ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

MODALIDAD DE GRADO – ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LITERATURA

LAURA ISABEL UMOA FAJARDO
HAIDY TATIANA RUBIO GUERRERO
JOHN RICHARD PRIETO ACOSTA

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO-META

1
ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA
LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

MODALIDAD DE GRADO – ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LITERATURA

LAURA ISABEL UMÖA FAJARDO
HAIDY TATIANA RUBIO GUERRERO
JOHN RICHARD PRIETO ACOSTA

ASESOR:
MATEO AGUDELO VARELA
INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN AMBIENTAL, MSc EN GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO-META
Nota de aceptación:

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

________________________________________________________________

Firma del presidente del jurado

________________________________________________________________

Firma del jurado

________________________________________________________________

Firma del jurado
<table>
<thead>
<tr>
<th>Sección</th>
<th>Página</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Introducción</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>Objetivos</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Objetivo general</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Objetivo específico</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Marco geográfico</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>Recolección de residuos solidos</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>Disposición de residuos sólidos</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Marco teórico</td>
<td>19</td>
</tr>
<tr>
<td>Gestión ambiental</td>
<td>19</td>
</tr>
<tr>
<td>Objetivos prioritarios de la gestión ambiental</td>
<td>19</td>
</tr>
<tr>
<td>Gestión de residuos</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>Objetivos de la gestión de residuos</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>Formas de disponer los residuos</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>Residuos sólidos</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td>Residuos doméstico</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td>Clasificación de los residuos según su origen</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td>Código de colores para la separación de residuos a nivel nacional</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td>Color blanco</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td>Color negro</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>Color verde</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>Encuesta sociodemográfica:</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td>Metodología</td>
<td>26</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Área de estudio ...........................................................................................................26
Criterios de selección de muestra ..............................................................................26
Materiales y métodos .................................................................................................26
Análisis de resultados .................................................................................................28
Encuesta “súmate al cambio” ..................................................................................28
Formato “datos clasificación de residuos” ...............................................................39
Índice de generación de residuos .............................................................................50
Conclusiones ...............................................................................................................52
Bibliografía ................................................................................................................53
Lista de tablas

Tabla 1. Porcentaje de población por comuna en la ciudad de Villavicencio ......................... 15
Tabla 2. Porcentaje total de habitantes del estrato 3 respecto a la población total de V/cio ....... 15
Tabla 3. Cantidad de residuos por estrato.............................................................. 50
Tabla 4. Porcentajes de la cantidad de residuos..................................................... 51
Lista de figuras

Figura 1. Panorámica de Villavicencio
Figura 2. Caracterización de residuos sólidos
Figura 3. Relleno sanitario de Villavicencio
Figura 4. Código de colores
Figura 5. Encuesta “Súmate al cambio “ 2020
Figura 6. Estrato 1 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 7. Estrato 2 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 8. Estrato 3 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 9. Estrato 4 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 10. Estrato 5 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 11. Estrato 6 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?
Figura 12. Estrato 1 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 13. Estrato 2 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 14. Estrato 3 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 15. Estrato 4 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 16. Estrato 5 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 17. Estrato 6 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?
Figura 18. Estrato 1 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?
Figura 19. Estrato 2 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?
Figura 20. Estrato 3 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?.................................................................................................................................................. 36

Figura 21. Estrato 4 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?.................................................................................................................................................. 36

Figura 22. Estrato 5 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?.................................................................................................................................................. 37

Figura 23. Estrato 6 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?.................................................................................................................................................. 37

Figura 24. Pregunta 1 - ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje? 38

Figura 25. Pregunta 2 - ¿Reciclan cotidianamente en casa? ............................................................................................................................................... 38

Figura 26. Pregunta 3 - ¿Conoce los impactos negativos del manejo inadecuado de los RS? ..... 39

Figura 27. Clasificación de Residuos - Cocina................................................................................................................................. 39

Figura 28. Clasificación de Residuos - Sanitarios ........................................................................................................................................ 40

Figura 29. Clasificación de Residuos - Jardín ........................................................................................................................................ 41

Figura 30. Clasificación de Residuos - Madera........................................................................................................................................ 42

Figura 31. Clasificación de Residuos - PET........................................................................................................................................... 43

Figura 32. Clasificación de Residuos - PVC ........................................................................................................................................... 44

Figura 33. Clasificación de Residuos - Vidrio........................................................................................................................................ 45

Figura 34. Clasificación de Residuos – Chatarra y varios .................................................................................................................................. 46

Figura 35. Clasificación de Residuos - Cartón ........................................................................................................................................... 47

Figura 36. Clasificación de Residuos - Pilas ........................................................................................................................................... 48

Figura 37. Clasificación de Residuos - Bombillos..................................................................................................................................... 49
Agradecimientos

Laura Isabel Umoa Fajardo.

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía a lo largo de la carrera, por darme fuerzas en los momentos de debilidad y por darme una vida llena de aprendizajes, retos y experiencias. A mis Padres, por sus enseñanzas, los valores que me han inculcado, por darme el privilegio de tener una buena educación en el transcurso de mi vida y por ser ese gran ejemplo a seguir. A mi hija quien es la luz de mi camino, quien me impulsa a dar cada día lo mejor de mí.

John Richard Prieto Acosta.

Le doy gracias a Dios quien ha estado conmigo en cada uno de los procesos de mi vida y me ha dado la sabiduría y seguridad para enfrentar cualquier adversidad. A mis Padres, que han sido mi fortaleza y mi apoyo incondicional en todo momento y gracias a ellos estoy en este paso importante de mi vida. A mi hija quien es mi principal motivación y mi motor para enfrentar los retos del día a día, cada cosa es por ella y para ella.

Haidy Tatiana Rubio Guerrero.

Principalmente a Dios por ser mi guía y fortaleza durante este proceso de formación profesional, a mi madre quien ha estado incondicionalmente apoyándome y acompañándome durante todo este proceso por ser mi inspiración y ejemplo a seguir por su valentía, constancia y resiliencia. Y en especial a mi hijo Matías (origen hebreo que significa ‘regalo de Dios’) Y que tal como su significado lo indica desde su llegada ha sido mi inspiración y mi motivación quien ha dado sentido a mi vida para así lograr esta meta, porque esto es por él y para él. Y a cada una de las personas que directa o indirectamente me han acompañado y han aportado un granito de área a esta formación.
Resumen

La protección del medio ambiente es una de las mayores problemáticas en la actualidad y dentro de sus campos de estudio más relevantes encontramos la gestión de residuos sólidos. Esta gestión tiene diferentes actividades y metas para lograr alcanzar el aprovechamiento ideal de los residuos, y una de esas actividades son los índices o indicadores de generación de residuos sólidos.

Este documento presenta la propuesta de generar un índice de generación de residuos sólidos aplicado a la capital del departamento del Meta, Villavicencio. Esto con el fin de entregar un estudio con datos más actualizados sobre los porcentajes de residuos generados en la ciudad de Villavicencio y dar una base para la generación de nuevas alternativas de manejo a partir de los datos recolectados.

El índice de generación residuos es un proyecto que abarca tres etapas para su realización, la primera consta de recolectar información sobre el comportamiento y cultura que tienen los villavicenses respecto al tratamiento que dan a los residuos sólidos en sus hogares, esto por medio de una encuesta virtual divulgada en las diferentes comunas de la ciudad. La segunda etapa consta de un estudio físico-presencial, en el cual se harán mediciones de los residuos generados en los hogares para registrar estos datos que son necesarios en la etapa final. Como última etapa se tomarán los resultados obtenidos tanto en las encuestas como los resultados medidos en campo y se procederá a sistematizarlos para la presentación de los resultados y análisis culminando en la conclusión.

Palabras clave: Residuos sólidos, gestión, estudio, ambiente.
Abstract

The protection of the environment is one of the biggest problems today and within its most relevant fields of study we find solid waste management. This management has different activities and goals to achieve the ideal use of waste, and one of those activities are the indices or indicators of solid waste generation.

This document presents the proposal to generate a solid waste generation index applied to the capital of the department of Meta, Villavicencio. This in order to deliver a study with more up-to-date data on the percentages of waste generated in the city of Villavicencio and to provide a basis for the generation of new management alternatives from the data collected.

The waste generation index is a project that covers three stages for its realization, the first consists of collecting information on the behavior and culture of the people of Villavice with respect to the treatment they give to solid waste in their homes, this through a survey virtual disseminated in the different communes of the city. The second stage consists of a physical-on-site study, in which measurements of the waste generated in households will be made to record these data that are necessary in the final stage. As the last stage, the results obtained both in the surveys and the results measured in the field will be taken and they will be systematized for the presentation of the results and analysis, culminating in the conclusion.

Keywords: Solid waste, management, study, environment.
Introducción

La generación de residuos sólidos es una consecuencia inevitable de las actividades humanas tales como: industriales, comerciales, recreación, oficina, producción y vivienda; este fenómeno está directamente relacionado con el aumento de la población y cambio en los hábitos de consumo. En Colombia la generación de residuos sólidos es cada vez mayor lo que obliga a las ciudades, municipios y deferentes territorios a evitar que esta generación forme problemas ambientales que afecten la calidad de vida de los habitantes. En este sentido la disposición final de residuos sólidos se realiza por medio de Rellenos Sanitarios, espacios donde el suelo es usado para enterrar los residuos, generando diversos problemas como cambios en el uso del mismo, ocupación de grandes áreas para disposición de residuos, y en lugares donde se realizan una deficiente disposición final, la generación de lixiviados pueden contaminar cuerpos de agua y suelo, generación de olores, generación de vectores y generación de emisiones, entre otros impactos ambientales.

Conocida la problemática alrededor de la disposición final, se hace necesario determinar el índice de generación de residuos sólidos dado que esta información es fundamental para gestionar y manejar de manera adecuada los residuos sólidos generados en los territorios, promoviendo la minimización en la generación y promoviendo el aprovechamiento de los residuos sólidos, en virtud de sus características, donde estos pueden ser reincorporados a la cadena productiva como materias primas de igual forma, se pueden implementar el diseño de alternativas que permitan dar un manejo integral desde su recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y la disposición final y de esta forma, lograr la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos.
Objetivos

Objetivo general

- Estimar un índice de generación de residuos sólidos para la ciudad de Villavicencio

Objetivo específico

- Identificar los patrones culturales en los diferentes estratos respecto al manejo de residuos sólidos.
- Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad de Villavicencio.
- Identificar los estratos que producen más residuos y las áreas del hogar a los que estos residuos pertenecen.
**Marco geográfico**

Villavicencio es un municipio colombiano, capital del departamento del Meta y el centro comercial más importante de los Llanos Orientales. Está ubicada en el piedemonte de la Cordillera Oriental, al noroccidente del departamento del Meta, en la margen derecha del río Guatiquía. Sus límites municipales son norte con los municipios de Restrepo y El Calvario; oriente con Puerto López; sur con Acacías y San Carlos de Guaroa y occidente con Acacías y el Departamento de Cundinamarca. (Villavicencio, 2020)

Fundada el 6 de abril de 1840, cuenta con una población urbana aproximada de 551.212 habitantes en 2020 (Distribución en las Tablas 1 y 2). Presenta un clima cálido y muy húmedo, con temperaturas medias de 28°C y 30°C. (Wikimedia, 2021).

**Población por comuna en la ciudad de Villavicencio**

- Comuna 1, 28398 habitantes
- Comuna 2, 31359 habitantes
- Comuna 3, 32205 habitantes
- Comuna 4, 105473 habitantes
- Comuna 5, 107962 habitantes
- Comuna 6, 25511 habitantes
- Comuna 7, 57760 habitantes
- Comuna 8, 98485 habitantes
### Tabla 1

**Porcentaje de población por comuna en la ciudad de Villavicencio**

<table>
<thead>
<tr>
<th>ESTRATO</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>8%</td>
<td>8%</td>
<td>18%</td>
<td>12%</td>
<td>3%</td>
<td>14%</td>
<td>16%</td>
<td>16%</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>27%</td>
<td>11%</td>
<td>43%</td>
<td>23%</td>
<td>15%</td>
<td>9%</td>
<td>22%</td>
<td>24%</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>40%</td>
<td>19%</td>
<td>32%</td>
<td>43%</td>
<td>25%</td>
<td>36%</td>
<td>38%</td>
<td>39%</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>22%</td>
<td>26%</td>
<td>7%</td>
<td>18%</td>
<td>18%</td>
<td>27%</td>
<td>18%</td>
<td>15%</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>1%</td>
<td>23%</td>
<td>0%</td>
<td>3%</td>
<td>6%</td>
<td>14%</td>
<td>4%</td>
<td>4%</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>2%</td>
<td>13%</td>
<td>0%</td>
<td>0%</td>
<td>0%</td>
<td>0%</td>
<td>2%</td>
<td>1%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Fuente: (Holguín Morales, 2020)

### Tabla 2

**Porcentaje total de habitantes del estrato 3 respecto a la población de Villavicencio**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Comuna</th>
<th>Población Total 2015</th>
<th>% estrato 3</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>28398 40%</td>
<td>11359,2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>31359 19%</td>
<td>5958,21</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>32205 32%</td>
<td>10305,6</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>105473 43%</td>
<td>45353,39</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>107962 18%</td>
<td>19433,16</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>25511 36%</td>
<td>9183,96</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>57760 38%</td>
<td>21948,8</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>98485 39%</td>
<td>38409,15</td>
</tr>
<tr>
<td>TOTAL</td>
<td>487154 33%</td>
<td>161951,47</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Fuente: (Holguín Morales, 2020)
La agricultura, la ganadería, y la minería son pilares de la economía de la ciudad desarrollada por un importante y agitado comercio, respaldado en el recurso financiero, que la convierten en el polo de desarrollo de todos los llanos orientales. En los últimos años la ciudad ha alcanzado un desarrollo económico fortalecido por el sector del comercio, gracias a la dinámica generada por las vías de comunicación que canalizan hacia el interior y el centro del país la industria agropecuaria y agroindustrial del Llano. (Wikimedia, 2021).

**Recolección de residuos sólidos**

El servicio público domiciliario de aseo en la ciudad de Villavicencio es prestado por la empresa Bioagricola del Llano SA ESP enfocándose en los componentes de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios y comerciales y disposición final de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario. (Villavicencio POT, 2015). Un estudio realizado por la empresa Bioagricola del Llano SA ESP para la caracterización
de residuos sólidos en el año 2015 mostró que, de la totalidad de los residuos, un 55% de los residuos generados en el municipio corresponden a residuos orgánicos, un 23% corresponden a residuos recuperables y finalmente un 22% corresponden a residuos no recuperables como se muestra en la figura.

**Figura 2**

*Caracterización de residuos sólidos*

![Diagrama de residuos sólidos](image)

Fuente: Bioagricola del llano, 2015

**Disposición de residuos sólidos**

El municipio de Villavicencio cuenta con un relleno sanitario localizado en la vereda San Juan Bosco, en el Km 18 de la vía a Puerto Porfía operado por la empresa Bioagricola del Llano.
Figura 3

Relleno sanitario de Villavicencio

Fuente: https://www.bioagricoladelllano.com.co/

Este relleno sanitario fue desarrollado con un estricto diseño y construcción que cumple con el Reglamento Técnico de Saneamiento Básico y Agua Potable lo que lo hace unas de las mejores alternativas para el manejo de residuos sólidos no solo del municipio, sino de otros municipios que llevan sus residuos sólidos a este lugar.
Marco teórico

Gestión ambiental

La gestión ambiental está orientada al manejo, mitigación y prevención de las deficiencias de carácter ambiental, con el fin de lograr un entorno ambientalmente sostenible, entendido éste como aquel que le permite al ser humano el desarrollo de sus habilidades y su dominio biofísico y cultural y, garantizando su supervivencia a lo largo del tiempo.

Un programa de Gestión Ambiental consiste en hallar respuestas adecuadas a los problemas originados entre la convivencia de la sociedad y el entorno ambiental. Para esto, se impulsan acciones que generen y rescaten conocimientos de la caracterización de la población y los recursos del área; sistematizando los estándares para la creación del método de desarrollo alternativo al que aspira la población. (Ministerio del Interior, 2017)

Objetivos prioritarios de la gestión ambiental

- Diseñar una estructura orgánica y funcional a la organización empresarial, para establecer los alcances de dirección, coordinación y ejecución del sistema de gestión ambiental, así como la asignación de funciones y la definición líneas de dirección e interacción.

- Asignación de recursos (financieros, físicos y humanos) para la ejecución y el cumplimiento de los objetivos propuestos en el sistema de gestión ambiental. Estos recursos deberán estar soportados en las actividades y los requerimientos de materiales, equipos, insumos y personas, entre otros.

- Salvaguardar y proteger todas aquellas áreas vulnerables que ameritan medidas de protección especiales.
• Recuperar y proteger las áreas donde se encuentren fuentes de recurso hídrico, ya que representan un recurso vital para la población. Para lograr esto se debe mantener una densa y adecuada vegetación especialmente en las áreas de nacimientos de las corrientes de agua.

• Incentivar acciones de descontaminación y mitigación de la contaminación.

• Implementar el sistema de tratamiento de residuos líquidos y sólidos, para disminuir los impactos ambientales.

• Construir ambientes urbanos amables (equilibrio entre ambiente-sociedad)

• Ejecutar programas intensos y continuos a la población sobre concienciación y educación ambientales (priorizar el medio ambiente como un todo). (ISO 14001, 2015)

**Gestión de residuos**

La gestión de residuos es el conjunto de actividades para el manejo de los desechos, desde su generación, hasta su eliminación o su posible reaprovechamiento. Este proceso incluye desde la captación de los residuos, el transporte, la gestión (disposición final) dependiendo el tipo de residuo, peligroso o aprovechable. (Energya.VM, 2017)

**Objetivos de la gestión de residuos**

• Mitigar lo máximo posible la generación de residuos.

• Reutilizar al máximo los materiales de esos residuos.

• Concienciación y educación sobre la gestión de residuos.

• Mejorar el alcance de una gestión integral de residuos para extender y generar un mayor impacto a diferentes poblaciones.
• Aplicación de métodos de tratamiento y eliminación para la recuperación de energía y creación de energías renovables.
• Innovar en el reaprovechamiento de los residuos para tareas de abono y fertilización.
• Fomentar nuevas tecnologías de eliminación o disposición final de los residuos menos dañinas y tradicionales. (Energya.VM, 2017)

Formas de disponer los residuos

Tradicionalmente, han existido dos métodos en la disposición final de residuos, que normalmente no contribuyen al aprovechamiento de los desechos. Se trata de los siguientes:

Los vertederos. Los desechos se disponen en un sitio alejado de las zonas urbanas de la población. Con este método se afectan en gran medida suelos, bosques y fuentes hídricas

La quema de residuos. Es quizá la forma más antigua de disponer residuos, su afectación se centra en la atmósfera debido a los gases que generan los desechos.

En la actualidad hay nuevos métodos de disposición de residuos.

La pirólisis. Consiste en una incineración en tanques sellados con poco oxígeno. Eso produce una quema menos contaminante y más eficiente en cuanto a generación de energía aprovechable.

Reprocesamiento biológico. Básicamente se trata de tomar ciertos desechos orgánicos, formar compostaje y usarlos como abono para la agricultura.

El reciclado. Aprovechar materiales tales como papel, plástico y aluminio y darle diversos usos o en su defecto volver a crear estos mismos materiales.
El tratamiento de aguas residuales mediante la extracción de lodos. Se tratan las aguas residuales con el fin de obtener diferentes tipos de lodos, que pueden ser usados en la agricultura. (Energya.VM, 2017)

Residuos sólidos

Los Residuos Sólidos, constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de re-aprovecharse o transformarse con un correcto reciclado. Los principales "productores" de residuos sólidos son los ciudadanos de las grandes ciudades, con un porcentaje muy elevado, en especial por la poca conciencia del reciclaje que existe en la actualidad. (Minambiente, 2020)

Residuos doméstico

Son aquellos residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. (Minambiente, 2020)

Clasificación de los residuos según su origen

Residuo sólido no aprovechable. Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.
**Residuos de Alimentos o similares.** Materiales sólidos o semisólidos de origen animal o vegetal que se abandonan, botan, descartan o rechazan y son susceptibles de biodegradación.

**Residuo sólido aprovechable.** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

**Residuos Peligrosos.** Es aquel que, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana.

**Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).** Son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan. Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto en el momento en que se desecha, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el cual recibirán el tratamiento previsto para tales residuos. (Minambiente, 2020)

**Código de colores para la separación de residuos a nivel nacional**

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en conjunto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, mediante Resolución, establecieron un código de colores unificado para la separación de residuos en la fuente, que deberá adoptarse en todo el territorio nacional a partir del primero de enero de 2021. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

**Color blanco**

Para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.
**Color negro**

Para depositar residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.

**Color verde**

Para depositar residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc.

**Figura 4**

*Código de colores*

![Código de colores para la separación de residuos a nivel nacional](image_url)

Fuente: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2021

**Encuesta sociodemográfica:**

Para este estudio se hace necesario la recolección de datos e información en general sobre la población objeto de estudio. Para ello se usó la encuesta sociodemográfica. Un cuestionario de datos sociodemográficos es una herramienta que permite recolectar información general sobre un grupo de personas. Estos datos incluyen atributos como la edad, género, lugar de residencia, etnia, nivel de educación, ingresos, etc.
Esta herramienta ofrece una muestra representativa de la población, lo que hace posible conocer la distribución de las características demográficas de los encuestados y determinar qué tan aproximado se encuentra de una réplica. Un cuestionario sociodemográfico ofrece una visión más profunda del comportamiento de la población objetivo. La información recolectada permite realizar mejores estrategias, campañas publicitarias y el aumento de ingresos. (QuestionPro Software de Encuestas, 2019).
Metodología

Área de estudio

El estudio de caracterización de residuos sólidos se desarrolló en la ciudad de Villavicencio

Criterios de selección de muestra

El presente estudio considera el grupo de usuarios agrupado en los seis (6) estratos socioeconómicos establecidos en la ciudad al igual que los usuarios comerciales; no se consideran usuarios ubicados en zona rural, industriales, no residuos generados por barrido.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó bajo un enfoque mixto que comprende variables cualitativas y cuantitativas en una población urbana, en la ciudad de Villavicencio, durante un periodo de seis meses. Se intervinieron diferentes sectores de la ciudad con el fin de caracterizar los diferentes estratos de la población, la cantidad de generación de residuos y sobre la cultura de la clasificación de residuos.

La población objeto de este estudio son un total de 272 habitantes de la ciudad de Villavicencio. La zona urbana está sectorizada por comunas y a su vez subdividida por barrios. Toda la ciudad cuenta con el servicio de recolección de residuos, (a pesar de que ciertas calles son peatonales o de difícil acceso) cuentan con el servicio puerta a puerta.

El estudio se desarrolló de la siguiente manera:

- Inicialmente se aplicó una encuesta de manera virtual denominada “Súmate al cambio” a un total de 272 personas que hacen parte de diferentes sectores de la ciudad de Villavicencio. Con este instrumento se identificaron datos sociodemográficos, información del núcleo familiar, estrato socioeconómico de su lugar de residencia y conocimientos
teóricos y prácticos básicos acerca de los residuos sólidos y su disposición; con el propósito de explorar y tener una percepción más clara acerca de la cultura de la clasificación de los residuos en la población de estudio.

- Posteriormente se seleccionaron diez personas de cada estrato de la ciudad de Villavicencio y teniendo en cuenta que son seis estratos, el total de personas seleccionadas fueron sesenta. A esta población seleccionada del total se les aplicó la segunda parte de la encuesta denominada “Datos clasificación de residuos” que consistía en una recolección de datos en un determinado periodo de tiempo. Las personas durante un lapso de dos semanas deberían clasificar sus residuos en orgánicos (cocina, sanitarios, jardín y madera) e inorgánicos (plástico, vidrio, metal, cartones, papeles, pilas y bombillos). En esta clasificación deberían tomar los pesos (para tomar los pesos se vio la necesidad de utilizar una báscula gramera) de cada uno de los materiales mencionados y llevar un registro en el formato digital previamente enviado por el encuestador; este proceso se realizó diariamente durante dos semanas. (Rojas Carmona, y otros, 2013).

En este punto cabe resaltar que debido a la situación que atraviesa el mundo a causa de la pandemia provocada por el virus Covid-19 no fue posible tener acercamiento a las personas que fueron objeto de este estudio, por lo que toda la comunicación que se tuvo con las personas para informarles y darles instrucciones acerca de la dinámica de este estudio fue de manera virtual.

- Por último, una vez pasadas las dos semanas en que las personas clasificaron y pesaron sus residuos y de tener todos los formatos de “Datos clasificación de residuos”, se procedió a
recopilar y tabular los datos suministrados por la población objeto de estudio, para realizar los respectivos análisis.

**Análisis de resultados**

**Encuesta “súmate al cambio”**

Los siguientes resultados pertenecen a la encuesta “Súmate al cambio” realizada a los ciudadanos para la recolección de datos acerca de la cultura y conocimiento sobre los residuos sólidos.

**Figura 5**

*Encuesta “Súmate al cambio” 2020*

Fuente: Propia
Los resultados a la pregunta “¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?” son los siguientes:

**Figura 6**

*Estrato 1- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

![Gráfico de barras](image1)

Fuente: Propia.

**Figura 7**

*Estrato 2- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

![Gráfico de barras](image2)

Fuente: Propia.
Figura 8

*Estrato 3- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

Fuente: Propia.

Figura 9

*Estrato 4- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

Fuente: Propia
Figura 10

*Estrato 5- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

Fuente: Propia.

Figura 11

*Estrato 6- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

Fuente: Propia.

Según los resultados obtenidos en la primera pregunta se observa que la mayoría de los encuestados (144) sí tienen una capacitación sobre reciclaje, y esta tendencia se presenta en los estratos 3, 5, 6. Mientras la mayor tendencia de una falta de capacitación se ve en el estrato 2 y 4.
Los resultados a la pregunta “¿Reciclan cotidianamente en casa?” son los siguientes:

**Figura 12**

*Estrato 1 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?*

![Gráfico de barras para Estrato 1](image1)

Fuente: Propia.

**Figura 13**

*Estrato 2 - ¿Reciclan cotidianamente en casa?*

![Gráfico de barras para Estrato 2](image2)

Fuente: Propia.
Figura 14

Estrato 3- ¿Reciclan cotidianamente en casa?

Fuente: Propia.

Figura 15

Estrato 4- ¿Reciclan cotidianamente en casa?

Fuente: Propia
Según los resultados obtenidos en la segunda pregunta se observa que la mayoría de los encuestados (150) no reciclan habitualmente, y esta tendencia se presenta en los estratos 1, 2, 3 y 4. Por otro lado la población que habitualmente recicla en sus casas se encuentra en estrato 5 y 6.
• Los resultados a la pregunta “¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?” son los siguientes:

**Figura 18**

*Estrato 1- ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?*

Fuente: Propia.

**Figura 19**

*Estrato 2- ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?*

Fuente: Propia.
Estrato 3 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?

Fuente: Propia.

Estrato 4 - ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?

Fuente: Propia.
Figura 22

Estrato 5- ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?

![Barra de frecuencias](image)

Fuente: Propia.

Figura 23

Estrato 6- ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?

![Barra de frecuencias](image)

Fuente: Propia.

Según los resultados obtenidos en la tercera pregunta se observa que la mayoría de los encuestados (187) conocen los impactos negativos del manejo inadecuado de los residuos sólidos, y este resultado es una constante en todos los estratos.
• Resultados de las preguntas discriminando los estratos

Figura 24

*Pregunta 1- ¿Algún miembro de tu familia ha recibido capacitación sobre reciclaje?*

Fuente: Propia

Figura 25

*Pregunta 2- ¿Reciclan cotidianamente en casa?*

Fuente: Propia.
Figura 26

*Pregunta 3- ¿Conoce los impactos negativos que genera el manejo inadecuado de los RS?*

![Gráfico de barras](image)

Fuente: Propia.

**Formato “datos clasificación de residuos”**

Los siguientes resultados pertenecen al formato “Datos Clasificación de Residuos” entregado a los ciudadanos para la recolección de datos sobre la clasificación y peso de los residuos residenciales.

Figura 27

*Clasificación de Residuos – Cocina*

![Gráfico de barras](image)

Fuente: Propia.
En la clasificación de los residuos orgánicos los desechos generados en la cocina en términos generales se presenta una división en dos grupos, los estratos 1, 2 y 3 muestran un valor un poco más alto respecto al segundo grupo que lo conforman los estratos 4, 5 y 6. El estrato que presenta una menor cantidad de residuos generados en la cocina es el estrato 6; este valor puede ser producto de la facilidad y preferencia de las familias de este estrato a consumir alimentos fuera de su hogar. (Belalcázar & Tobas, 2015)

**Figura 28**

*Clasificación de Residuos - Sanitarios*

 Fuente: Propia.

En la clasificación de los residuos orgánicos los desechos sanitarios si se puede gran diferencia entre los estratos 1, 2, 3 y 4 respecto al 5 y 6. Esto se debe a la diferencia que existe en el promedio de habitantes por casa entre los diferentes estratos. En los estratos más bajos es común encontrar una cantidad de habitantes mayor, alrededor de 6, y en los estratos más altos el promedio de habitantes es 3. (DANE, 2018).
Dada la cultura en la ciudad de Villavicencio es muy poco común observar zonas verdes dentro de los hogares pertenecientes a los estratos medio-bajos, siendo más vistos estos lugares en los estratos más altos y en zonas urbanas exclusivas. Esto se refleja en la clasificación de los residuos orgánicos generados en el jardín, donde se observa claramente que los estratos medio-bajos prácticamente no generan residuos de este tipo, mientras que la mayoría son generados por los estratos 5 y 6.

Fuente: Propia
Dada las diferentes condiciones ambientales de los estratos 1, 2, 3 y 4 respecto a los estratos 5 y 6, este primer grupo puede generar más residuos de madera debido a que es más frecuente encontrar agentes derruidores de madera en los estratos más bajos. Cabe agregar que también existe una diferencia económica por ende la calidad de la madera que adquieren los estratos más alto es mucho mejor que los que la madera que adquieren los estratos bajos. Con esto planteado se puede evidenciar que la mayor parte de generación de residuos de madera proviene de los estratos medio-bajo. (Fajardo Calderón, Jaramillo Lotero, & Gómez Echeverry, 2018).
Es inevitable no considerar el consumo de productos envasado en recipientes fabricado en material PET desde alimentos y bebidas hasta productos de aseo. Esta enorme variedad productos abarca todos los estratos socio económico lo que se refleja en la tabla de resultados donde todos los estratos producen en promedio la misma cantidad de residuos PET. Particularmente el estrato 6 tiene una generación de residuos por debajo del promedio ya que en este estrato por cuestiones de educación, cultura y facilidad económica se pueden adquirir productos con empaque biodegradable lo que resta a la acumulación total de PET de dicho estrato (Gomez Ayala, Sanabria, & Leonardo, 2018).
Debido a que el material PVC no es de uso diario la generación de residuos del mismo es casi imperceptible ya que la mayor parte del consumo de este material se da en el momento de una construcción, remodelación o reparación de una vivienda (Mehdi Sadat & Bakhshandeh, 2017).

Fuente: Propia.
Clasificación de Residuos – Vidrio

Figura 33

Él vidrio también es un material de poca frecuencia de uso a excepción de las actividades de construcción o remodelación. Presenta una generación de residuos un poco mayor a la espera ya que este material es frágil y al alcance de un accidente eventual en el que tenga que ser reemplazado o reparado.
Dado el estudio fue realizado en zonas residenciales, no se manejan a menudo este tipo de materiales relacionados a la chatarra. Este campo es característico de los sectores industriales y comerciales los cuales acaparan la generación de residuos de este tipo. En la gráfica se observa una leve generación de estos residuos por causa de situaciones eventuales poco comunes. (Millan Delgado, Sanchez Garcia, & Olaya Flores, 2015)
El cartón en su mayoría está relacionado con el sector comercial e industrial los cuales generan la mayor parte de los residuos del mismo. Este estudio se enfoca en el sector residencial donde se observa que la mayoría de la generación de cartón como residuo se encuentra en los estratos altos. Esto se puede presentar a la diferencia económica existente entre los extremos de los estratos ya que los estratos más bajos tienen muchas limitaciones a la hora de adquirir productos nuevos los cuales están embalados en cartón. Por otro lado, los estratos más altos tienen la facilidad de adquirir con frecuencia nuevos inmuebles lo que hace que se genere más cartón en dichos estratos. (Fajardo Calderón, Jaramillo Lotero, & Gómez Echeverry, 2018).
Figura 36

Clasificación de Residuos – Pilas

Fuente: Propia.

Debido a la durabilidad de estos objetos, el desecho de estos mismo es muy poco frecuente llegando al punto que la acumulación de residuos no llega a un kilo. (Vela Barrionuevo, 2016)
Debido a la durabilidad de estos objetos, el desecho de estos mismo es muy poco frecuente llegando al punto que la acumulación de residuos no llega a un kilo (JOSHIG, 2015)
Índice de generación de residuos

Una vez se tienen ponderados los datos proporcionados de la cantidad de residuos que genera la población objeto de este estudio. Se realiza una sumatoria de las cantidades de cada tipo de residuo por estrato; con el fin de establecer un índice que permita visualizar el porcentaje de residuos que se reciclan por estrato. En la tabla 3 se muestran estas cantidades.

Tabla 3.

Cantidad de residuos por estrato.

<table>
<thead>
<tr>
<th>RESIDUOS ACUMULADOS EN DOS SEMANAS</th>
<th>ORGANICOS</th>
<th>Estrato 1</th>
<th>Estrato 2</th>
<th>Estrato 3</th>
<th>Estrato 4</th>
<th>Estrato 5</th>
<th>Estrato 6</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Cocina</td>
<td>61,3</td>
<td>61,9</td>
<td>61,03</td>
<td>54,36</td>
<td>54,48</td>
<td>48,37</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Sanitarios</td>
<td>8,3</td>
<td>8,9</td>
<td>8,2</td>
<td>7,8</td>
<td>3,2</td>
<td>48</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Jardín</td>
<td>4,31</td>
<td>2,26</td>
<td>3,09</td>
<td>8,64</td>
<td>16,14</td>
<td>24,06</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Madera</td>
<td>0,68</td>
<td>0,93</td>
<td>0,48</td>
<td>0,75</td>
<td>0,14</td>
<td>0,23</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>INORGANICOS</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>PLASTICO</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>PET</td>
<td>9,58</td>
<td>10,22</td>
<td>11,11</td>
<td>11,19</td>
<td>10,01</td>
<td>7,46</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>PVC</td>
<td>0,8</td>
<td>0,92</td>
<td>0,87</td>
<td>0,92</td>
<td>0,91</td>
<td>0,6</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Vidrio</td>
<td>2,2</td>
<td>2,02</td>
<td>2,63</td>
<td>3,35</td>
<td>3,62</td>
<td>3,15</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>METAL</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Aluminio</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Chatarra y varios</td>
<td>0,94</td>
<td>1</td>
<td>1,12</td>
<td>1,47</td>
<td>0,95</td>
<td>0,93</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cartón</td>
<td>1,87</td>
<td>2,25</td>
<td>2,47</td>
<td>2,81</td>
<td>3,14</td>
<td>2,74</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Pilas</td>
<td>0,52</td>
<td>0,55</td>
<td>0,39</td>
<td>0,6</td>
<td>0,405</td>
<td>0,26</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bombillos</td>
<td>0,7</td>
<td>0,53</td>
<td>0,61</td>
<td>0,6</td>
<td>0,7</td>
<td>0,64</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>TOTAL RESIDUOS POR ESTRATO</td>
<td>91,2</td>
<td>91,48</td>
<td>92</td>
<td>92,49</td>
<td>93,695</td>
<td>93,24</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Fuente: Propia
Para calcular el porcentaje se realiza una división de la cantidad de cada residuo entre el total de los residuos generados (con esto se halla el porcentaje del tipo de residuo por cada estrato). En la table 4 se encuentran los porcentajes respecto a cada tipo de residuo (en la última columna del lado derecho, se establece un porcentaje promedio de la generación de cada tipo de residuo en todos los estratos socioeconómicos).

La ecuación para establecer los porcentajes es la siguiente:

\[
IGR = \frac{\text{Cantidad del tipo de residuo}}{\text{Cantidad total de residuos por estrato}} \times 100
\]

Tabla 4

Porcentajes de la cantidad de residuos.

<table>
<thead>
<tr>
<th>ORGANICOS</th>
<th>Estrato 1</th>
<th>Estrato 2</th>
<th>Estrato 3</th>
<th>Estrato 4</th>
<th>Estrato 5</th>
<th>Estrato 6</th>
<th>TOTAL RESIDUOS</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Cocina</td>
<td>67%</td>
<td>68%</td>
<td>66%</td>
<td>59%</td>
<td>58%</td>
<td>52%</td>
<td>62%</td>
</tr>
<tr>
<td>Sanitarios</td>
<td>9%</td>
<td>10%</td>
<td>9%</td>
<td>8%</td>
<td>3%</td>
<td>5%</td>
<td>7%</td>
</tr>
<tr>
<td>Jardín</td>
<td>5%</td>
<td>2%</td>
<td>3%</td>
<td>9%</td>
<td>17%</td>
<td>26%</td>
<td>10%</td>
</tr>
<tr>
<td>Madera</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
<td>0,1%</td>
<td>0,2%</td>
<td>1%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

INORGANICOS

<table>
<thead>
<tr>
<th>PLASTICO</th>
<th>PET</th>
<th>PVC</th>
<th>Vidrio</th>
<th>TOTAL</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>PET</td>
<td>11%</td>
<td>11%</td>
<td>12%</td>
<td>12%</td>
</tr>
<tr>
<td>PVC</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
<td>1%</td>
</tr>
<tr>
<td>Vidrio</td>
<td>2%</td>
<td>2%</td>
<td>3%</td>
<td>4%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

METAL

<table>
<thead>
<tr>
<th>METAL</th>
<th>Total</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Aluminio</td>
<td>0%</td>
</tr>
<tr>
<td>Chatarra y varios</td>
<td>1%</td>
</tr>
<tr>
<td>Cartón</td>
<td>2%</td>
</tr>
<tr>
<td>Pilas</td>
<td>1%</td>
</tr>
<tr>
<td>Bombillos</td>
<td>1%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Fuente: Propia
Conclusiones

- Después de aplicar la encuesta “Súmate al cambio” se logró identificar que la mayoría de la población tiene conocimiento de los conceptos básicos sobre reciclaje, manejo de residuos y aún más conoce los impactos negativos que causaría la no practica de estas actividades. Aun así, se logra percibir que la cultura de los habitantes es la de no reciclar habitualmente en casa ni darles el manejo adecuado a estos residuos. Cabe recalcar que, debido a lo mencionado anteriormente, la mayoría de estas personas no tienen poco interés y disposición para la realización de una actividad de clasificación de residuos.

- Con la aplicación de la encuesta y la actividad se logró recopilar información detallada y particular que permitió tener una visión y una perspectiva más clara acerca de los residuos sólidos que se generación en la zona urbana de la ciudad de Villavicencio para el año 2020.

- Una vez recopilados los datos se procedió a realizar un análisis de los mismos lo cual llevo a identificar que los estratos 1, 2 y 3 son los mayores generadores de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio ya que estos estratos son los que abarcan la mayoría de la población perteneciente a la ciudad. Adicionalmente se observa que la mayor cantidad de los residuos que se generan en el hogar pertenecen al área de la cocina que es una constante en todos los estratos.
Bibliografía


