema integrado de gestión de residuos sólidos urbanos eficiente, pero se espera que los resultados de este trabajo sean útiles para su mejora y así obtener mejores indicadores de aprovechamiento, además de acercar el desarrollo económico hacia un modelo de economía circular.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Es necesario realizar estudios dirigidos a la investigación y aplicación del análisis del ciclo de vida, ya que estos permitirán complementar todo el tema del manejo de gestión de residuos sólidos y es poca la bibliografía que se encuentra frente al tema aplicado en Colombia.
- Es necesario hacer una evaluación frente a los diferentes tratamientos existentes para el tratamiento de residuos sólidos urbanos, para estimar el uso de mejores métodos en el país, con el fin de disminuir los impactos ambientales que se presentan por el uso de rellenos sanitarios.
- Delimitar la investigación a un área de estudio más pequeña permitiría tener resultados más precisos, para evaluar mejor el manejo de residuos sólidos urbanos, debido a que la mayoría de bibliografía se encuentra dirigida al manejo de residuos sólidos en general.

## BIBLIOGRAFÍA

- (JICA), A. de C. In. del J., & (UAESP), U. A. E. de S. P. (2013). *Proyecto de estudio del plan maestro para el manejo integral de residuos sólidos en Bogotá, D.C.*  
[http://www.uaesp.gov.co/UAESP\\_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213\\_BOGOTA\\_INFO\\_RME2.pdf](http://www.uaesp.gov.co/UAESP_jo/images/SubdRBL/jica/GEJR13213_BOGOTA_INFO_RME2.pdf)
- ACCIONA. (2018). *Generación y gestión de residuos - sostenibilidad.*  
<https://www.youtube.com/watch?v=BLkOZTMRCV0>
- Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: review of barriers and success factors. *Waste Management*, 61, 593–607.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028>
- Azevedo, B. D., Scavarda, L. F., & Caiado, R. G. G. (2019). Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: A case study of Brazil's largest slum. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1377–1386.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.162>
- Banco Mundial Noticias. (2019, March 6). Convivir con basura: el futuro que no queremos. *Banco Mundial*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>
- Bilitewski Prof. Dr., H. C. B. (2008). Pay-as-you-throw - A tool for urban waste management. *waste management*, 28(12), 2759. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.001>
- Bonivento, S. Y. (2005). *Guía para la implementación de la metodología de formulación de los planes de gestión integral de residuos sólidos "PGIRS", estudio de caso* [Universidad del Bosque].  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46315010/guia\\_pgirs.pdf?1465318584=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dmetodologia\\_pgirs.pdf&Expires=1602954858&Signature=gvYHkG6YkN42tMedNa0ELminoJ9cWeah-Ydelok~piWShrcI7x~0TaX-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46315010/guia_pgirs.pdf?1465318584=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dmetodologia_pgirs.pdf&Expires=1602954858&Signature=gvYHkG6YkN42tMedNa0ELminoJ9cWeah-Ydelok~piWShrcI7x~0TaX-)



WhUCgyj00ltI8B1JSfTJXftK

- Cardona Ramirez, A. (2020). *Residuos orgánicos y biotecnología*.  
[https://www.youtube.com/watch?v=UVJ\\_2V\\_GZdQ](https://www.youtube.com/watch?v=UVJ_2V_GZdQ)
- CGR, C. G. de la R. (2020). *Contraloría alertó sobre impacto ambiental: Relleno Doña Juana: uno de los tantos casos de tratamiento deficiente de residuos sólidos en el país*.  
[https://www.contraloria.gov.co/contraloria/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/boletines-de-prensa-2020/-/asset\\_publisher/9IOzephPkrRW/content/contraloria-alerto-sobre-impacto-ambiental-relleno-dona-juana-uno-de-los-tantos-casos-de-tratamiento-deficiente-d](https://www.contraloria.gov.co/contraloria/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/boletines-de-prensa-2020/-/asset_publisher/9IOzephPkrRW/content/contraloria-alerto-sobre-impacto-ambiental-relleno-dona-juana-uno-de-los-tantos-casos-de-tratamiento-deficiente-d)
- Collazos, H. C. (2013). Diseño y operación de rellenos sanitarios 4a. Edición. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- CONPES. (2016). *CONPES 3855 - 2016*. 38.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf>
- Costa, I. M., & Ferreira Dias, M. (2020a). Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. *Energy Reports*, 6, 878–884.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.033>
- Costa, I. M., & Ferreira Dias, M. (2020b). Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. *Energy Reports*, 6, 878–884.  
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.033>
- DANE. (2018a). Censo nacional de población y vivienda. DANE.  
[https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/11\\_infografia.pdf](https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/11_infografia.pdf)
- DANE. (2018b). *Proyecciones de población a nivel municipal. Periodo 2024-2035*. DANE.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- Das, S., Lee, S. H., Kumar, P., Kim, K. H., Lee, S. S., & Bhattacharya, S. S. (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 228, 658–678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>
- Ddiba, D., Andersson, K., Koop, S. H. A., Ekener, E., Finnveden, G., & Dickin, S. (2020).

- Governing the circular economy: Assessing the capacity to implement resource-oriented sanitation and waste management systems in low- and middle-income countries. *Earth System Governance*, 4, 100063. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2020.100063>
- Domínguez, C. (2004). *Determinantes de la separación de residuos sólidos en la fuente: la evidencia de bogotá* [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10368/u251003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estupiñan, K. (2019). 37 años más de vida útil tendrá el relleno sanitario Doña Juana. Bogotá-portal web. <https://bogota.gov.co/asi-vamos/obras/se-podra-extender-la-vida-util-del-relleno-dona-juana#:~:text=Luego de varios estudios contratados,útil por hasta 37 años>
- Gámez, L. (2020). UAESP inicia proceso de contratación para expandir planta de aprovechamiento de orgánicos de Mochuelo Bajo. *Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos UAESP (UAESP)*. <http://www.uaesp.gov.co/noticias/proceso-contratacion-expandir-planta-aprovechamiento-organicos-mochuelo-bajo>
- Hispanoamericanos Unidos. (2019). *Qué aprender de... SUIZA ¿Un país SIN BASURA?* <https://www.youtube.com/watch?v=Es1YCxdT34U>
- Iqbal, A., Liu, X., & Chen, G. H. (2020). Municipal solid waste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of the Total Environment*, 729, 138622. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138622>
- J. Padilla, A., & Trujillo, J. C. (2018). Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. *Waste Management*, 74, 16–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.052>
- Knickmeyer, D. (2020). Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 245, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605>
- Körner, I., Saborit-Sánchez, I., & Aguilera-Corrales, Y. (2008). Proposal for the integration of decentralised composting of the organic fraction of municipal solid waste into the waste management system of Cuba. *Waste Management*, 28(1), 64–72.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.009>

Kuznetsova, E., Cardin, M.-A., Diao, M., & Zhang, S. (2019). Integrated decision-support methodology for combined centralized-decentralized waste-to-energy management systems design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *103*, 477–500. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.020>

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, *46*(1), 1–2. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(14\)70039-2](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70039-2)

Margallo, M., Ziegler-Rodriguez, K., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., Irabien, Á., & Kahhat, R. (2019). Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. *Science of the Total Environment*, *689*, 1255–1275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.393>

Decreto 2532, (2001). <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1461350>

Decreto 596, (2016). [https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO 596 DEL 11 DE ABRIL DE 2016.pdf](https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20596%20DEL%2011%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf)

Decreto 838, (2005). [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_0838\\_230305.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf)

Decreto 2981, Pub. L. No. 2981 (2013). [http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO 2981 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2013.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf)

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2020). *Desde el primero de enero del 2021 empezará a regir el nuevo código de colores para la separación de residuos.* [https://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/desde-el-primero-de-enero-del-2021-empezara-regir-el-nuevo-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos#:~:text=Los colores son%3A,%3B papeles metalizados%2C entre otros.](https://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/desde-el-primero-de-enero-del-2021-empezara-regir-el-nuevo-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos#:~:text=Los%20colores%20son%3A,%3B%20papeles%20metalizados%2C%20entre%20otros.)

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). Educación Ambiental POLÍTICA NACIONAL. [https://www.uco.edu.co/extension/prau/Biblioteca Marco](https://www.uco.edu.co/extension/prau/Biblioteca%20Marco)

Normativo/Política Nacional Educación Ambiental.pdf

Montes Cortés, C., Pinto, M., Matín, L., Ortega Bernardo, J., Forero Mejía, M. C., Jiménez Compaired, I., Amaya Navas, L. F., & Fúquene Retamoso, C. E. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos* (Primera ed). Universidad Externado de Colombia. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat01307a&AN=cbue.197090&lang=es&site=eds-live&scope=site>. Acceso em: 22 ago. 2020.

Observatorio Ambiental de Bogotá. (2019). *Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana*. OAB. <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=37&v=1>

Pinha, A. C. H., & Sagawa, J. K. (2020). A system dynamics modelling approach for municipal solid waste management and financial analysis. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122350. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122350>

Prieto Sandoval, V., Jaca García, M., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 15(15), 85–95.

Prisco, J. (2017). Can psychology influence the way we recycle? *CNN*. <https://edition.cnn.com/2017/05/18/health/psychology-of-recycling/>

Recovery International foundation. (2020). *Tratamiento térmico de residuos español*. <https://www.youtube.com/watch?v=zM4LE5doVEg>

RECYCLING magazine. (2018). bvse: Recycling braucht verbesserte Mülltrennung. *RECYCLING Magazine*. <https://www.recyclingmagazin.de/2018/04/17/bvse-recycling-braucht-verbesserte-muelltrennung/>

Reinoso Rodríguez, G. (2020, April 29). ¿Por qué el relleno de Doña Juana está en el ojo del huracán? *EL TIEMPO*. <https://www.eltiempo.com/bogota/que-pasa-en-el-relleno-de-dona-juana-despues-de-deslizamiento-490286>

Rodríguez Andrade, J., & Ibarra Vega, D. (2019). Modelo para la evaluación dinámica de la gestión de residuos ordinarios de la ciudad de Bogotá y su influencia en el índice de calidad ambiental urbana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 143–162. <https://doi.org/10.22490/21456453.2411>

- Salgado, J. (2012). Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 91–112.
- Sánchez, C. (2019). Gestión integral de residuos: ¿todos por el mismo camino? *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/opinion/camilo-sanchez/gestion-integral-de-residuos-todos-por-el-mismo-camino-533719>
- SDP, S. D. de P. (2006). *Plan Maestro de Residuos Sólidos*. <http://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/planes-maestros/planes/plan-maestro-de-residuos-solidos>
- Semana Sostenible. (2020). El 78% de los hogares colombinos no recicla. *Semana*. <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/el-78-de-los-hogares-colombianos-no-recicla/44231>
- Servicio de evaluación ambiental. (2017). *Relleno Sanitario*. <https://www.youtube.com/watch?v=M3Y63dPyLe8>
- Torres, K. (2015). *Análisis de los residuos que se generan en la zona rural turística “La Bocana.”* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- UAESP. (2012). *Caracterización De Los Residuos Sólidos Residenciales En La Ciudad De Bogota D.C* 2011. 69. [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES\\_02-29-2012\(!\).pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci?n/RESIDENCIALES_02-29-2012(!).pdf)
- UAESP. (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos 2016-2027*. [http://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/direccion/PGIRS\\_FINAL\\_18-12-2015.pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf)
- UAESP, (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos). (2021). *Estaciones de transferencia*. <http://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/estaciones-transferencia>
- UAESP, (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos). (2018). *Informe: Plan maestro de residuos sólidos*. [http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/PMIRS\\_Informe de seguimiento\\_2018.pdf](http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/PMIRS_Informe_de_seguimiento_2018.pdf)

UAESP, (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos). (2018a). *1109 manejo integral de residuos sólidos en el distrito capital y la región*. [http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/planeacion/Actualización formulación proyecto 1109\\_No 24\\_23072018.doc](http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/planeacion/Actualización%20formulaci3n%20proyecto%201109_No%2024_23072018.doc)

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos 2016-2027*. (p. 1228). [file:///C:/Users/heletobo/Desktop/Gestión ambiental/Artículos/PGIRS\\_FINAL\\_18-12-2015.pdf](file:///C:/Users/heletobo/Desktop/Gesti3n%20ambiental/Art3culos/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf)