

OPTIMIZACIÓN EN EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL  
MUNICIPIO DE PUERTO BOYACÁ, BOYACÁ

Janner Mauricio Galeano Hoyos

Estudiante

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería

Tecnología En Logística Industrial

Puerto Boyacá, Boyacá

2019

OPTIMIZACIÓN EN EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL  
MUNICIPIO DE PUERTO BOYACÁ, BOYACÁ

Janner Mauricio Galeano Hoyos

Asesora

Ingeniera Martha Catalina Ospina Hernández

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Tecnólogo en Logística  
Industrial

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería

Tecnología En Logística Industrial

Proyecto de grado

03 septiembre 2019

## Tabla de contenido

Lista de figuras .....	VII
Lista de tablas.....	IX
Anexos.....	X
Lista de símbolos y Abreviaturas .....	XI
Resumen .....	XII
Palabras claves .....	XII
Abstract .....	XIII
Keywords: .....	XIII
CAPÍTULO I DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.1 Problemática .....	14
1.2 Justificación.....	16
1.2.1 Alcance.....	18
1.2.2 Limitaciones.....	18
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo general .....	19
1.3.2 objetivos específicos .....	19
1.4 Marco conceptual .....	19
1.4.1 Marco conceptual.....	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	25

2.1 Marco referencial .....	25
2.1.1 Frecuencia de recolección. ....	26
2.1.2 Estado del relleno sanitario .....	31
2.1.3 Diagnóstico de las vías de transporte, terreno y estado de los vehículos.....	42
2.2 Generalidades de Puerto Boyacá, Boyacá.....	46
2.2.1 Organización social:.....	50
2.3 Generalidades de Empresas Públicas de Boyacá (E.P.B) .....	51
2.3.1 Naturaleza.....	51
2.4 Marco Legal. ....	52
CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO.....	54
3.1 Población.....	54
3.2 Muestra.....	55
3.2.1 Confiabilidad y validez. ....	56
3.2.2 Aspectos éticos.....	56
3.2.3 Paradigmas .....	56
3.2.4 Tipo y método de investigación .....	57
3.2.5 Hallazgos de la investigación. ....	58
3.2.6 Diseño de la Investigación. ....	59
3.3 Fases de estudio.....	59
3.4 Técnicas de procesamiento de la información. ....	60

3.4.1 La observación .....	61
3.4.2 La encuesta.....	62
3.4.3 Plan manejo de datos.....	62
3.5 Instrumentos.....	63
3.6 Plan de trabajo.....	65
3.7 Estimado de costos de elaboración de la propuesta .....	66
3.8 Productos esperados.....	67
<b>CAPÍTULO IV DESARROLLO, ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>68</b>
4.1 Fase uno: Seleccionar y definir el alcance .....	68
4.1.1 Generador cuello de botella del proyecto.....	69
4.1.1 Análisis observación directa.....	70
4.1.4 Bosquejo de Rutas en AutoCAD.....	72
4.2 Fase 2: Registrar (herramientas para el diseño) .....	77
4.2.1 Matriz DOFA .....	77
4.2.3 Resultados y análisis de la encuesta.....	80
4.3 Descripción de los vehículos.....	95
4.4 Generación de la alternativa para la mejora del sistema de recolección .....	97
4.4.1 Adquisición de un nuevo vehículo compactador para la recolección de Residuos sólidos.....	98
4.4.2 Planteamiento de rutas optimizadas .....	100

4.4.3 Plan de mantenimiento de los vehículos compactadores. ....	107
Conclusiones .....	116
Recomendaciones.....	117
Bibliografía.....	118
Anexos.....	122

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Marco conceptual de la propuesta .....	20
<b>Figura 2</b> Lote del batallón .....	32
<b>Figura 3.</b> Lote alto transmisores.....	33
<b>Figura 4.</b> Tarifas por la prestación del servicio en los últimos doce (12) años (2007-2018).....	38
<b>Figura 5.</b> Usos del suelo en el área urbana del Municipio de Puerto Boyacá.....	39
<b>Figura 6.</b> Distribución de micro-rutas en los barrios del área urbana. ....	39
<b>Figura 7.</b> Micro-rutas establecidas para el servicio de aseo en el área urbana.....	41
<b>Figura 8.</b> Fotografía descriptiva de la situación problema .....	44
<b>Figura 9.</b> Diseño Metodológico.....	60
<b>Figura 10.</b> Técnicas de procesamiento de la información. ....	60
<b>Figura 11.</b> Cantidad poblacional vs. R.S generados 2016-2019 .....	69
<b>Figura 12.</b> Cuello de botella del proceso de recolección de Residuos Sólidos.....	70
<i>Figura 13.</i> Fotografía vía al ferry .....	71
<b>Figura 14.</b> Rutas de recolección lunes y jueves .....	72
<b>Figura 15.</b> Rutas martes y viernes .....	74
<b>Figura 16.</b> Rutas de recolección del miércoles y sábados.....	75
<b>Figura 17.</b> Tipo de Residuos genera como ciudadano en el Municipio .....	80
<b>Figura 18.</b> Evaluación del sistema de recolección de Residuos sólidos .....	81
<b>Figura 19.</b> Tipo de residuos generados en el hogar.....	82
<b>Figura 20.</b> Separación de Residuos en la fuente .....	83
<b>Figura 21.</b> Disposición de los residuos generados. ....	84
<b>Figura 22.</b> Frecuencia de recolección.....	85

<b>Figura 23.</b> Suficiencia de los contenedores dispuestos por EPB .....	86
<b>Figura 24.</b> Factor que genera la acumulación de desechos en las calles de Puerto Boyacá.....	87
<b>Figura 25.</b> Fortalecimiento del sector reciclaje .....	88
<b>Figura 26.</b> Conocimiento de los programas del PGIRS.....	89
<b>Figura 27.</b> Disposición de envolturas.....	90
<b>Figura 28.</b> Apreciación ciudadana de las tarifas de aseo y alcantarillado.....	91
<b>Figura 29.</b> Evidencia de los habitantes de animales producto de las basuras .....	92
<b>Figura 30.</b> Apreciación ciudadana frente a la frecuencia de recolección de basuras .....	93
<b>Figura 31.</b> Frecuencia de jornadas de recolección de inservibles .....	93
<b>Figura 32.</b> Frecuencia de recolección de inservibles .....	94
<b>Figura 33.</b> Apreciación de la prestación del servicio .....	95
<b>Figura 34.</b> Moto carguero E.P.B .....	96
<b>Figura 35.</b> MotoCarguero adecuado para la recolección de R.S.....	96
<b>Figura 36.</b> Carro compactador E.P.B. ....	96
<b>Figura 37.</b> Compactador T-370 .....	99
<b>Figura 38.</b> Ficha técnica compactador T-370.....	100
<b>Figura 39.</b> Ruta Lunes y jueves.....	101
<b>Figura 40.</b> Ruteo carro compactador OWX005, martes y viernes .....	103
<b>Figura 41.</b> Ruteo carro compactador OWX006-martes y viernes.....	103
<b>Figura 42.</b> Ruteo carro compactador OWX 005 miércoles y sábado.....	105
<b>Figura 43.</b> Ruteo carro compactador OWX 006 miércoles y sábado.....	105
<b>Figura 44.</b> Ruteo carro compactador OWX 006 miércoles y sábado con rutas manuales .....	106

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Normatividad de la propuesta .....	52
<b>Tabla 2.</b> Etapas del desarrollo de la optimización en el sistema de recolección de residuos sólidos.....	62
<b>Tabla 3</b> Cronograma del desarrollo de la propuesta.....	65
<b>Tabla 4</b> Recursos necesarios para el desarrollo de la propuesta.....	66
<b>Tabla 5</b> Productos esperados de la propuesta.....	67
<b>Tabla 6.</b> Comparativa de la cantidad poblacional. VS. RS generados .....	68
<b>Tabla 7.</b> Convenciones del lunes y jueves.....	73
<b>Tabla 8.</b> Convenciones del martes y viernes .....	75
<b>Tabla 9.</b> Convenciones del miércoles y sábado.....	76
<b>Tabla 10.</b> Matriz DOFA .....	77
<b>Tabla 11.</b> Comparativa de las rutas-lunes y jueves. ....	102
<b>Tabla 12.</b> Comparativa del martes y viernes .....	104
<b>Tabla 13.</b> Comparativa de miércoles y sábado.....	106
<b>Tabla 14.</b> Contexto operacional.....	108
<b>Tabla 15.</b> Plan de mantenimiento. ....	108
<b>Tabla 16.</b> Cronograma de mantenimiento .....	110
<b>Tabla 17.</b> Estimado de costos de mantenimiento .....	111
<b>Tabla 18.</b> Cronograma de recolección de inservibles.....	113
<b>Tabla 19.</b> Cronograma de capacitaciones a la sociedad .....	114

## **Anexos**

*Anexo 1. Ruteo optimizado lunes y jueves*

*Anexo 2. Ruteo optimizado martes y viernes*

*Anexo 3. Ruteo optimizado miércoles y sábado*

*Anexo 4. Indicadores relevantes de mantenimiento*

*Anexo 5. Chipeadora*

*Anexo 6. Cronograma de capacitaciones*

# Lista de símbolos y Abreviaturas

## Símbolos

Símbolo	Definición
N	Población
$\sigma$	Variación
Z	Nivel de confiabilidad
P	Probabilidad de éxito
E	Error admisible
M	Muestra
yd <sup>3</sup>	Yardas cúbicas
	Iglesia
	Escuela
	Colegio
	Puerto
	Bomba de gasolina
	Puesto de Policía
	Hospital

## **Resumen**

La aparición de la especie humana ha traído consigo una serie de cambios para el entorno, debido a los métodos de supervivencia que ha empleado, y con ello, ha dado lugar a la generación de bazofias que se constituyen como un elemento perturbador y/o dañino para el bienestar y desarrollo del ser humano y su medio. El deterioro ambiental es producto del manejo inadecuado y el abuso que ha cometido el hombre contra la naturaleza, cabe resaltar “la basura no es nueva, nace con el hombre”. Partiendo de esa premisa se puede inferir que; es el ser humano el único responsable de la decadencia que está presentando la Tierra, el calentamiento global, fenómeno que no sólo afecta la especie humana sino también, la vegetal y animal. Todo lo anterior, es producto de las rebuscallas compactas derivadas de las acciones humanas. El presente trabajo de grado propone una actuación planificada, coordinada, sistemática a mayor cantidad de residuos sólidos recolectados y menor tiempo de recolección de los mismos; donde se aborda diferentes actividades encaminadas a generar una propuesta que permita mejorar la cobertura del servicio de recolección de basuras, el bienestar de la comunidad, y a la prevención de proliferación de insectos, roedores, ocasionados por la acumulación de basura, empleando para ello, el algoritmo de la ruta más corta, encuestas, y una serie de herramientas que permita el ruteo en el área urbana de una manera más adecuada.

**Palabras claves:** Residuos sólidos, rutas, tiempos, y optimización.

## **Abstract**

The appearance of the human species has brought with it a series of changes for the environment, due to the survival methods it has used, and with this, it has led to the generation of slops that constitute a disturbing element and / or harmful to the well-being and development of human beings and their environment. Environmental deterioration is the product of improper handling and abuse that man has committed against nature, it should be noted "garbage is not new, it is born with man." Starting from this premise it can be inferred that; It is the human being who is solely responsible for the decline that the Earth is presenting, global warming, a phenomenon that not only affects the human species but also the plant and animal species. All of the above is the product of compact gimmicks derived from human actions. The present work of degree proposes a planned, coordinated, systematic action to greater quantity of collected solid waste and less time of collection of the same; which addresses different activities aimed at generating a proposal that allows improving the coverage of the garbage collection service, the well-being of the community, and the prevention of the proliferation of insects, rodents, caused by the accumulation of garbage, using for this, the algorithm of the shortest route, surveys, and a series of tools that allow routing in the urban area in a more adequate way.

**Keywords:** Solid waste, routes, times, and optimization.

# CAPÍTULO I DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1 Problemática

En el Municipio de Puerto Boyacá, la presencia de las basuras en el área urbana trae consigo distintas complicaciones y consecuencias de carácter social y ambiental. En gran medida se debe a, la demora en los tiempos de recolección establecidos por la entidad encargada (Empresas Públicas de Puerto Boyacá). Lo que conlleva a, un problema de salud pública reflejado en los siguientes aspectos:

- Contaminación del medio ambiente producto de los residuos sólidos; los cuales tienen diferentes particularidades físicas, químicas y biológicas, lo cual tiene repercusiones sobre la salud humana, la vegetación y los animales. El impacto que estos tienen sobre el suelo es irreversible siendo éste, una de las complicaciones más sentidas por la localidad, y de ardua solución por su embrollo sociocultural.
  - Perturba la imagen del Municipio ya que, no puede haber una nación próspera con una sociedad de desperdicio de recursos humanos, financieros y naturales; dejando entrever la cara de un pueblo mal educado o subdesarrollado, ahuyentando el turismo.
  - Se facilita la aparición de enfermedades por la proliferación de roedores e insectos que se generan de las basuras, malos olores, además de, emergencias derivadas del taponamiento de desagües y alcantarillas de la localidad, lo que frena la inversión local como extranjera.
  - Genera sobre costos en la disposición final de los residuos, debido a que, al no contar con vehículos adecuados y rutas que permitan la minimización de tiempo en el recaudo de estos.
- En consecuencia, la problemática se ha convertido en una cuestión de carácter global. Por esto, se ha creado una diversidad de campañas de cuidado por el medio ambiente, sin embargo, los

resultados no han sido satisfactorios ya que, pesa más la economía que el medio del cual hace parte el ser humano, aclarando que, es la única vía que tiene la humanidad para existir y subsistir.

La mayor afectación de la incapacidad de recolección de los residuos sólidos se presenta entre las carreras 3ª, calle 24 - 26 donde se da la proliferación de roedores, aves (Gallinazos), pues allí, se concentra material de todo tipo (escombros, animales descompuestos, colchones, entre otros), que afectan la calidad del aire y el suelo del sector; a su vez, el tránsito de los habitantes y el bienestar de quienes viven allí. Adicional, aquellas zonas de invasión donde el carro compactador no hace ruta debido a, el difícil acceso, lo que conlleva a que, habitantes faltos de conciencia tiren los desechos al río Magdalena.

Optimizar el tiempo y establecer rutas en la recolección de residuos sólidos en el Municipio, evita la proliferación de roedores e insectos, malos olores (por la putrefacción de los mismos), taponamiento de alcantarillas; que afectan el bienestar de los residentes, además de, un impacto positivo en el entorno.

Formular estrategias que contemplen la recolección de los residuos sólidos (R. S) en el menor tiempo posible, permite contemplar un mejor reciclado y/o reutilización de estos elementos. Un Ejemplo: Un ciudadano saca su bolsa con compactos a las 07:00 A.M; cuyo peso aproximado es de 7kg (no clasificados), la cual contiene alrededor de 3 kg de plásticos, 2 de cartón y el resto (2kg) de inservibles; el carro recolector pasa a eso de las 05:00 P.M cuando ya los gallinazos, las moscas, y demás, ya se ha echado a perder lo poco que se podía reutilizar, si bien, no está bien mezclar los servibles con los inservibles, se convierte en una manera no acta para llevar a cabo el reciclaje de estos materiales, cabe resaltar que, Puerto Boyacá no cuenta con una sociedad de recicladores establecidos, y que por ende, quienes ejercen la labor lo hacen de manera individual, a fin de, obtener un beneficio económico (reciben dinero de la venta de los aprovechables), y social (al reducir la cantidad de material sólido que va a parar a los vertederos).

## 1.2 Justificación

El ser humano se encuentra en constante interrelación con su entorno. Cuando éste le produce algún perjuicio es que se habla de problemas ambientales. Hoy día se tiene una dimensión global, es decir involucra a todo el planeta, para su caracterización se habla permanentemente de su contaminación general, que afecta todos los ecosistemas del mismo, trayendo como consecuencia su deterioro y con el pasar de los tiempos su destrucción, que está directamente relacionada con los seres humanos, sus formas de vida y la manera en que desarrollan sus actividades económicas, sociales, políticas y culturales, y los procedimientos que emplean para explotar sus recursos naturales para el bienestar de la vida humana en el planeta.

Ahora con la proyección de todos los eventos negativos que ha traído consigo la mala utilización de los recursos naturales, se ha promovido la conciencia ambiental, para hablar de esta nos remontamos a la década de los años sesenta, cuando se dan todos los movimientos a nivel mundial sobre el cambio que se debe hacer en la mente de las personas que son de las nuevas generaciones, desde entonces fueron viendo como poco a poco el mal llamado desarrollo, la modernidad, el industrialismo, trajeron consigo un devastador efecto sobre el ecosistema; la conciencia ambiental se expandió a escala mundial, como lo refiere Enrique Leff en su documento *“Globalización, Racionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable”*. Todos estos movimientos tuvieron por fin un eco a sus pretensiones con la conferencia celebrada en Estocolmo en 1972; cuando ya de manera global y contando con el aval de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, y algunas de las grandes potencias, comienzan a ponerle un freno al ya desenfrenado daño ecológico, y a la sobre explotación de los recursos naturales.

La recolección de los residuos sólidos es un proceso de enorme importancia económica, toda vez que más del 50 % de los costos totales de un sistema de manejo de los residuos sólidos se

debe a este sólo rubro. La interacción de este elemento con el elemento anterior se da en dos aspectos principalmente, en lo referente con la separación de los residuos en la fuente y la frecuencia de recolección de los mismos. El tercer elemento funcional del sistema de manejo integrado de desechos sólidos municipales es el Transporte de los desechos desde el punto de recolección hasta el punto de descarga, el cual puede ser una estación de recuperación de materiales, una estación de transferencia, un incinerador, un relleno sanitario o una combinación de las anteriores.

El Municipio cuenta con tres carros recolectores (compactadores) de basura, los cuales no están en óptimas condiciones, estos pasan dos veces a la semana por los distintos sectores de la localidad y una volqueta que pasa una vez cada tres meses. Por ello, es de vital importancia sólo arrojar los elementos que no presenten ninguna oportunidad de ser aprovechados (excepto escombros, palos, camas, entre otros elementos) que lo dañen; éstos, serán depositados en la volqueta que la municipalidad tiene a su servicio, cada fin de mes, ésta pasará casa a casa, y los encargados de arrojar dichos elementos serán los mismos ciudadanos y el personal de apoyo, serán los integrantes del servicio social. El combustible, mantenimiento y demás gastos que requiere la volqueta para su funcionamiento, será sacado de la tarifa de aseo que se cobra a cada hogar, pues, el artículo 5 del decreto 1713 del 2002 faculta al Municipio a cobrar en el servicio público los costos de las actividades de recolección y transporte de los residuos domiciliarios aprovechables siempre que la remuneración de estas actividades más los costos del servicio relacionado con los residuos no aprovechables, sea inferior o igual a la que pagaría el usuario por la recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final en el evento en que no se efectuara la reincorporación de los residuos aprovechables al ciclo económico.

De acuerdo a la información contemplada en los registros “*Datos generales aseo EPB*” de Empresas Públicas de Puerto Boyacá (E.P.B E.S. P) en la localidad, mensualmente se producen

604.72 toneladas de residuos sólidos no clasificados, conocidos como “basura” los cuales van a parar al relleno sanitario “la doradita” ubicado en el municipio de la Dorada (Caldas); es decir que, al año se genera un promedio de 7256.664 toneladas de desechos (cabe resaltar que, las cifras expuestas varían de acuerdo al crecimiento poblacional) los cuales, son recolectados por dos carros compactadores con los que cuenta la municipalidad, éstos, han superado su vida útil; haciendo que se genere atrasos en la recolección. Además, existen otros factores que influyen de manera directa en el en la disposición final de los residuos sólidos, estos son: Vías de transporte, terreno, estado de los vehículos, planificación, generación de problemas ambientales por la contaminación del suelo y aire.

### ***1.2.1 Alcance.***

La propuesta de Reducción de tiempos en la recolección de residuos sólidos del Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá, está vinculado a la comunidad en general, y servirá de apoyo al mejoramiento del sistema de recolección de residuos sólidos de la localidad.

### ***1.2.2 Limitaciones.***

La principal limitación del proyecto es la disponibilidad del presupuesto para la implementación del proyecto, puesto que, su elaboración y diagnóstico estará elaborado con recursos propios. Cabe mencionar, que es una propuesta que aporta al Municipio en el mejoramiento del sistema de recolección de residuos sólidos, y que, por ende, brindará beneficio a la comunidad en general.

### **1.3 Objetivos**

La recolección de residuos sólidos es una de las tareas más importantes a nivel municipal, por ello, se propone la optimización del sistema como apuesta a la disminución del impacto negativo que estos tienen sobre el medio ambiente, debido a la demora en el recaudo de estos; partiendo de la definición de estrategias.

#### ***1.3.1 Objetivo general***

- Aplicar métodos y procedimientos propios del estudio de tiempos, que permitan el mejoramiento del sistema de recolección de los residuos sólidos del municipio de Puerto Boyacá, Boyacá

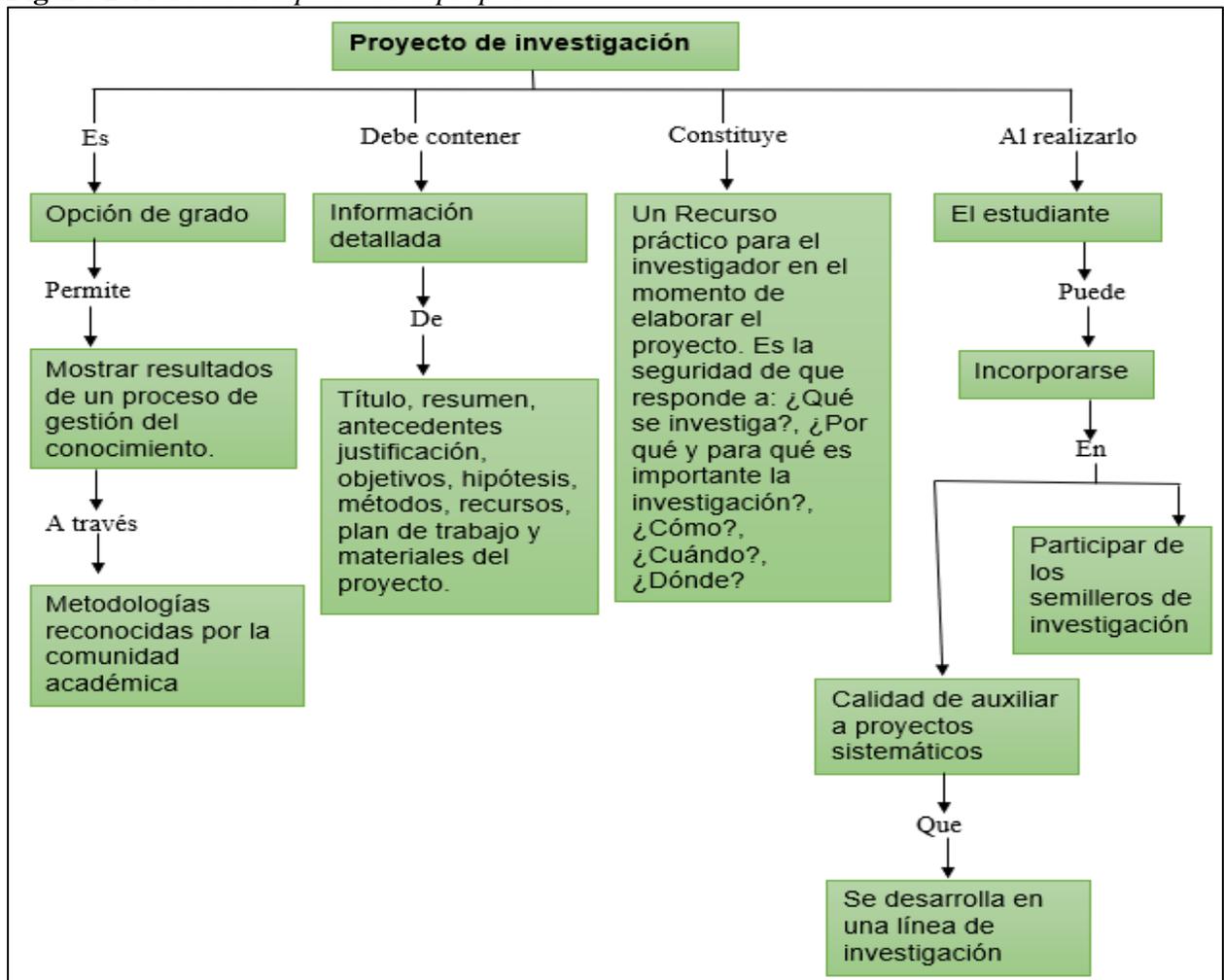
#### ***1.3.2 objetivos específicos***

- Establecer rutas para la optimización de tiempos en la recolección de Residuos sólidos del Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá
- Disminuir los vectores que se generan por la descomposición de los residuos sólidos (enfermedades)
- Mejorar la cobertura del servicio de recolección de Residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá.

### **1.4 Marco conceptual**

A continuación, se relaciona el mapa conceptual con el cual se abre paso a la investigación (Ver. Figura 1), donde se da a conocer los aspectos principales con los cuales debe contar el proyecto aplicado.

**Figura 1. Marco conceptual de la propuesta**



**Fuente:** Elaboración propia

### 1.4.1 Marco conceptual.

A continuación, se relaciona las palabras claves que nos describen el marco conceptual en relación con el estudio expuesto, las cuales son definiciones propias.

- **Medio Ambiente:** *“Es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que*

*condiciona la forma de vida de la sociedad, y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado”*. (Marimar, 24 Enero 2018)

- **Residuos sólidos:** Son aquellos elementos que sobran después de un proceso industrial o casero (ya no se necesitan), y pueden ser aprovechados para un nuevo proceso.

Los residuos sólidos se clasifican en orgánicos (cáscaras de frutas, verduras, cartón, telas, hojas, maderas, entre otros) e inorgánicos (plásticos, vidrios, hierros, latas, entre otros) se pueden clasificar según su origen en: municipales, en industriales, mineros, hospitalarios, domiciliarios y agrícolas. (Definición propia)

- **Separar:** Formar grupos con elementos iguales o parecidos que antes estaban mezclados con otros. (Definición propia)
- **Industria:** “Es la Actividad económica y técnica que consiste en transformar las materias primas hasta convertirlas en productos adecuados para satisfacer las necesidades del hombre” (OXFORD, 2018).
- **Desechos:** “Son aquellos materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad” (Ucha, 2012).
- **Logística:** Es un proceso en el cual se usa de manera coordinada y eficiente los recursos humanos, naturales, financieros, que se tienen a mano. (Definición propia)
- **Lixiviado:** “Líquido que se ha filtrado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos”. (Energy, 2017)
- **Aprovechamiento:** “Todo proceso industrial y/o manual, cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos”. (MSc Ing. LÁZARO L. BETANCOURTPINEDA, 2016)

- **Relleno Sanitario:** *“Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados”* (Tropical, 2017).
- **Confiabilidad:** Es la capacidad de un proceso, producto o equipo de realizar su función de una manera prevista en un tiempo sin incidentes, por un periodo de tiempo especificado y bajo condiciones establecidas. (Definición propia).
- **Error:** Es un acto que se ve en todos los campos, el cual es de carácter humano (apreciación, concepto) que se aplica a los distintos medios como: Saltar un proceso, obviar el debido proceso, documentación, cálculo, contratación, entre otros. (Definición propia).
- **Residuos sólidos:** Son aquellos elementos que sobran después de un proceso industrial o casero (ya no se necesitan), y pueden ser aprovechados para un nuevo proceso.

Los residuos sólidos se clasifican en orgánicos (se componen, es decir, como cáscaras de frutas, verduras, cartón, telas, hojas, maderas, entre otros) e inorgánicos (plásticos, vidrios, hierros, latas, entre otros) se pueden clasificar según su origen en: municipales, en industriales, mineros, hospitalarios, domiciliarios y agrícolas (Definición propia).

- **Estandarización** Es un proceso previamente establecido, es decir, de acuerdo a unos parámetros, métodos ya estipulados. Los estándares señalan claramente el comportamiento esperado y deseado en los empleados y son utilizados como guías para evaluar su funcionamiento y lograr el mejoramiento continuo de los servicios en materia de productividad. (Definición propia).
- **Medición del trabajo (Estudio de métodos y estudio de tiempos):** Es una herramienta importante en el desarrollo de las empresas, esta permite el análisis de las operaciones y procesos, a su vez, la aplicación de la ingeniería de Métodos, Medición del Trabajo y Manejo

de Materiales, que contribuyen al mejoramiento continuo; y así, lograr que haya más productividad con calidad en menor tiempo posible. La productividad estudia las causas que la deterioran; una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla. (Definición propia).

- **Métodos de trabajo:** se puede concluir que: Es un registro y examen críticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir los costos.

El método de trabajo tiene los siguientes fines: Mejorar los procesos y procedimientos, acrecentar la disposición del lugar de trabajo. Así como mejorar los modelos de máquinas e instalaciones, economizar el esfuerzo humano. (Definición propia)

- **Tiempos productivos:** Es el tiempo necesario para realizar una o varias actividades. Está compuesto por los tiempos de: Espera, preparación, operación y transferencia; la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. También, nos permite registrar los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas. (Definición propia)
- **Accidente de trabajo:** Es todo suceso repentino que ocurre con por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, funcional o psiquiátrica, invalidez o muerte. (Organización Internacional del Trabajo - OIT, 2017)
- **Seguridad y salud en el trabajo:** *“Actividad encaminada a proteger la integridad física de los trabajadores, los recursos de la organización y el medio ambiente”.* (EcuRed, S.F)
- **Mejora continua:** Basa su funcionamiento en la metodología del ciclo de Deming (P – Planear, H – Hacer, V – Verificar, A - Actuar). Para lo cual es necesario ejecutar ciclos de auditorías que permitan determinar la efectividad de los controles implementados: Rutas eficiente, tiempos de recolección de residuos sólidos, mejora la calidad en la prestación del servicio,

reducción de costos de incidentes e inversiones: Permite establecer mecanismos de respuesta oportuna a la posible ocurrencia de los riesgos identificados, evitando detener la operación de los procesos organizacionales; controla los riesgos de accidentalidad y salud para los trabajadores y partes interesadas, contribuye notoriamente con la reducción de los cuellos de botella. (Definición propia)

- **Tiempo:** Es el período y/o duración que tiene en desarrollarse una actividad o acontecimiento. (Definición propia)
- **Eficiencia:** Es la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función. (Definición propia)
- **Optimización:** Es la manera en que se buscan mejores resultados, mediante la eficacia o eficiencia para optimar o perfeccionar una actividad y/o proceso. (Definición propia)
- **EPB:** Empresas Públicas de Boyacá, es una organización ubicada en el municipio de Puerto Boyacá, Boyacá, que se encarga de realizar las actividades de acueducto, aseo y alcantarillado. (Definición propia).
- **PGIRS:** Plan Gestión Integral de Residuos sólidos, *“es una política pública establecida por el gobierno nacional, esta busca fomentar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales y comerciales según ley 1259 de 2008, decreto 2981 de 2013 y decreto 1147 de 2015”*. (G.J, 2017)

El capítulo dos (2), se abordarán los principales aspectos teóricos de estudio y/o referencia, las cuales sirvieron de soporte para el desarrollo de esta propuesta de optimización de tiempos en la recolección residuos sólidos.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco referencial

En el año 2012 en el Mundo, los vertederos absorbieron aproximadamente 262 millones de toneladas métricas de basuras compactas, un poco más del doble de lo que se tenía previsto para la misma fecha por la Agencia de Protección Ambiental, la cual había estimado 122 millones de toneladas métricas, lo anterior, teniendo en cuenta las cifras poblacionales y los esquemas de consumo. La sobreproducción de desechos sólidos se debe a la necesidad de consumo que viven los seres humanos con el pasar del tiempo, haciendo que se genere mayor fabricación de estos.

*“En Colombia en promedio un ciudadano arroja 0,7 kg de desechos sólidos por día, es decir 255.5 kg anualmente en el cual, la responsabilidad de recolección municipal es del 66%, apreciando que de ese total un 64% es atendido por regímenes de recolección de empresas privadas, el 2% de residuos sólidos son aprovechados por el sector público, y el 34% no es aprovechable, es decir, va directo a los rellenos sanitarios”.* (Giraldo, 2018, p.35)

Hoy por hoy; se carece de un régimen de indagación con revestimiento nacional que permita mostrar el escenario de la creación de los desechos sólidos. No obstante, el ministro de ambiente de Colombia expresa en una entrevista que: *“En la actualidad, los contratos de prestación del servicio de aseo desincentivan el reciclaje: se paga a los operadores por peso recogido, una situación que los estimula a botar más basura en los rellenos. El país genera unos 12 millones de toneladas al año y solo recicla 17%. En el caso de Bogotá, se generan unas 7.500 toneladas al día y se reciclan entre 14% y 15%, incluso por debajo del promedio nacional”* (Murillo, 2017). Según un estudio realizado por el Banco Mundial y planeación Nacional 2015 indica que *“si se continúa con la misma dinámica de generación de residuos, sin adecuadas medidas para mejorar su*

*aprovechamiento o tratamiento, y con patrones de producción y consumo insostenibles en el año 2030 se tendrá emergencias sanitarias en la mayoría de las ciudades del país y una alta generación de emisiones de gases de efecto invernadero”.* (Nacional, 2015). En este sentido, uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la humanidad los constituye la generación de desechos; tanto domésticos como industriales y agroindustriales. Actualmente, el impacto que éstos tienen sobre el medio ambiente y los recursos naturales ha sido considerable, no tan sólo como resultado del crecimiento de la producción (siendo generadoras de empleo), sino también gracias a que dicho incremento ha generado un alto consumo donde la sociedad no valora las cosas que obtiene, las cuales desechan rápidamente, sin saber a dónde van a parar; donde un alto porcentaje se transforma en materiales de contaminación que dañan la atmósfera y las fuentes hídricas. Por ello, este documento propone una actuación planificada, coordinada, sistemática a mayor cantidad de residuos sólidos recolectados y menor tiempo de recolección de estos; donde se aborda diferentes actividades las cuales están encaminadas a generar una propuesta que permita mejorar la cobertura del servicio de recolección de basuras.

### ***2.1.1 Frecuencia de recolección.***

En la mayoría de ciudades de América Latina, la asistencia a la recolección de residuos sólidos es buena, gracias a la frecuencia con la que se viene transformando la prestación de dicho servicio, donde a diario, se implementan una serie de herramientas y funciones que permiten una optimización de recolección de los mismos; y la frecuencia con que se lleva a cabo la actividad; es importante aclarar que, la periodicidad de recaudación está en función a la cantidad de basuras producidas por habitante, la cantidad de personas y la afluencia de la comunidad, al igual que, la capacidad del servicio.

Se podría determinar que, la frecuencia de recolección podría estar determinada por la capacidad de almacenamiento de los residuos generados, sin embargo, entrarían dentro de estos factores como: El tiempo de almacenamiento sin generar ningún tipo de olor, roedores, insectos, es decir, sin que haya descomposición. Se debe tener en cuenta que, la prestación diaria del servicio de recolección hace que, los depósitos utilizados en el hogar, la oficina, el comercio, etc., se hacen más pequeños, lo que conlleva a que, el rendimiento en la recolección disminuya. Partiendo desde esta noción, se entran a considerar los puntos económicos, entre estos, el crecimiento substancial de gasto de combustible, energía, mantenimiento de los compactadores, conllevando al crecimiento de los costos totales. Lo anterior, debido a, recoger pocas cantidades de desechos, hace que el compactador ejecute largos recorridos para poder llegar a su capacidad de carga, adicional, si se llena el vehículo y quedan haciendo falta lugares, debe hacer un nuevo recorrido, generando mayores costes, productos del desplazamiento, además, aumenta el tiempo, el desgaste de los vehículos, y supone mayor labor del personal.

A la hora de establecer la frecuencia de recolección de desechos más oportuna, para brindar un servicio propicio y económico; debe entrar a determinarse aspectos como: Cantidad de residuos generados (a ser recogidos), la demanda ciudadana, capacidad de los compactadores y el clima. Otro factor importante a tener en cuenta es: El tiempo de conservación de los desechos orgánicos, a fin de, evitar proliferación de moscas, roedores, y olores que afecten el bienestar del ser humano. Por lo anterior, en el tiempo de recolección se deben tener en cuenta los talantes anteriormente descritos.

De otro lado, las larvas tienen un ciclo no mayor a diez días para convertirse en moscas, por lo que, por razones de salud y saneamiento ambiental, existe una restricción de los periodos de recolección, es decir, hay una frecuencia mínima aceptable para recoger las basuras; de acuerdo con lo descrito por Sarabia & López (2015) “en sectores residenciales que contienen residuos putrescibles, es de una por semana. Un tiempo mayor entre las recolecciones puede conducir a someter al personal recolector a levantar pesos mayores a 25 kilogramos el cual es límite en la recolección domiciliar”. (p.33).

Un aspecto importante a la hora de formular las frecuencias de recolección es la carga que pueden alzar los trabajadores, la cual oscila entre 20 y 25 kg, (No puede excederse dicho peso), en caso tal, que la capacidad sea superada, se deben utilizar equipos mecánicos para el levantamiento de las canecas o depósitos de basura, para ser entregadas al compactador.

*2.1.1.1 Alternativas de frecuencia.* La recolección de Residuos sólidos se puede llevar a cabo en Cuatro modos y/o frecuencias:

- **Diaria:** La cual es utilizada con frecuencia para cubrir las rutas de mercado, hospitales, centros de mayor frecuencia.
- **Interdiaria:** La cual consiste en una recolección de tres veces a la semana. Sin embargo, este modo conlleva a una sobre carga laboral, debido a que, los trabajadores como mínimo deberán trabajar 12 horas para cumplir la demanda.
- **Una vez por semana:** Aunque resulta un método económico, puede llevar a generar problemas ambientales debido a la cantidad de material combinado; del cual se pueden generar gases, olores, atracción de roedores que afectan la salud y bienestar de las personas y la integridad del medio ambiente.
- **Dos veces por semana:** Esta frecuencia Consiste en hacer la recolección dos veces por semana, a fin de, evitar descomposición del material generado y posteriormente almacenado (basura)

*2.1.1.2 Rendimiento de la recolección.* El recaudo de las basuras en el Municipio de Puerto Boyacá se lleva a cabo únicamente por las carreras, es decir, no existe cubrimiento de las calles, por lo que, cada usuario, debe sacar sus compactos el día establecido a las esquinas de donde habita (dejarlas sobre carrera).

Este parámetro está definido bajo tres ecuaciones:

$$\frac{\text{Hombre-Minuto}}{\text{Tonelada}} \quad \text{Ecu. (1)}$$

$$\frac{\text{Tonelada}}{\text{Minuto}} \quad \text{Ecu. (2)}$$

$$\frac{\text{Metro cúbico}}{\text{Minuto}} \quad \text{Ecu (3)}$$

En Colombia, no existen estudios que indiquen cual es el rendimiento que se debe adoptar en el país, frente al manejo de recolección de los residuos sólidos, por lo que se está utilizando, para efectos de bosquejo hombre- minutos/ toneladas que equivalen a 5 horas/tonelada, para una cuadrilla de 3 personas (incluyendo el conductor).

Dentro del rendimiento de la recolección hay varios factores a tener en cuenta:

- Condiciones climáticas
- El Vehículo en el que se está ejecutando la labor, dado que, por razones de mantenimiento de los compactadores, en ocasiones se hace la recolección en volqueta, la cual, tiene menos capacidad de almacenamiento, una altura de 1.5 m, 2 metros aproximadamente, haciendo más tediosa la tarea.
- Mantenimiento de los vehículos.
- Frecuencia con que se lleva a cabo la recogida de los compactos.
- Cantidad del personal para desempeñar la actividad (trabajadores)
- Condiciones de la vía
- Método empleado en la recolección, es decir, si se hace en cubrimiento total (calles, carreras), si se hace parcialmente (solo carreras).

- El material en que sean almacenados las basuras, y del tamaño de los mismos. Cuando las bazofias son almacenadas en bolsas plásticas, el trabajador, las tira al compactador (ahorro de tiempo), cuando es embaladas en recipientes plásticos, se debe tirar al carro recolector y dejarlo en el mismo lugar de donde se tomó (mayor tiempo). De otro lado, el peso también juega un papel importante dentro de los tiempos estimados para el acopio, dado que, cuando son pesadas, será necesario el apoyo en otro trabajador (la carga será levantada por dos personas), y cuando es liviana, solo será necesario emplear un hombre. El peso permitido por EPB (Empresas Públicas de Boyacá), es de 25kg (Hombre).
- Separación en la fuente.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, EPB, la empresa encargada de llevar a cabo la recolección de los sólidos debe mantener actualizadas los rendimientos, y estar abierto a las mejoras de los distintos procesos que efectúan como empresa prestadora de servicio público, donde se debe buscar primeramente la satisfacción del cliente, en este caso, los habitantes de la localidad de Puerto Boyacá, Boyacá.

*“El rendimiento se medirá contando el tiempo transcurrido desde que se recoge el primer recipiente de basura hasta que recoge el último, el cual, multiplicado por el número total de obreros que intervienen en la operación de recolección (sin contar el conductor) dará como resultado los minutos- hombre. Midiendo la cantidad de basura recolectada, ya sean en peso o en volumen, se podrá obtener el rendimiento. La información deberá registrar, junto con el valor del rendimiento, las demás condiciones bajo las cuales fue obtenido”.* (López, 2015).

**2.1.1.3 Horarios.** Están relacionados con la duración de la jornada laboral. La recolección suele ser en horas de la madrugada, entre 03:00 A.M y 05:00 P.M, con el fin de, disminuir los

tiempos que se invierten en espera, producto del alto flujo vehicular. De otro lado, el clima es más amigable, puesto que, en el municipio la temperatura entre las 06:00 A.M y 05:00 P.M oscila entre los 24°C y 38°C.

### ***2.1.2 Estado del relleno sanitario***

Hoy en día el acopio, procedimiento y disposición final de los residuos compactos son responsabilidad de las localidades. Es por ello, que se toma la decisión de proyectar una propuesta que permita la cobertura y optimización en el sistema de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá, el cual reconoce la función principal que debe cumplir y asumir cada a fin de, preservar la vida útil del relleno sanitario La Doradita, el cual está ubicado en el Municipio de la Dorada, Caldas y recibe los desechos generados por once (11) municipios más, los cuales son: Guaduas, Norcasia, Caparrapí, Yacopí, Puerto Salgar, Otanche, Fresno, Palocabildo, Casabianca, Falán y San Sebastián de Mariquita.

En la actualidad, el vertedero La Doradita recibe los residuos ordinarios de doce (12) Municipios incluyendo el de área de ubicación (La Dorada). La cantidad de material que llega a este relleno sanitario es exorbitante ya que, éste recibe en promedio 5100 toneladas de basura mensualmente, es decir que, al año recibe 62.050 de estos compactos, haciendo que sea necesario un plan de manejo y disposición adecuada de los recuperables.

El impacto ambiental que las industrias tienen sobre el medio ambiente y los recursos naturales ha sido considerable, no tan sólo como resultado del crecimiento de la producción sino también gracias a que dicho crecimiento se concentró en sectores de alto impacto ambiental; tal impacto es derivado no sólo de la actividad industrial misma y de los residuos que genera, sino también de la posición que se tiene acerca de que el cuidado ambiental no es un lujo sino una fuente de competitividad y ahorro. En consecuencia, la problemática se ha convertido en un problema de

carácter global; que se refleja en procesos como: Cambio climático, enfermedades terminales (cáncer de piel, pulmón, etc.). Además, de la extinción de diversos animales. Por esto, se ha creado una diversidad de campañas de cuidado por el Medio Ambiente, sin embargo, los resultados no han sido tan efectivos, ya que pesa más la economía que el medio del cual se hace parte, aclarando que es el único medio con el que cuenta la humanidad para existir y subsistir. El planteamiento de la idea da lugar a interrogantes cómo: *¿Cómo se puede aportar desde la logística industrial al mejoramiento del medio ambiente?* La tecnología industrial permite el mejoramiento de procesos en toda organización, pero llevándolo a una vida colectiva se convierte en una herramienta significativa para el mejoramiento de procesos que pueden contribuir al medio ambiente, mediante alternativas que permiten la reducción de desechos orgánicos e inorgánicos. La invención de nuevas tecnologías facilita esta tarea. En consecuencia, todo proyecto que se genere en pro de la disminución del uso de recursos naturales sirve para la conservación del medio.

Desde el año 1987, el área de saneamiento básico fue coordinada y dirigida por la Gobernación de Boyacá, mediante convenios suscritos entre municipio y departamento para el manejo de los residuos sólidos a través de volquetas suministradas por la Gobernación y ECOPETROL dispuso un vehículo compactador de 8 yardas, pero este solo recolectaba los residuos sólidos dispuestos en la plaza de mercado y en los colegios. Estos residuos eran llevados al área conocida como Lote del Batallón ubicado en las coordenadas, 5°58'36.0"N 74°34'46.0"W.

**Figura 2** *Lote del batallón*



**Fuente:** PGIRS (2009). [Imagen]. Documentación no publicada.

**Nota:** Lo señalado corresponde al predio rellenado

Años después, una porción de población se asienta y crea nuevos barrios, haciendo necesario habilitar un nuevo predio para la disposición de residuos sólidos, el cual se ubicó en las orillas del río Magdalena, en el predio conocido como alto Transmisores ubicado en las coordenadas  $5^{\circ}58'11.3''N$   $74^{\circ}36'14.0''W$ .

**Figura 3.** Lote alto trasmisores.



**Fuente:** PGIRS (2009). [Imagen]. Documentación no publicada.

**Nota:** Lo señalado corresponde al predio rellenado

Debido a su operación continua, el vehículo compactador empezó a averiarse y el sistema hidráulico de compactación presentó fallas difíciles de reparar, por lo cual fue necesario retirarlo de la operación. En el año 1994, a éste se le realizó una adecuación con estacas para mitigar la deficiencia en la recolección de residuos sólidos que se presentaba en el municipio y el excedente se recogía en las volquetas dispuestas por la Gobernación.

En 1998, entra en operación la Empresa Pública de Puerto Boyacá, asumiendo la prestación de los servicios en el área urbana del municipio, disponiendo de dos compactadores de 16 yardas para realizar la recolección de los residuos. La Administración Municipal adquirió un vehículo compactador de 8 yardas, el cual recolectaba los residuos sólidos del área rural del Corregimiento Vasconia. Desde ese entonces y hasta 2010 los vehículos fueron usados agotando su durabilidad.

No obstante, en la Administración Municipal 2008-2011, el Alcalde Municipal adquirió un préstamo para la adquisición de maquinaria, debido a las deficiencias que presentaba la existente, a fin de subsanar las necesidades del municipio, obteniendo dos carros compactadores de 17 yardas, los cuales a la fecha continúan en operación.

Por otra parte, los sitios de disposición en el municipio se distribuyeron según la necesidad del municipio sin tener en cuenta condiciones ambientales.

El 20 de Julio de 1996, se radica ante CORPOBOYACA el estudio de impacto ambiental para la construcción del relleno sanitario, ubicado en la vereda marañal en jurisdicción del municipio de Puerto Boyacá.

El día 17 de Julio de 1996 la Corporación Autónoma Regional, ordena practicar visita ocular al sitio proyectado para la ubicación del relleno sanitario, que dada la incidencia ambiental por la localización del relleno sanitario se procedió a concertar un nuevo sitio con la administración

Municipal, llegando a la conclusión de ubicar un nuevo sitio dentro de la misma área adquirida por el municipio, pero con menor incidencia sobre predios circunvecinos.

Que en noviembre 07 de 1997 se aportan a CORPOBOYACA los diseños correspondientes al relleno sanitario en el nuevo sitio seleccionado ubicado en la vereda Marañal, aproximadamente a 500 metros del botadero existente.

Que mediante resolución 670 de noviembre 27 de 1997, se otorga viabilidad ambiental para la ejecución del proyecto de relleno sanitario ubicado en el kilómetro 25 vereda el Marañal.

El relleno sanitario fue objeto de ampliaciones para garantizar la disposición de residuos sólidos del municipio; sin embargo, en 2012, la baja disponibilidad de los recursos no permitió la ampliación del relleno y el crecimiento poblacional urbano produjo una mayor capacidad, agotando su vida útil, teniendo en cuenta que no se acataron los conceptos técnicos de la autoridad ambiental para la operación del relleno sanitario.

El 10 diciembre de 2015, CORPOBOYACÁ realizó la clausura del relleno sanitario el Marañal por no contar con licencia ambiental, no acatar recomendaciones establecidas durante varios meses anteriores, por no contar con el uso de suelo y haber superado las cotas de diseño de la celda existente.

Desde el 2016, la empresa de servicios públicos realizó la solicitud ante CORPOBOYACÁ para abrir nuevamente el relleno sanitario, contratando los estudios para habilitar 2 nuevas celdas para el municipio, el área 1 de 0.76Ha y el área 2 de 3.32Ha

La Corporación expide la Resolución 2483 del 06 de julio de 2017, Por medio de la cual se otorga una licencia ambiental y se toman otras determinaciones. En el numeral 1 del Artículo cuarto, de los aspectos resolutivos, dispone:

*ARTICULO CUARTO: La empresa titular de la Licencia Ambiental que se otorga a través del presente acto administrativo, deberá dar estricto cumplimiento a las*

*obligaciones que se enuncian a continuación, las cuales deberá implementar a partir de la ejecutoria de la presente providencia, así:*

- *“Presentar el Plan de Cierre y abandono del sitio de disposición que se encuentra suspendido (antiguo botadero) ubicado dentro del mismo predio, previo a la realización de labores de disposición de residuos sólidos en el proyecto Relleno Sanitario “El Marañoal” en las áreas proyectadas 1 y 2, el cual deberá cumplir con los parámetros técnicos fijados en el Auto No. 0179 del 4 de febrero de 2016, emitido por CORPOBOYACÁ. En ese sentido, es conveniente precisar que no se podrán disponer residuos sólidos en la nueva área licenciada hasta tanto no se cuente con la radicación del citado Plan de Cierre y Abandono en concordancia con lo solicitado”. (Alcaldía de Puerto Boyacá, Estado del relleno sanitario. P, 4)*

En ese sentido, muy probablemente las actividades del plan de cierre determinarán que debe ser removido parte de los residuos de la celda que se encuentra colmatada y disponerlas en sitio autorizado, que por reducción de costos deberá hacerse en la Área 1 que fue licenciada. Para esta celda se determina una vida útil de 5 años, pero se reduce dependiendo del resultado del plan de cierre.

La empresa de servicios públicos contrató los estudios y diseños para la construcción de la celda Área 1 de 0.76Ha, obteniendo que la ejecución de la obra requiere una inversión de \$2.832.065.269 (obra e interventoría).

El municipio pretende efectuar la inversión a través de los recursos disponibles con el Sistema General de Regalías; sin embargo, la situación financiera de la empresa no permite sostener el personal y maquinaria disponible en un 100% para la operación y funcionamiento de la celda, por lo cual el municipio debería asumir tal gasto; es decir, debe adquirir maquinaria para el

desarrollo de las actividades dentro del relleno y los profesionales y operarios necesario para operarlo.

La localidad no cuenta con el parque automotor necesario disponible para el desarrollo de las actividades internas del relleno; que de acuerdo a un sondeo general debe invertirse \$820.000.000 para adquisición de maquinaria (1 Bulldozer, 1 retroexcavadora, 1 minicargador). A esto se le deben cargar los mantenimientos cada 2000 horas para garantizar la durabilidad

Se debe incluir el costo de profesionales y operarios de cada máquina, el cual debe estar disponible en la vida útil de la celda, ese debe ser incluido dentro de la alternativa, asumiendo que son mínimo 2 operarios, 1 ingeniero ambiental, 1 ingeniero sanitario y una comisión de topografía (1 topógrafo y 1 cadenero). Determinando que el operario tenga una aspiración salarial de \$2.750.000 + prestaciones sociales, el profesional \$3.500.000 + prestaciones sociales y la comisión de topografía \$3.700.000, la vida útil del relleno con las actividades que se deben hacer del plan de cierre se estima que se reduzca 1 año de su vida útil, por ende, el personal estaría 4 años para operación de la celda. En se sentido por personal se debería asumir una inversión de \$972.000.000 (con prestaciones de ley).

Se debe hacer el control de olores, manejo de roedores y muestreos para el relleno, con raticidas, coagulantes, plástico, monitoreo de gases, monitoreo de lixiviados, entre otros los cuales se determina que el costo mensual es por la suma de \$6.500.000, que, dentro de los 4 años, deberían invertirse \$312.000.000.

Por otro lado, la resolución 2483 del 06 de julio de 2017 determina que se deben reforestar 7.11Ha, las cuales deben iniciar cuando se ejecute aprovechamiento forestal; es decir, en la ejecución de la obra se debe iniciar con esta actividad, teniendo en cuenta que solo tiene 6 meses para llevarla a cabo.

En total la alternativa tendría una apropiación de recursos por la suma de \$4.936.065.269. La alternativa seleccionada no incluye los gastos asociados por el desarrollo del proyecto, tales como: compensaciones ambientales, transporte de combustible y de personal, obras de estabilización que se generan cuando se está efectuando el acopio y acomodación del material y las demás requeridas en cumplimiento a lo dispuesto en la Licencia Ambiental.

Lo anterior se determina teniendo en cuenta que el municipio debe garantizar la sostenibilidad de la ejecución del proyecto y no cuenta con recursos propios para asumir los costos de operación y funcionamiento.

Al haberse cerrado el relleno sanitario se generó un incremento en el desarrollo de la operación dado que el desplazamiento de los residuos sólidos se debe efectuar hacia el relleno sanitario La Doradita, viéndose reflejado un aumento de las tarifas del servicio de aseo, tal como se expone a continuación:

**Figura 4.** Tarifas por la prestación del servicio en los últimos doce (12) años (2007-2018)

AÑO	RESIDENCIAL	COMERCIAL
2007	\$ 10.360	\$ 34.681
2008	\$ 10.870	\$ 36.371
2009	\$ 10.870	\$ 36.371
2010	\$ 11.761	\$ 37.124
2011	\$ 11.762	\$ 37.124
2012	\$ 11.763	\$ 37.124
2013	\$ 11.764	\$ 46.749
2014	\$ 11.765	\$ 46.749
2015	\$ 11.766	\$ 46.749
2016	\$ 14.234	\$ 31.465
2017	\$ 15.647	\$ 41.421
2018	\$ 18.222	\$ 44.203

**Fuente:** Alcaldía de Puerto Boyacá, EPB, Estado del relleno sanitario. Pág., 4

Lo anterior ha generado incremento en la cultura de NO pago de manera transversal en todos los sectores del municipio. Es importante, resaltar que el mayor recaudo es efectuado por la zona residencial; a continuación, se exponen los usos del suelo en el área urbana:

**Figura 5.** Usos del suelo en el área urbana del Municipio de Puerto Boyacá



**Fuente:** Alcaldía de Puerto Boyacá, PBOT, Estado del relleno sanitario. P, 9  
En el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos adoptado mediante Decreto No. 077 de 2015, en el Capítulo 2: Línea base de gestión integral de residuos sólidos –PGIRS del Municipio de Puerto Boyacá, se definieron las Micro-rutas y Centroides De Producción De Residuos, las cuales desarrolla la empresa de servicios públicos diariamente para cumplir con la prestación del servicio de aseo. En la siguiente tabla se relacionan las rutas establecidas para el área urbana:

**Figura 6.** Distribución de micro-rutas en los barrios del área urbana.

Ruta	Descripción	Hora
<b>R1-</b> lunes y jueves	Barrios el Jardín: Pueblo Nuevo, Muelle de los pescadores, Estrada, Club amas de casa, Esmeralda Londoño, Zarabanda, Tocaroma, Parque Jorge Eliecer Gaitán, Proveedoras, supermercados y plaza de mercado	<b>04:00 P.M</b>

<b>R2-</b> martes y viernes	Carrera 1, 2, 3, 4 y 5, entre calles 7 y 14 (sector centro), Parque Jorge E. Gaitán, Proveedoras, Supermercados y Plazas de Mercado.	<b>05:00</b> <b>A.M</b>
<b>R1-</b> lunes y jueves	Barrios el Jardín: Pueblo Nuevo, Muelle de los pescadores, Estrada, Club amas de casa, Esmeralda Londoño, Zarabanda, Tocaroma, Parque Jorge Eliecer Gaitán, Proveedoras, supermercados y plaza de mercado	<b>04:00</b> <b>P.M</b>
<b>R2-</b> martes y viernes	Carrera 1, 2, 3, 4 y 5, entre calles 7 y 14 (sector centro), Parque Jorge E. Gaitán, Proveedoras, Supermercados y Plazas de Mercado.	<b>05:00</b> <b>A.M</b>
<b>R3-</b> miércoles y sábado	Sector comprendido entre carrera 1, 2, 3, 4 y 5, desde las calles 15 hasta la 22, Parque Jorge E. Gaitán, Proveedoras, Supermercados y Plazas de Mercado.	<b>04:00</b> <b>P.M</b>
<b>R4-</b> lunes y jueves	La Y, Plaza de ferias, SENA, Barrio Guayacanes, los pinos, Guadales, Villa Magdala, La Paz, Instituto, Galán, 12 de octubre, Plan de vivienda, Hospital, Proveedoras, Supermercados y plaza de mercado.	<b>04:00</b> <b>P.M</b>
<b>R5-</b> martes y viernes	Barrios: El Palmar, el Progreso, Chambacú, Brisas Alto, Brisas Bajo, Proveedoras, supermercados y plaza de mercado	<b>05:00</b> <b>A.M</b>
<b>R6-</b> miércoles y sábado	Barrio Alfonso López, La esperanza, Divino Niño, Nuevo Brisas, Asofamilias primera etapa, Villatex, Siete de agosto, proveedoras, supermercados y plaza de mercado	<b>04:00</b> <b>P.M</b>
<b>R7-</b> lunes y jueves	Barrios: Cristo Rey, 7 de Julio, 10 de enero, Alto de los Transmisores, Monserrate, Iquira, Parque Jorge Eliecer Gaitán	<b>04:00</b> <b>P.M</b>
<b>R8 -</b> lunes y jueves	Barrios: Villa del sol, El poblado, Villa Betel, La Candelaria, Alfro Jordán, Asofamilias segunda etapa, y miradores de San Lorenzo.	<b>04:00</b> <b>P.M</b>

**Fuente:** PGIRS, 2015. Documentación no publicada

Teniendo en cuenta que el municipio sólo cuenta con dos vehículos compactadores de 17 yd<sup>3</sup>, la distribución de la recolección de los residuos sólidos en el área urbana se definió de la siguiente manera:

**Figura 7. Micro-rutas establecidas para el servicio de aseo en el área urbana**

Vehículo	Frecuencia de la ruta	Tipo de usuario	Descripción
OWX 006 Compactador	<b>R1- Lunes y Jueves</b>	Residencia Oficial	Barrios el Jardín: Pueblo Nuevo, Muelle de los pescadores, Estrada, Club amas de casa, Esmeralda Londoño, Zarabanda, Tocoroma, Parque Jorge Eliecer Gaitán, Proveedoras, supermercados y plaza de mercado
	<b>R2- Martes y viernes</b>	Residencia Oficial	Carrera 1, 2, 3, 4 y 5, entre calles 7 y 14 (sector centro), Parque Jorge E. Gaitán, Proveedoras, Supermercados y Plazas de Mercado.
	<b>R3- Miércoles y sábado</b>	Residencia Oficial - Comercial	Sector comprendido entre carrera 1, 2, 3, 4 y 5, desde la calles 15 hasta la 22, Parque Jorge E. Gaitán, Proveedoras, Supermercados y Plazas de Mercado.
OWX-005 Compactador	<b>R4- Lunes y Jueves</b>	Residencia Oficial	La Y, Plaza de ferias, SENA, Barrio Guayacanes, los pinos, Guaduales, Villa Magdala, La Paz, Instituto, Galán, 12 de Octubre, Plan de vivienda, Hospital, Proveedoras, Supermercados y plaza de mercado.
	<b>R5- Martes y Viernes</b>	Residencia comercial Oficial	Barrios: El Palmar, el Progreso, Chambacú, Brisas Alto, Brisas Bajo, Proveedoras, supermercados y plaza de mercado.
	<b>R6- Miércoles y sábado</b>	Residencia comercial industrial	Barrio Alfonso López, La esperanza, Divino Niño, Nuevo Brisas, Asofamilias primera etapa, Villatex, Siete de agosto, proveedoras, supermercados y plaza de mercado.

**Fuente:** PGIRS, 2015. Información no publicada.

Debido a que la capacidad de recolección de los vehículos queda copada con el desarrollo de las rutas 1 a la 6, las rutas 7 y 8 se desarrollan con volquetas y en las zonas de difícil acceso se realizan con moto-cargueros o mini-cargador para luego trasladarlas a las volquetas o a los vehículos compactadores, según la recolección diaria que se realice.

En cuanto a las toneladas recolectadas anualmente, la empresa de servicios públicos lleva el reporte diario para determinar la recolección del área urbana a fin de generar una estadística de los costos operacionales que debe asumir al disponer los residuos en el relleno sanitario La Doradita.

Vía tarifa, la empresa de servicios públicos alcanza a recaudar para realizar los mantenimientos constantes de los vehículos compactadores y volquetas y los gastos de disposición en el relleno La Doradita para garantizar que la prestación del servicio no cese; además de las otras actividades de aseo tales como, barrido de calles, poda de árboles, entre otros.

Finalmente, independiente del desarrollo de la construcción de las celdas autorizadas y ejecución del plan de cierre del relleno antiguo, el municipio no puede detenerse la prestación del servicio de aseo.

### ***2.1.3 Diagnóstico de las vías de transporte, terreno y estado de los vehículos***

La presencia de las basuras en el entorno humano trae consigo distintos problemas y consecuencias de carácter social y ambiental tales como:

- **Vía de transporte:** Puerto Boyacá cuenta con una única vía de conexión hacia el Municipio de la Dorada; lugar donde se hace la disposición final de los residuos sólidos, dado que allí, está ubicado el relleno sanitario. En el trascurso de movilización de los compactadores se debe sortear los distintos elementos que intervienen en el desplazamiento de los desechos hacia el vertedero, tales como: Cuellos de botella (a causa del tráfico que se genera al cruzar el puente conocido como la glorieta nacional; cuyo límite de velocidad es de 30km/h), peso del carro compactador, y los baches que presenta la vía afectando la movilidad. Normalmente un vehículo de carga pesada se demora alrededor de una hora y media (1. ½) para llegar al Municipio. Las vías internas se encuentran en condiciones medias, ya que presentan daños en el pavimento (daño en la malla vial); las trochas no están en condiciones óptimas, y, por ende, la velocidad de un vehículo compactador vacío no puede andar a más de 40 km/h.; el tiempo estimado para el transporte de los residuos a la Dorada Caldas: 2 horas.

- **Terreno:** Es propiedad de un particular (del Municipio de la Dorada), el cual cuenta con horarios establecidos para el acopio de las basuras.

El relleno sanitario La Doradita está ubicado en el KM 16 vía San Miguel – Buena Vista, y éste

- **Estado de los vehículos:** Puerto Boyacá cuenta con dos vehículos compactadores para llevar a cabo la recolección y posterior disposición de los residuos sólidos, los cuales tienen capacidad de carga de 17  $yd^3$ ; aproximadamente doce (12) años de funcionamiento y, a su cuesta, miles de toneladas de residuos sólidos que han deteriorado su funcionamiento óptimo. La vida útil de estos terminó en el año 2017, ya que cumplieron el ciclo de 10 años, tal y como está estipulado en las normas internacionales contables para el sector público.
- El mantenimiento de los vehículos se efectúa cada 15 días, se realiza cambio de aceite, filtros, engrase de caja compactadora y chasis.
- Costo gasolina mensual por vehículo aproximado en \$2.500.000-
- Vehículo que reemplaza a los compactadores cuando surge un imprevisto/mantenimiento correctivo: es la volqueta de placas OWX 009.
- **Planificación:** La municipalidad cuenta con un plan de recolección que permite hacer un cubrimiento de las principales zonas de Puerto Boyacá, sin embargo, se carece de una estructura que permita el mejoramiento de la calidad del servicio, y así, evitar que las alcantarillas colapsen a causa de los residuos sólidos generados por la comunidad.
- **Generan problemas ambientales por la contaminación del suelo y aire:** No se han implementado sistemas eficientes de recolección, transformación y eliminación de desechos que permitan solucionar el problema de manera sostenible y técnica financieramente.

El Municipio cuenta con un Plan de gestión Integral de los Residuos sólidos, el cual busca hacer una adecuada disposición de las basuras que se generan en la localidad, sin embargo, las

técnicas de mantenimiento no han sido suficientes; en gran medida se debe a la falta de cultura ciudadana que poseen algunos habitantes, y otra, por la poca cobertura de recolección con la que se cuenta. De esta forma, y teniendo en cuenta que, como experiencias de gestión integral de residuos sólidos para el municipio, no se han adelantado hasta la fecha modelos de trabajo que permitan solucionar el manejo de los residuos sólidos comunes, es así como a través de esta proposición se generan alternativas ambientales con la capacidad de gestionar y/o participar en la formulación, evaluación y control por medio de programas y proyectos que minimicen la contaminación ambiental en el municipio; por medio de, una adecuada recolección de los residuos sólidos y una optimización de tiempos. Además, es proponer alternativas de solución a las problemáticas ambientales en el ámbito comunitario, institucional técnico a nivel local. El uso indiscriminado de los recursos naturales afecta integralmente los contextos de preexistencia de las familias debido al uso indiscriminado de los recursos naturales. En consecuencia, la problemática se ha convertido en una cuestión de carácter global. Por esto, se ha creado una diversidad de campañas de cuidado por el medio ambiente, sin embargo, los resultados no han sido satisfactorios ya que, pesa más la economía que el medio del cual hace parte el ser humano, aclarando que, es la única vía que tiene la humanidad para existir y subsistir.

La mayor afectación de la incapacidad de recolección de los residuos sólidos se presenta entre las carreras 3ª, calle 24 - 26 donde se da la proliferación de roedores, aves (gallinazos), pues allí, se concentra material de todo tipo (escombros, animales descompuestos, colchones, entre otros), que afectan la calidad del aire y el suelo del sector; a su vez, el tránsito de los habitantes y el bienestar de quienes viven allí.

**Figura 8.** *Fotografía descriptiva de la situación problema*



**Fuente:** Fotografías propias.

**Descripción de la Fig. 4:** En las dos imágenes presentes, se evidencia la falta de cultura ciudadana, y la demora en la recolección de los residuos sólidos, teniendo como resultado, basuras regadas en las calles que generan a su vez, facilitan la aparición proliferación de vectores, tales como: Moscas, gallinazos, mosquitos, además de, la presencia de animales domésticos (principalmente gatos y perros), que se convierten en vectores en la transmisión de enfermedades; y no sólo lo anterior, sino que también estos residuos debido a que se encuentran cerca de la orilla del río, pueden ir a parar a la fuente hídrica; y en las alcantarillas, generando así, inundaciones.

- Se facilita la aparición de enfermedades por la proliferación de roedores e insectos que se generan de las basuras, malos olores, además de, emergencias derivadas del taponamiento de desagües y alcantarillas de la localidad, lo que frena la inversión local como extranjera.
- **Planificación:** La municipalidad cuenta con un plan de recolección que permite hacer un cubrimiento de las principales zonas de Puerto Boyacá, sin embargo, se carece de una estructura que permita el mejoramiento de la calidad del servicio, y así, evitar que las alcantarillas colapsen a causa de los residuos sólidos generados por la comunidad.

Se contrata un moto-carguero por todo un mes para recolección de residuos en zonas de difícil acceso y adicional a ello en el año 2019, se adquirió un moto-carguero para generar un

impacto ambiental y paisajístico en los puntos críticos de residuos sólidos ubicados en el Municipio.

## **2.2 Generalidades de Puerto Boyacá, Boyacá.**

Puerto Boyacá es uno de los municipios más importante del departamento de Boyacá, debido a su posición geográfica, pues, este hace parte del Magdalena Medio; y limita al norte con el municipio de Bolívar (Santander), al medio con el río Ermitaño. Al sur con los municipios de Puerto Salgar y Yacopi en el departamento de Cundinamarca. Al oriente con el municipio de Otanche (Boyacá), en las estribaciones de la serranía de las Quinchas y al occidente con los municipios de Puerto Nare, Puerto Triunfo, Puerto Berrío y Sonsón en el departamento de Antioquia, teniendo de por medio el río Magdalena. Convirtiéndose en el Puerto fluvial más importante departamento de Boyacá. Tiene una población cercana a los 50.000 habitantes. Dista 225 km de la capital departamental Tunja vía Veléz- Monquirá. En la actualidad construye la carretera Chiquinquirá- Puerto Boyacá que permitirá conectar la capital en sólo dos horas y una distancia de 1700 km.

A lo largo de su historia ha tenido nombres como: *“Puerto Chivo”, “Rosali”, “Puerto Luis”, “Sarmiento”, “Puerto Gustavo”, “Puerto Vásquez”, y finalmente “Puerto Boyacá”*.

Conocido como Territorio Vásquez en honor a Cayetano Vásquez, fue propiedad de la Compañía de Jesús la cual pasó a manos de Boyacá en 1882. El primer caserío se ubicó en la ribera del Río Negro con el nombre de Puerto Reyes en honor al Presidente de Colombia Rafael Reyes; al crearse la Inspección de Policía de Puerto Boyacá el territorio Vásquez pasó a ser administrada por Antioquia con el nombre de Territorio Vásquez.

En 1926 la organización “Texas Petroleum Company” compra las tierras del territorio Vásquez, y para 1936 el señor Héctor Escobar Motta sale de la Ciudad de Tunja a fin de, recuperar el territorio, pero se encuentra que, éste ya era de la organización antes mencionada. Por tanto, cambia el rumbo de su expedición y funda “Puerto Serviez” en la desembocadura del Río Nare, y quien en frente (lo divide el río Magdalena) tiene el corregimiento de “La Sierra”, el cual pertenece al Municipio de Puerto Nare, Antioquia).

En 1945 “Texas Petroleum Company” cambia de sitio el poblado y se va a hacer explotaciones a “Puerto Niño”. Y debido a la necesidad de construir un poblado la Texas cede algunas tierras donde se fundó Puerto Gustavo en honor a Gustavo Gabriel, para el 15 de diciembre de 1957 y por decreto No.615 se creó el municipio de Puerto Vásquez; y casi un año después por medio de la ordenanza No.4 del 17 de noviembre de 1958 se le cambió el nombre al municipio por el que tiene actualmente Puerto Boyacá.

- **Economía:** En la actualidad en la localidad se ha fortalecido el sector de comercio, y se busca potenciar el turismo teniendo en cuenta la historia que yace en la localidad. Por ahora, su principal fuerte es la ganadería, agricultura, petróleo, la pesca y piscicultura.
- **Ganadería:** La mayor parte del territorio del municipio se encuentra en el valle del río Magdalena, lo que proporciona terrenos planos y fértiles, propicios para la ganadería extensiva, principalmente de ganado bovino de doble propósito (producción de carne y leche).

El ganado bovino cuenta con 170.527 ejemplares, le sigue el equino con 5.962, el porcino con 1.906, el bubalino con 1.444, el ovino con 985 y el caprino con 194, para un total de 181.018.

- **Pesca y piscicultura:** La pesca es una actividad artesanal que se realiza durante todo el año como parte de la economía de subsistencia para los pescadores de los ríos Magdalena, Negro, Guaguaqui y Ermitaño de la ciénega de Palagua. La subienda es una época de abundancia entre

diciembre y febrero de cada año. También existen 345 estanques de los cuales 120 se aprovechan para la ceba de peces como la cachama blanca, la tilapia o mojarra roja y el bocachico.

- **Agricultura:** Existen cultivos de plátanos, cacao, yuca, maíz, cítricos y papaya.
- **Petróleo:** En el territorio se han realizado explotaciones por parte de la Texas Petroleum Company, que inició las perforaciones en 1940 en el área de Puerto Niño, en 1968 ya se habían perforado 146 pozos. Ecopetrol se vinculó a la explotación en noviembre de 1986, en los campos de producción de Palagua y Caipal, antigua concesión de la Texas, mediante el sistema de bombeo mecánico. La firma omimex de Colombia anuncio en 2004 que extraerá petróleo del fondo de río Magdalena en el campo denominado Under River, con el cual esperaba incrementar la producción local de 17 mil barriles por día a 26.500.
- **Conflicto:** Puerto Boyacá ha vivido una historia de violencia particular en el contexto colombiano al padecer el flagelo de la violencia primero con la guerrilla de las FARC y luego con grupos de autodefensa y paramilitares. En los años 70 y 80's el municipio tuvo una fuerte influencia del Partido Comunista, las FARC (uno de los frentes del bloque oriental comandados por alias "el Mono Jojoy") y facciones del Partido Liberal, del cual algunos de sus líderes mutaron en asociados y promotores de un estado social regido por grupos de autodefensa (surgidos formalmente entre 1965 y de 1968, cuando dos textos jurídicos -el Decreto 3398 y la posterior Ley 48- sentaron las bases legales que permitieron crear organizaciones de defensa civil).

Ante las extorsiones y excesos de la guerrilla, con la cual en cierto momento se simpatizó, ganaderos y terratenientes asociados decidieron replantear un orden de cara a defender sus intereses

ante una organización odiada. Muchos campesinos y ciudadanos del común, en medio del fuego guerrillero, paramilitar y militar fueron estigmatizados como colaboradores de la guerrilla, ejecutados, torturados o desaparecidos, en la década de los noventa como la "capital antisubversiva de Colombia". En ese contexto las Autodefensas en una campaña de exterminio y barbarie en favor de encumbrar a Puerto Boyacá de Puerto Boyacá, como proyecto piloto "exitoso" que "graduó" a sicarios autores de asesinatos como los de Luís Carlos Galán en 1989, fue un modelo que se extendió a otras regiones del país, financiado por ganaderos y/o narcotraficantes, fue el modelo para los grupos paramilitares y narco paramilitares que ganaron protagonismo a nivel nacional desde los años 90's.

Hacia 1987-88, la necesidad y preocupación de establecer un status que y una moral que hiciera perdurar el orden ganado por las autodefensas desencadenó una guerra frontal con el Cartel de Medellín, el cual buscaba el control de la producción y paso de drogas en las selvas del Magdalena Medio. Las autodefensas tuvieron que financiarse ahora no contra las guerrillas sino contra grupos comandados por un capo, tuvieron que entrar con las mismas fuentes de financiación de los grupos a los que estaba combatiendo, resistiendo divisiones y facciones que desestabilizaron el orden e inevitablemente llevaron a plantear nuevas estrategias. No hay duda de que esto terminó influyendo en el sentido y fin de las autodefensas dentro de Puerto Boyacá.

Hablar de la historia de Puerto Boyacá es hablar de la historia colombiana, en la cual la violencia desde distintos flancos ha campeado y en la cual la violencia y la represión son el sostén del orden estatal.

- **Educación:** En la actualidad, Puerto Boyacá destina entre el 20% y 30% de su presupuesto en inversión a la educación, y cuenta con más de 15 planteles educativos, y distintos programas como: "Adulto mayor a las aulas" que incentiva a las personas que no saben leer ni escribir, a que inicien una vida académica y aprendan a desarrollar esta habilidad. En cuanto a educación

superior, existen alrededor de 5 Universidades, Planteles técnicos, y el SENA; que benefician alrededor de 1700 jóvenes anualmente. Así, busca atención universal, en programas tales como calidad en la educación y Seguridad social en salud, tienen efectos claros en la disminución del riesgo de pobreza y en el aumento de la participación productiva en el desarrollo económico y social del Municipio.

En Cultura, se ha potenciado la cátedra urbanística, las normas de convivencia para hacer de Puerto Boyacá un lugar que acoja a propios y visitantes, puesto que, por ser un sector altamente productivo hace que los foráneos queramos estar en este Municipio.

Las empresas apoyan estos procesos educativos a través de distintos programas de becas que buscan hacer reconocimiento de méritos a alumnos destacados (ICFES, promedios, distinciones académicas o deportivas), algunos contemplan sostenimiento y pago total de la carrera que la persona elija, otras sirven como apoyo, otorgando hasta el 60% del valor que esta valga.

### ***2.2.1 Organización social:***

- **División territorial:** El Municipio de Puerto Boyacá posee un área de 1.483,44 Km<sup>2</sup>., donde la división político-administrativa esencialmente se ha configurado bajo la normatividad actual y criterios administrativos legales vigentes.
- **Corregimientos:** El municipio de Puerto Boyacá actualmente se divide en (2) corregimientos denominados: Vasconia-Puerto Serviez y Puerto Pinzón
- **Veredas:** El municipio cuenta actualmente con (12) veredas, pertenecientes a los corregimientos descritos (Vasconia-Puerto Serviez y Puerto Pinzón)
- **Casco Urbano:** El actual casco Urbano de Puerto Boyacá se configura sobre 3.86 km<sup>2</sup>

- **Sectores:** Actualmente se ha obtenido una división por sectores que se ajusta a la metodología del DANE, puesto que la unidad de análisis es la población. Estos sectores son: (10) y se muestran en el capítulo sobre la dimensión biofísica, en el componente suelo
- **Barrios:** La división por barrios es la base de la actuación gubernamental en la gestión del territorio, se identificaron (39) barrios pertenecientes al área urbana y se describen con más detalle en el sistema biofísico
- **Manzanas:** Es la unidad básica del ordenamiento territorial urbano y la célula de la gestión pública y privada, se identificaron (295) manzanas distribuidas en los barrios arriba mencionados, con un promedio de 7,6 Manzanas/barrio.

## **2.3 Generalidades de Empresas Públicas de Boyacá (E.P.B)**

### **2.3.1 Naturaleza**

Es una entidad descentralizada industrial y comercial de orden municipal, encargada de prestar el servicio de acueducto, aseo y alcantarillado para localidad de Puerto Boyacá, Boyacá. Es autónoma en cuanto a la prestación de los servicios públicos, por lo que, basado en las leyes y estatutos legales (acuerdo 02 de 2000) se organiza como institución comprometida con el desarrollo económico y social, la cual está integrada con las personas naturales, jurídicas, privadas, para la realización de sus fines.

E.P.B, nace bajo el acuerdo municipal nro. 01 de 1996 y, *“Tiene la Misión de llevar a todos los habitantes de Puerto Boyacá, el mejor servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en condiciones de mínimo costo y de excelente calidad, y velar por la protección del medio ambiente en todas las áreas relacionadas con el servicio”*. (E.P.B, 2020).

En la actualidad, E.P.B., ejecuta proyectos de impactos social orientados a mejorar la calidad de la prestación del servicio (satisfacción del cliente), y a la ampliación de cobertura de agua, aseo y alcantarillado a familias vulnerables de la localidad. La visión de esta organización es: *“integrado por sus principios de pertenencia dedicación y solidaridad, el personal pretende convertir a empresas Públicas de Puerto Boyacá , a mediano plazo en una entidad líder e innovadora en la prestación de los servicios públicos de nuestra competencia, aprovechando la optimización de los recursos y la racionalización del gasto ampliaremos la calidad y la cobertura de todos los servicios públicos prestados contribuyendo así al mejoramiento continuo de la empresa i por ende a elevar el nivel de vida de la comunidad”*. (E.P.B, 2020).

## 2.4 Marco Legal.

A continuación, se relacionan las normas legales en las cuales se sustenta la elaboración de la propuesta de reducción de tiempos para la recolección de Residuos Sólidos (R.S.), en el municipio de Puerto Boyacá, Boyacá.

**Tabla 1** Normatividad de la propuesta

<b>Nombre</b>	<b>Tema</b>	<b>Proceso donde aplica</b>	<b>Responsable</b>
<u>Decreto 838 de 2005</u>	Relación gestión integral de los residuos sólidos	PGIRS	<b>Empresas Públicas de Puerto Boyacá E.P.B.</b>
<u>Decreto 2981 del 2013.</u>	Reglamenta la prestación del servicio público de aseo, el cual expone todos los detalles con los que debe contar el plan de manejo integral de los residuos sólidos, al igual que, el escenario de aplicación. El artículo 120 de esta norma, se deroga los decretos 1713 del 2002, 1505 del 2003 y el capítulo I del decreto 605 de 1196 y todas las normas contrarias a ésta.	PGIRS	<b>Municipio de Puerto Boyacá</b>

<u>Artículo 88 del decreto 2981 del 2013</u>	De acuerdo a esta norma a través de los diferentes artículos que contempla, se reglamenta la prestación del servicio Público de aseo, estableciendo en este mismo marco de ley, los deberes, y obligaciones con los cuáles debe cumplir la entidad prestadora del servicio, para éste caso, EPB, quién es la encargada de, la recolección y transporte selectivo de residuos para aprovechamiento; en su plan para la gestión integral de residuos sólidos, PGIRS, al igual que; establece la atención al usuario y gestión comercial del servicio público de aseo y como debe ser las elaciones entre los usuarios y la persona prestadora del servicio. Ésta norma empezó a regir desde el veinte (20) de diciembre 2013.	<b>PGIRS</b>	<b>Institución EPB</b>
<u>Resolución 754 del 2014.</u>	A través de la Resolución 754 2014; se adopta la inventiva para la enunciación, ejecución, estimación, alcance, vigilancia y reajuste de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólido. Y dos años después, se institucionaliza el programa “Basuras cero (0), bajo la ordenanza Número diez (10), del 22 abril del 2016. Dicha norma se describe el manejo integral y las políticas nacionales para la gestión de los residuos sólidos.	<b>PGIRS</b>	<b>EPB</b>
<u>Decreto 596 de 2016.</u>	Se dictan otras disposiciones para el esquema de aprovechamiento del servicio público de aseo; incluyendo las campañas educativas a fin de, aumentar la fructificar d los residuos sólidos generados	<b>PGIRS</b>	<b>Estado Colombiano</b>
<u>Decreto único ambiental 1076 del 2015</u>	El objetivo principal es recopilar las normas reglamentarias del sector ambiente y desarrollo sostenible	<b>EPB</b>	<b>Estado Colombiano</b>
<u>Resolución 0472 del 28 de febrero 2017</u>	Se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<b>EPB</b>	<b>Estado Colombiano</b>
<u>Decreto 284 del 15 de febrero 2018</u>	En esta norma se adiciona el Decreto 1076 del 2015, en el cual se reglamenta la disposición de los aparatos electrónicos y eléctricos, con el	<b>PGIRS</b>	<b>EPB</b>

---

fin de, prevenir y minimizar los impactos adversos a la naturaleza y a la salud humana.

Con esta ley se busca:

- Priorizar alternativas de aprovechamiento de los residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos; buscando así, minimizar el impacto negativo que éstos tienen en el entorno y hacer un aprovechamiento de estos.
  - Recopilar información suministrada por el productor acerca de, los aparatos recolectados para que pueda ser suministrada a alguna parte interesada
- Capacitar a los usuarios sobre la importancia de hacer una disposición adecuada de los RAEE (Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos); y los impactos que éstos tienen en el medio.

---

**Fuente:** Elaboración propia

El capítulo tres (3) aborda el diseño las herramientas y métodos empleados para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de optimización de tiempos; al igual que, los productos esperados de la actividad realizada.

## **CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1 Población**

De acuerdo con las cifras de proyección expuestas por el Departamento Administrativo Nacional De Estadísticas (DANE), el municipio de Puerto Boyacá tiene una población de 57.398 habitantes, de los cuales 32.032 habitantes pertenecen al área urbana, que es la población con la cual se llevará a cabo el ejercicio de optimización de tiempos en las rutas de recolección de residuos sólidos. (DANE, 2020)

### 3.2 Muestra

Para llevar a cabo el estudio de optimización en el sistema de recolección de Residuos Sólidos, será dirigida a trecientas ochenta personas pertenecientes al área urbana de la localidad; la cual, tiene por objetivo verificar el grado de satisfacción, que tienen los habitantes frente al proceso de recolección de residuos sólidos, lo cual nos permitirá generar estrategias que estén orientadas a la optimización en la prestación del servicio.

El estudio se realizará con una estimación del 95%, se trabajarán con las siguientes variables:

Ecu. (4)

$$\text{Tamaño de la muestra: } \frac{\frac{Z^2 X p (1 - p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 x p (1 - p)}{e^2 N} \right)}$$

N= Tamaño de la población

E= Margen de error (0.05)

Z= Puntuación: **Z**, es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media → 1.96 (95%).

Reemplazando en la **Ecu.4**, tenemos:

$$\text{Tamaño de la muestra: } \frac{\frac{1,96\%^2 * p (1 - p)}{1,96\%^2}}{1 + \left( \frac{1,96\%^2 x p (1 - p)}{0,05^2 * 32.032} \right)} = 382$$

Partiendo del resultado anterior, se efectuará la encuesta a 382 personas del área urbana, del municipio de puerto Boyacá, para que sean resueltas aleatoriamente, a través de, la herramienta “*Google Forms*”

### ***3.2.1 Confiabilidad y validez.***

Se espera que toda la información transmitida por los encuestados sea verídica, se recalcará que absolutamente nadie aparte del investigador tendrá acceso a la información brindada, a fin de, mejorar la calidad de las respuestas, además, se solicita transparencia a quienes de manera voluntaria acepten brindar la información que consideren pertinente, y a su vez, se protege la identidad de estos, todas estas medidas buscan tener un estudio lo más imparcial y transparente posible.

### ***3.2.2 Aspectos éticos.***

El desarrollo de esta investigación implicará la aceptación de un documento Consentimiento informado, establecido acorde a normas éticas del profesional. A su vez, contará con la seriedad, honestidad, responsabilidad, transparencia y objetividad que requiere la investigación con fines a, no entorpecer o manipular los resultados que se vayan a obtener.

### ***3.2.3 Paradigmas***

El desarrollo de este proyecto se basará en el paradigma cuantitativo, se analizará la realidad empresarial y social con el fin de reconocer las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora que permitan diseñar un proyecto de optimización de tiempos en la recolección de residuos sólidos; el cual requiere de la presencia de personal calificado en el área, que nos facilite datos técnicos –

estadísticos para hacer una para realiza la recolección de información oportuna y verás, y se pueda documentar en formatos o plantillas, que permitirán desarrollar un historial de actividades y/o procesos.

### ***3.2.4 Tipo y método de investigación***

Para la elaboración de este proyecto es necesario recurrir a **investigación aplicada**, donde se parte del proceso de recolección de residuos sólidos que lleva actualmente (es un problema que surge directamente de la práctica social) a fin de, hacer un análisis y generar una propuesta con acciones de mejora. Para lo anterior, se define, elabora y aplica una metodología que permita la recopilación de información. A continuación, se relacionan los tipos de estudios en los cuales se basa la toma y análisis de datos, donde se recurre a los siguientes estudios descritos:

*3.2.4.1 Estudios exploratorios.* Se identifica la problemática que se genera cuando hay retrasos en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos en la localidad, las afectaciones al medio y la salud humana. Una vez identificada los factores y repercusiones de la no prestación de un sistema óptimo de recaudo de compactos, se procede a plasmar la información, y generar una propuesta que conlleve a la optimización del servicio, la cual permita mitigar en los empleados, fuente, medio, y sociedad, los riesgos de afectación que se puedan generar en las instalaciones u operaciones de la empresa al ejecutar actividades realizadas desde cada función, los estudios se basan en el registro y búsqueda de la información sobre tiempos de exposición a la actividad, esa información se registra en una bitácora la cual, al finalizar el estudio exploratorio se registrará en una matriz para luego ser analizada y sacar las conclusiones.

3.2.4.2 *Estudio descriptivo.* Mediante reuniones con los involucrados y líderes de los procesos de recolección de la **organización E.P.B**, se realiza un estudio descriptivo evidenciando la problemática de la necesidad del diseño de un proyecto de optimización de tiempos y con esto generar el desarrollo de hechos con objetividad para implementar una alternativa objetiva a atender la problemática.

3.2.4.3 *Estudios explicativos.* Se utilizan estudios explicativos ya que por normatividad se debe cumplir legalmente, para evitar multas o hasta posibles cierres de la empresa, de igual forma proteger y vigilar a todo el personal que realiza actividades para la empresa, de cualquier problema de salud que pueda desprender del desarrollo de las mismas actividades.

Estos estudios conllevan a concientizar a un nivel directivo la necesidad de establecer y llevar a cabo el proyecto mencionado. Por lo tanto, estos métodos de investigación trazan una línea horizontal y transversal a diseñar mediante metodologías una estrategia que se alinee directamente al propósito.

### **3.2.5 Hallazgos de la investigación.**

En el desarrollo del proyecto, partiendo de la información suministrada por E.P.B y habitantes del Municipio de Puerto Boyacá, se evidencia la necesidad y/o requerimiento de crear una gestión de una adecuada recolección de basuras, dado que, la gran mayoría de empleados y habitantes, perciben que, diariamente están expuestos a cualquier incidente que se genera al no recolectarse de manera oportuna los desechos sólidos, entre estos están principalmente: Taponamiento de alcantarillas que genera inundaciones, enfermedades respiratorias, proliferación de roedores, putrefacción, retraso en la economía, mal aspecto municipal, entre otros problemas

que se derivan de las basuras. En otras palabras, hacer un control de todo aquello a lo que el ser humano y el medio ambiente está expuesto.

### ***3.2.6 Diseño de la Investigación.***

La investigación será sistemática y empírica, ya que se debe analizar la situación real de la localidad, se tomando como referencia información ya existente, e información legal para dar transformación y/o generar una propuesta que conlleve al mejoramiento de la prestación del servicio.

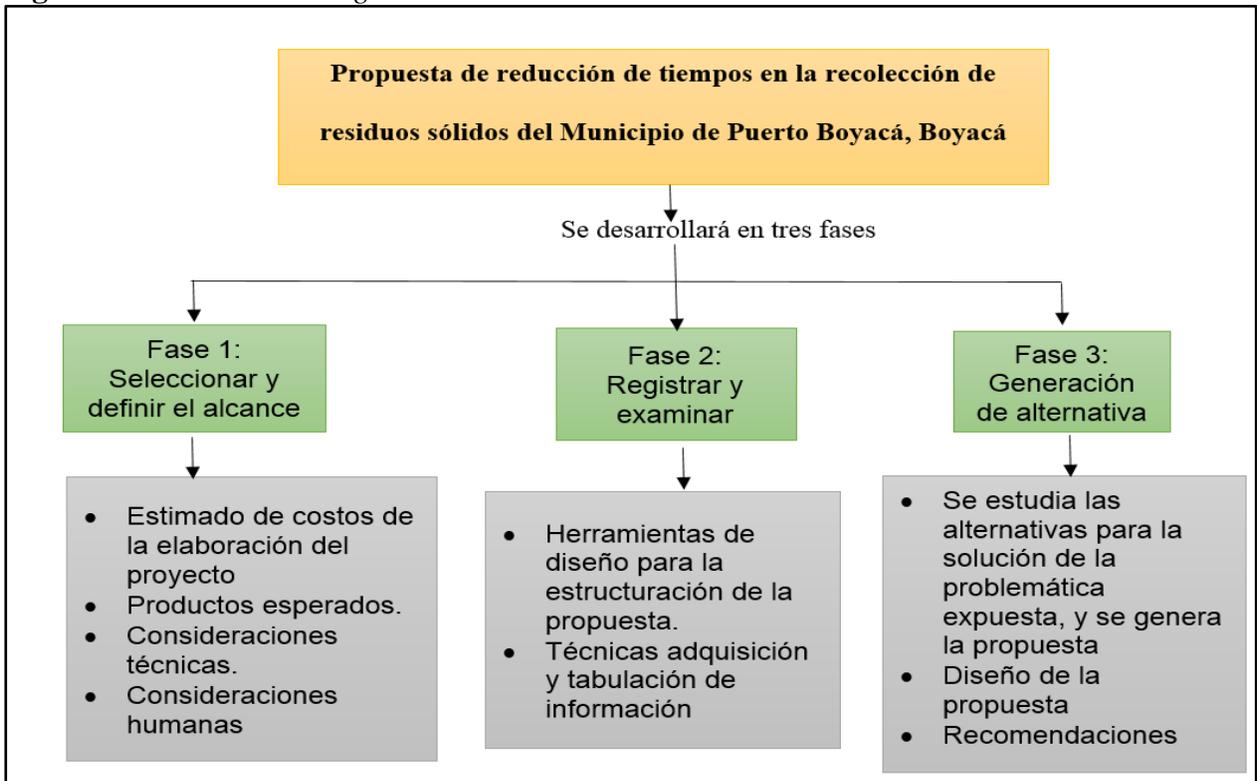
### **3.3 Fases de estudio.**

La propuesta se desarrollará utilizando la metodología de tipo Exploratorio–Descriptivo para localizar los datos de investigación para la elaboración del proyecto aplicado, con los cuales se realizará un diagnóstico de la situación actual, y éste, a su vez, estará dividido en cuatro (4) fases de estudio que permiten evidenciar las falencias y fortalezas que se presentan en la recolección de las basuras en el Municipio de Puerto Boyacá, además de, desarrollar una estrategia que conlleve al mejoramiento de la prestación del servicio.

- La primera fase: Consiste en seleccionar y definir el alcance de la propuesta, en la cual se tendrá en cuenta las consideraciones económicas o de eficacia de los costos, además de, las consideraciones técnicas y humanas.
- Segunda fase: Contempla el registro de la información en los distintos métodos existentes, es decir, en diagramas, gráficas; de forma clara y concisa. También, se examinarán las técnicas de interrogatorio para el estudio de reducción de tiempos, donde se evidenciará el propósito, lugar, sucesión, persona y los medios de cómo se hará

- Tercera fase: Generación de la alternativa, con su respectivo diseño, además de las observaciones y/o recomendaciones pertinentes al método establecido para llevar a cabo el ruteo de una marea óptima.

**Figura 9. Diseño Metodológico**

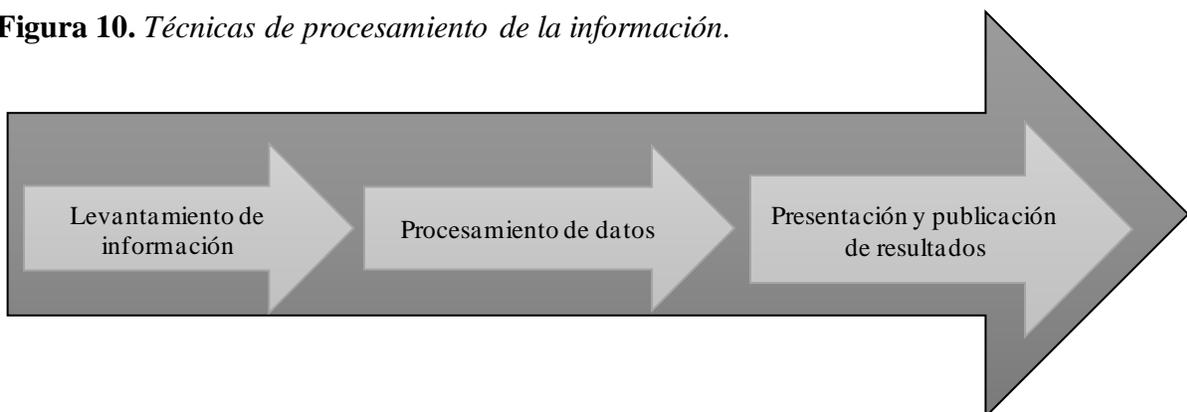


**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4 Técnicas de procesamiento de la información.

Para llevar a cabo el procesamiento de la información recopilada en el presente documento, se empleó la siguiente técnica:

**Figura 10. Técnicas de procesamiento de la información.**



**Fuente:** Elaboración propia

En la recolección de datos se empleó el método tipo Exploratorio– Descriptivo para localizar los antecedentes de investigación para la elaboración del proyecto aplicado.

La captura de la información se realizará por medio de encuestas, entrevistas y diagramas los cuales se aplicarán durante la elaboración del proyecto, el cual permitirá abordar las posibles soluciones a la problemática ambiental que se está generando en el Municipio de Puerto Boyacá, a causa de los residuos sólidos que no alcanzan a ser recopilados o que, en su llegan tarde a recogerlos; además de, identificar la elocuencia e impacto de los antecedentes seleccionados.

Una vez identificada la información para la producción de la propuesta, se procede a desarrollar la tabulación de los datos obtenidos en la etapa de recolección de datos, éstas, permitirán el análisis de la información y posteriormente, el diseño de la optimización del sistema de recolección de residuos sólidos en el municipio antes mencionado.

A continuación, se relaciona las herramientas empleadas, y un plan de manejo de datos con su respectiva función dentro del proyecto.

### ***3.4.1 La observación***

Técnica fundamental en los procesos de investigación, que permiten observar atentamente la situación que se está presentando, al igual que los impactos generados de la problemática planteada; puesto que admite la recolección y registro de la información para su posterior análisis en términos de optimización.

### 3.4.2 La encuesta

Procedimiento de investigación descriptiva en la que el investigador obtiene información o datos mediante un cuestionario previamente diseñado con preguntas claras y concretas acerca del sistema empleado para recolectar los compactos.

### 3.4.3 Plan manejo de datos

Los datos serán manejados bajo tres componentes: Investigación, descripción y preservación de archivos

- Durante la investigación se producirán datos numéricos con relación a los indicadores, mediciones, y cambios
- Los datos se describirán en tablas, diagramas para el posterior análisis de la información; y ésta será de carácter privada, por lo que, los datos recolectados y observaciones arrojadas sólo serán compartidos por los autores del proyecto.
- Los archivos se protegerán en un drive de respaldo que permita autenticar el origen del proyecto, a fin de, preservar los derechos de autor.

En la **Tabla 2.** Se explica la relación de las técnicas y herramientas aplicadas para la obtención de los objetivos propuestos inicialmente. Las actividades por realizar y las herramientas para su cumplimiento, esto dividiéndolo en etapas las cuales se relacionan secuencialmente para su ejecución del diseño a proponer.

**Tabla 2.** *Etapas del desarrollo de la optimización en el sistema de recolección de residuos sólidos.*

---

**Técnicas Procesamiento Información**

---

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Objetivo General:</b> Aplicar métodos y procedimientos propios del estudio de tiempos, que permitan el mejoramiento del sistema de recolección de los residuos sólidos del municipio de Puerto Boyacá, Boyacá</li> </ul>		
Objetivos específicos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mejorar la cobertura del servicio de recolección de Residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Disminuir los vectores que se generan por la descomposición de los residuos sólidos (enfermedades)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Establecer rutas para la optimización de tiempos en la recolección de Residuos sólidos del Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá</li> </ul>
Actividades		
0. Diagnóstico general del estado del relleno sanitario 1. Identificación de la empresa. 1.1. Estimado económico para la elaboración de la propuesta 1.2. Técnicas y herramientas del diseño 1.3. Estimado humano 1.5 Normatividad vigente 1.6 Diagnóstico del estado del relleno sanitario	2. Planificación: 2.1. Estimado de costos 2.2 Cuellos de botella 2.3 Resultados esperados	3. Estructura: 3.1. Población y Muestreo 3.2 Alternativas 3.3. Establecimiento de rutas 3.4 Observación (evidencia fotográfica) 4. Implementación y operación: 4.1 Desarrollo de nuevo esquema de recorrido 4.2 Capacitaciones para incentivar la cultura de cuidado ambiental (campañas)
Herramientas		
Antecedentes de relleno sanitario Tablas y figuras de apoyo Encuesta Cuello de botella Plan de trabajo cronograma	Cronograma de trabajo y capacitaciones Indagación. Observación (Inspección de rutas de recolección). Encuesta Google Forms	Matriz DOFA AutoCAD

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5 Instrumentos.

Para el diseño del proyecto de optimización en el sistema de recolección de residuos sólidos en el municipio de puerto Boyacá, Boyacá, se cuenta con las siguientes herramientas:

- **Matriz DOFA:** Matriz de análisis que nos permite conocer las oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas que tiene la organización en materia de recolección de R.S
- **La observación:** Técnica fundamental en procesos de investigación, que consiste en observar atentamente las actividades de trabajo, toma de fotografías y posterior registrar la información para su análisis; cabe resaltar que, el autor de este documento es residente de la municipalidad, por lo que puede brindar opiniones desde la experiencia, adicional a lo anterior, realizó el recorrido que hace el carro compactador a la hora de ejecutar la recolección, y los datos obtenidos (rutas), fueron plasmadas en AutoCAD para su respectivo análisis.
- **Encuesta:** Es una herramienta que permite la obtención de datos concretos; que se diferencia de la entrevista en la formulación o planteamiento de las preguntas al ser más objetivas; es decir, brindan información acerca de las actitudes, opiniones y comportamientos de las personas. Mientras en la primera, se adquiere información en general de temas profesionales o de negocios. Dentro del proyecto cumple la función de revelar información frente a la percepción de los tiempos de recolección de los residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá; es aplicada a 382 Personas de la localidad

La realización de la encuesta es realizada mediante la herramienta online *Google Forms*, a fin de, reducir el uso de papel y contribuir al medio ambiente.

- **Google Forms:** Herramienta digital que permite recopilar información de forma fácil y práctica para adquirir estadísticas en este caso, que ayudarán a describir los análisis frente a las encuestas planteadas y la obtención de la información suministrada por la población muestra. (Definición propia)

- **Google Maps:** Es un servidor web, que permite evidenciar rutas (mapas), en tiempo real, es útil a la hora de buscar la ubicación de cualquier lugar; esta aplicación pertenece a la organización “*Alphabet Inc.*” (Definición propia)
- **Algoritmo de la ruta más corta:** “*Consiste ... en una modalidad de problemas de redes, en la cual se debe determinar el plan de **rutas** que genere la trayectoria con la mínima distancia total, que una un nodo fuente con un nodo destino, sin importar el número de nodos que existan entre estos*”. (López B. S., 2019)
- **AutoCAD:** Es una herramienta de dibujo, que permite el diseño de planos, proyecciones, el cual, en este caso, servirá para plasmar las rutas de recolección de R.S que se llevan dentro de la localidad de Puerto Boyacá. (Definición propia)

### 3.6 Plan de trabajo

El cronograma de trabajo expuesto corresponde a la proyección estimada para el desarrollo de las actividades que permitan concluir el plan aplicado, el cual, consiste en la reducción de tiempos en la recolección de residuos sólidos.

*Tabla 3 Cronograma del desarrollo de la propuesta*

Actividad	septiembre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Planteamiento del tema	x						
Revisión y aprobación del tema	x	x					
Recolección de la información			x	x	x		
Tabulación de la información					x	x	
Ajuste y presentación del proyecto						x	
Sustentación del proyecto							x

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.7 Estimado de costos de elaboración de la propuesta

*Tabla 4 Recursos necesarios para el desarrollo de la propuesta*

Recurso	Descripción	Presupuesto
<b>Equipo Humano</b>	Capacitaciones Incluidas en los costos de asesoría, Auxiliar de digitación	\$1.500.000
<b>Equipos y Software</b>	Computador, impresora, celular	\$2.000.000
<b>Viajes y Salidas de Campo</b>	ASESORIAS EXTERNAS (estudio de tiempos) Desplazamiento de los estudiantes	\$3.200.000 \$2.500.000
<b>Materiales y suministros</b>	Agendas, lapiceros, impresiones	\$100.000
<b>Bibliografía</b>	Libros en línea	\$55.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$9.355.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8 Productos esperados

**Tabla 5** *Productos esperados de la propuesta*

<b>Productos Esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Beneficiario</b>
Nuevas rutas en la recolección de los Residuos Sólidos.	Mayor cobertura en la recolección de R.S de la población	La comunidad, al contemplar en las rutas, la totalidad de la localidad
Disminución de los problemas ambientales que se ocasionan por la falta de cobertura en la recolección de los residuos sólidos.	Menos áreas contaminadas	Mejoramiento de la estructura municipal
Disposición adecuada de las basuras generadas	Balance (tasa de contaminación)	Entorno-Organizaciones-Comunidad
Disminución de la cantidad de compactos arrojados al vertedero	Mejoramiento de resultados en la recolección de residuos sólidos.	Comunidad.

**Fuente:** Elaboración propia

El siguiente capítulo (Ver. Cap. 3) abordará el análisis de la información recolectada mediante las herramientas y técnicas descritas en este capítulo, y se dará a conocer las rutas planteadas para la optimización de los tiempos en la recolección de residuos sólidos.

## CAPÍTULO IV DESARROLLO, ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se aborda el análisis de los resultados de la presente investigación.

### 4.1 Fase uno: Seleccionar y definir el alcance

Los impactos ambientales negativos más considerables que ocasionan los residuos sólidos se deben a la inadecuada disposición y al crecimiento de la población humana, cuyos hábitos de consumo promueven la generación de grandes volúmenes de desechos. En Puerto Boyacá, En el año 2017 se generaron 7370,54 toneladas de basuras, en el 2018, 7256,61 y para el 2019 se tiene un estimado de 6297 Toneladas. Lo que indica el fortalecimiento que ha hecho la institución en adoptar estrategias que permiten disminuir los remanentes que van a parar al vertedero, una de éstas, la pulverización de los residuos generados de la poda que se realiza.

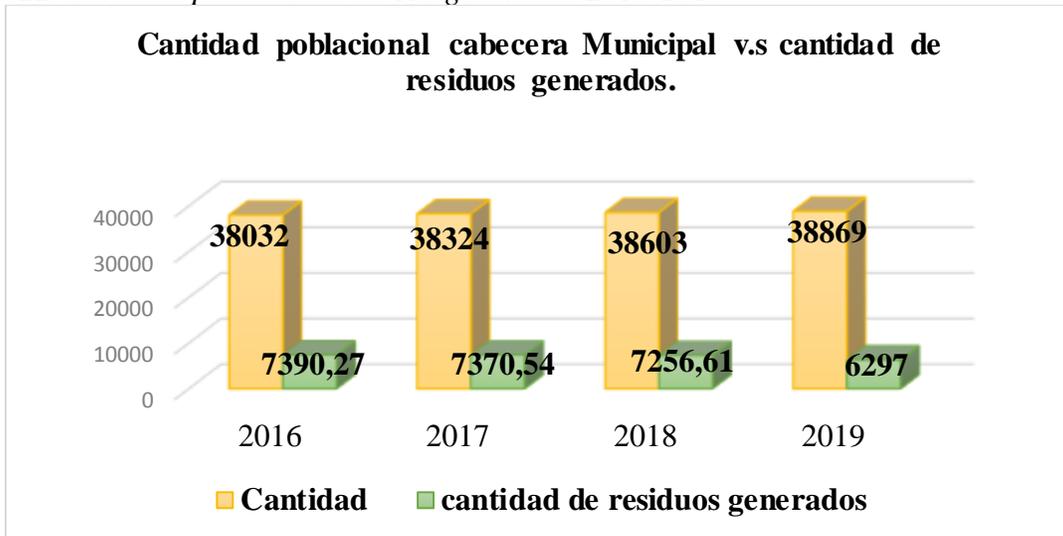
El Municipio cuenta con un estimado de 57.348 habitantes, en los cuales se han desarrollado diversas estrategias de separación, que busca crear hábitos de preservación del entorno; con esto, la cantidad de remanentes que van a parar al vertedero no resulta tan significativa. A continuación, se anexa la **tabla 1**; donde se exponen las cifras poblacionales frente a la cantidad de residuos generados en los años 2016, 2017, 2018, y 2019, es de aclarar que, en este último se tiene un estimado promedio de la cantidad de compactos que se dispondrán en el vertedero.

**Tabla 6.** *Comparativa de la cantidad poblacional. VS. RS generados*

<b>Año</b>	<b>Cantidad poblacional cabecera Municipal</b>	<b>cantidad de residuos generados (Toneladas)</b>
<b>2016</b>	38032	7390,27
<b>2017</b>	38324	7370,54
<b>2018</b>	38603	7256,61
<b>2019</b>	38869	6297

**Fuente:** PGIRS. (2020). Información no publicada.

**Figura 11.** Cantidad poblacional vs. R.S generados 2016-2019



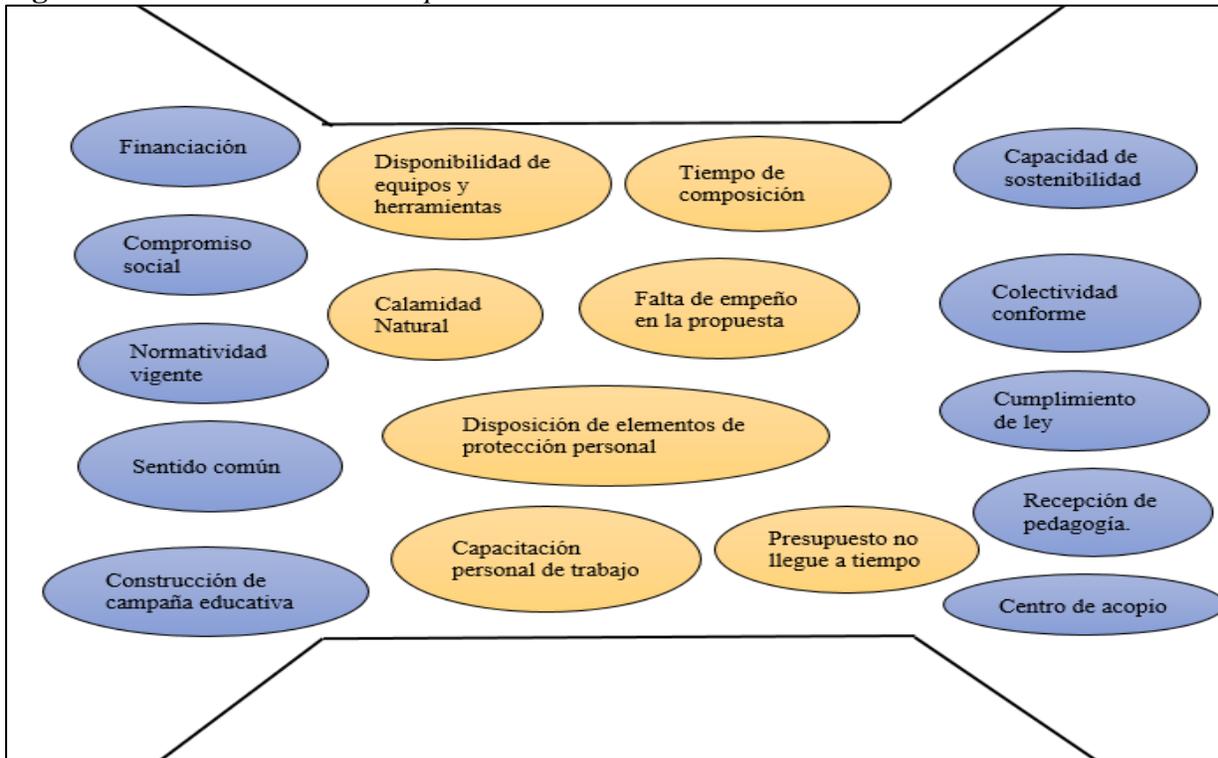
**Fuente:** Elaboración propia

En la **figura 11**.se evidencia la efectividad de las estrategias que ha implementado EPB en el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos, ha logrado disminuir el número de compactos que van a parar al relleno la Doradita; teniendo en cuenta que existe más habitantes; respecto al año 2016. Lo que resulta ser un balance positivo, pues, el municipio en el momento no cuenta con carros recolectores en óptimas condiciones que permitan hacer una adecuada recolección y disposición final de los desechos generados.

#### **4.1.1 Generador cuello de botella del proyecto**

En el desarrollo del proyecto se presentan una serie de elementos que disminuyen la eficiencia del proceso de recolección de residuos sólidos; por lo que, en el desarrollo del proyecto se crearan estrategias que permitan mitigar la problemática.

**Figura 12.** Cuello de botella del proceso de recolección de Residuos Sólidos.



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.1.1 Análisis observación directa.**

Durante el recorrido realizado por el autor de esta propuesta por la zona urbana de la localidad, se toman la muestra fotográfica (Ver. Fig.13) que evidencia la problemática anteriormente descrita.

Esta vía, conocida como la “vía al Ferry”, es una de las más importantes y transcurridas de la localidad, dado que, por aquí, es donde entra parte de los productos del departamento de Antioquia, mediante un ferry que va por el río Magdalena hasta el corregimiento de Puerto Perales.

Sumado a la demora en la recolección de los residuos sólidos que afectan integralmente la vida del medio ambiente y el bienestar del ser humano, se encuentra la falta de conciencia ambiental de la que sufren algunos ciudadanos, puesto que, sin mayor vergüenza, y sentido de pertenencia, hacen de las calles botaderos de basura, y fuentes potenciales de contaminación y roedores, que a la final les terminará afectando.

Este recorrido, es de suma importancia, ya que, permitió la elaboración de las rutas por dónde se lleva a cabo la ejecución de la recolección de los residuos sólidos, dando paso a la elaboración de los siguientes bosquejos (Ver. Fig. 14, 15, y 16).

**Figura 13.** Fotografía vía al ferry



**Fuente:** Imagen Propia.

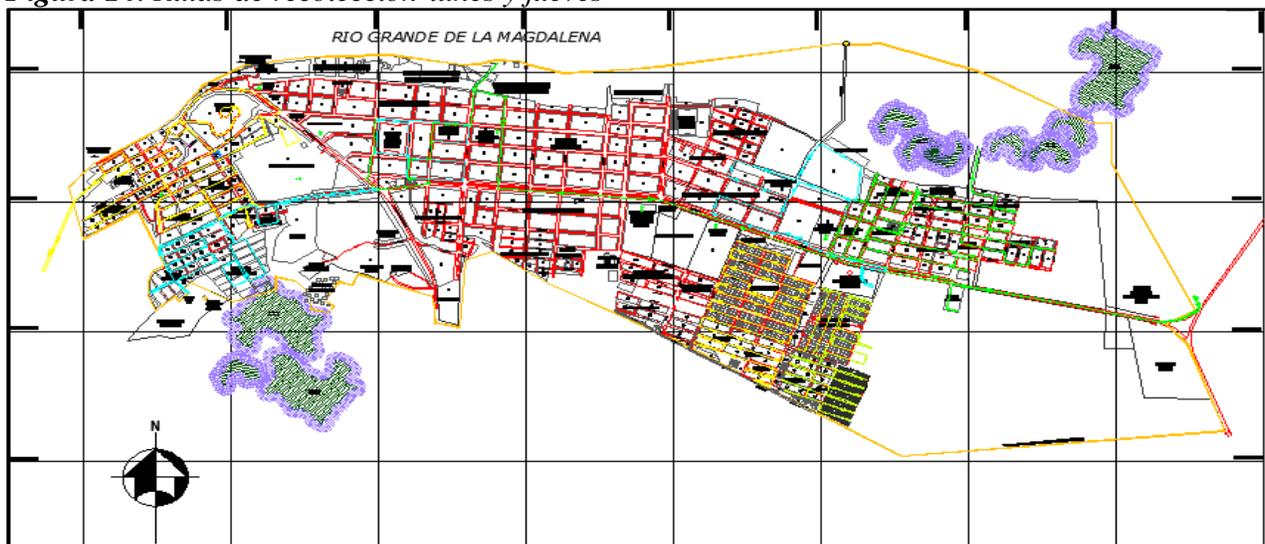
**Descripción:** En la Fig.12., se puede evidenciar que el terreno que se encuentra vía al ferry está teniendo presencia de residuos sólidos, que no sólo generan contaminación y afectan la salud humana, al traer la presencia de animales al lugar, sino que, además, sobresalta la imagen del municipio ante propios y foráneos; haciendo que se deban crear estrategias no sólo de educación poblacional para evitar los vejámenes contra el entorno, sino también, para disminuir los tiempos en la recolección de los residuos sólidos, dado que, al pasar en horarios no pertinentes, ¿por qué?. Hay barrios como Guayacanes, en que el ruteo se hace a las 05: 00 A.M obligando a los ciudadanos a tener que sacar sus desechos inclusive la noche anterior al paso del carro compactador; quedando expuestos, no sólo a los animales, sino también a los recuperadores, que en muchas ocasiones al no evidenciar elementos de recuperación al lado de las bolsas, optan por destapar las bolsas que dejan en las aceras, ocasionando que muchas de estas se mojen a causa de la lluvia, al queda destapadas, o que se rieguen , también por la misma circunstancia.

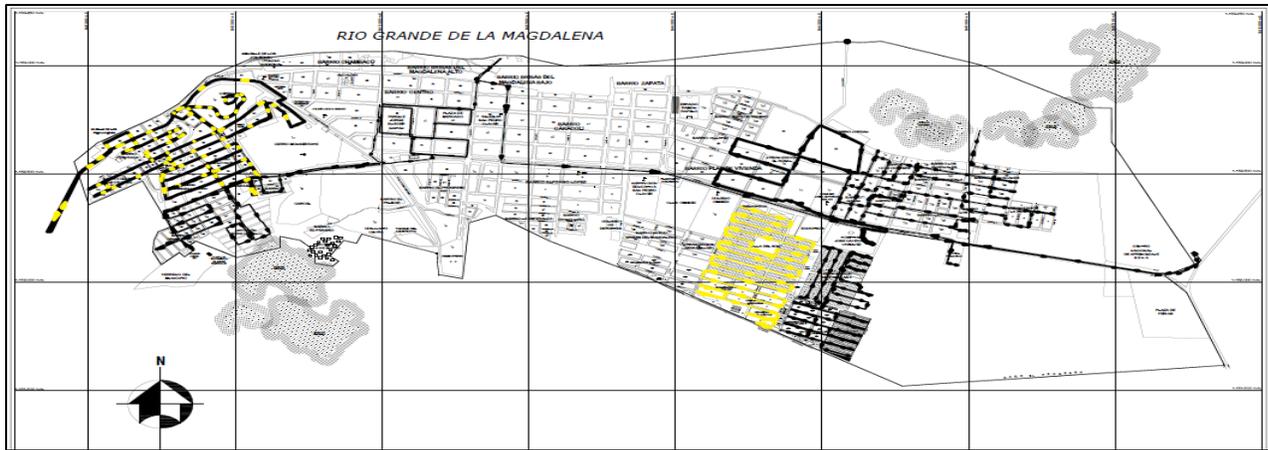
El no contar con una cultura de reciclaje y un sector vigorizado hacer que quienes ejercen esta actividad clandestinamente recurran a meter las manos en las bazofias, exponiendo su propia integridad, ya que muchas veces dejan en estas bolsas vidrios, jeringas, entre otros elementos que pueden causar daño a la integridad física del recuperador, por lo anterior, optimizar los tiempos de recolección de Residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá, se convierte en una propuesta de suma importancia a nivel municipal, ya que, al mejorar la actividad de ruteo, los ciudadanos podrán hacer un uso eficiente del compactador y así, una correcta disposición de los compactos.

#### ***4.1.4 Bosquejo de Rutas en AutoCAD***

En las siguientes imágenes se evidencia las rutas de recolección que se llevan a cabo, los lunes y jueves en la localidad, con las respectivas convenciones (definición de colores y símbolos).

***Figura 14. Rutas de recolección lunes y jueves***





**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

**Tabla 7.** Convenciones del lunes y jueves

<b>CONVENCIONES</b>					
Perimetro Acuerdo 088-96		Iglesia		Ruta 005 lunes recole	
Perimetro Sanitario		Escuela		Final micro ruta 1.	
Limite Manzana		Colegio		Final micro ruta 2.	
Limite Predio		Puerto		Final micro ruta 3.	
Numero de Vía		Bomba de Gasolina		Ruta 006 lunes recole	
Canal		Puesto de Policia		Final micro ruta 1.	
Borde de Vía		Hospital		Final micro ruta 2.	
Numero de Manzana	<b>21</b>				

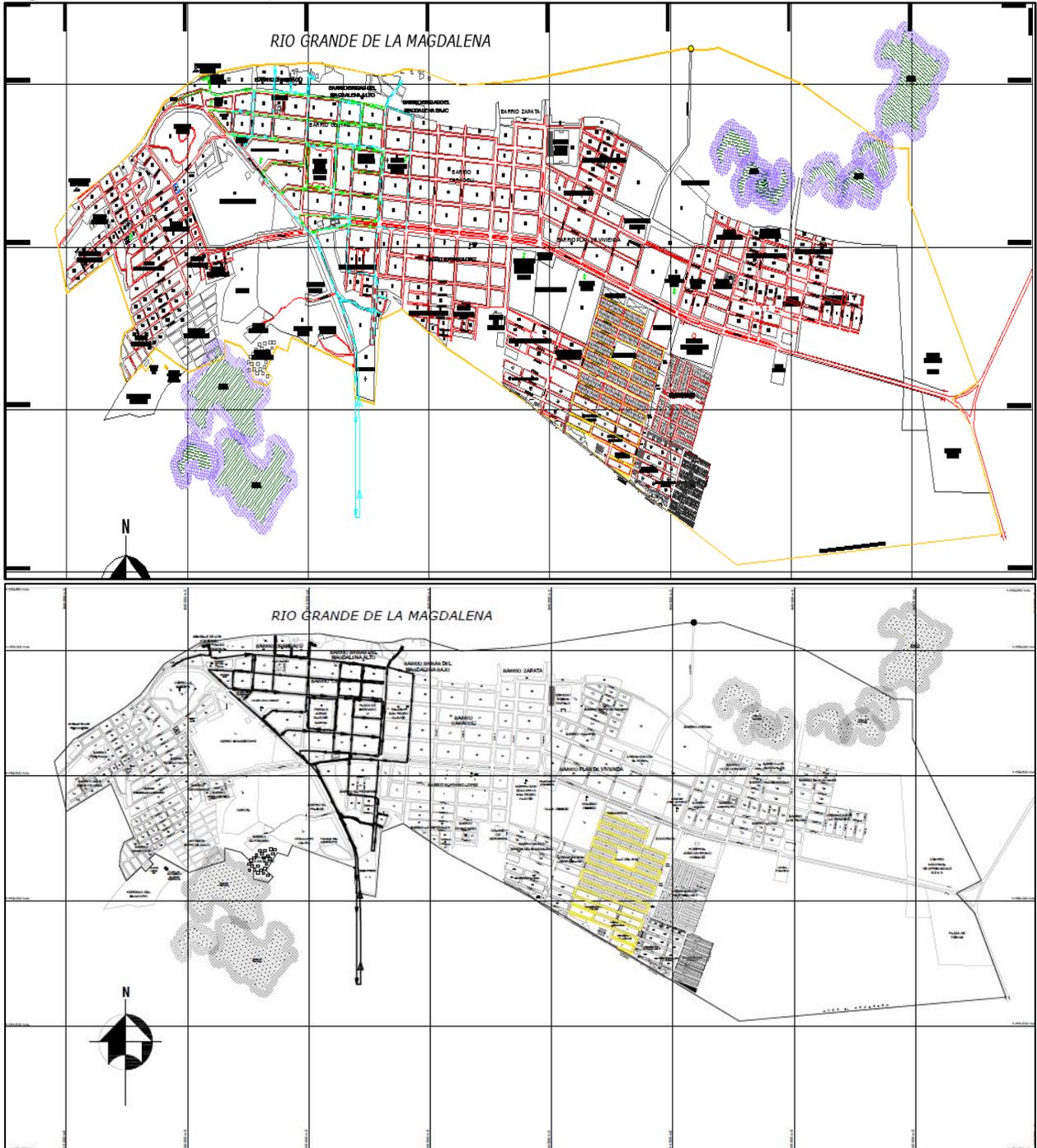
**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

**Descripción:** En el mapa de rutas elaborado (Ver. Fig. 14) se evidencia los recorridos que hace el carro compactador los lunes y jueves dentro del área urbana del municipio de Puerto Boyacá. Estos recorridos están explícitos y demarcados en colores, lo cual, se puede observar en la tabla de convenciones (**Ver Tabla. Nro.7**).

El recorrido inicia en carrera 5 con calle 6, a las 04: 00 A.M, en ocasiones, por acuerdos entre los trabajadores, inician dicho recorrido a las 03:00 A.M., esto con el fin de, evitar la exposición altas temperaturas (el sol) que puedan provocar un golpe de calor, adicional a lo anterior, evitar el alto flujo vehicular.

A continuación, se relacionan las rutas de recolección que se llevan a cabo, los martes y viernes en la localidad.

**Figura 15. Rutas martes y viernes**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

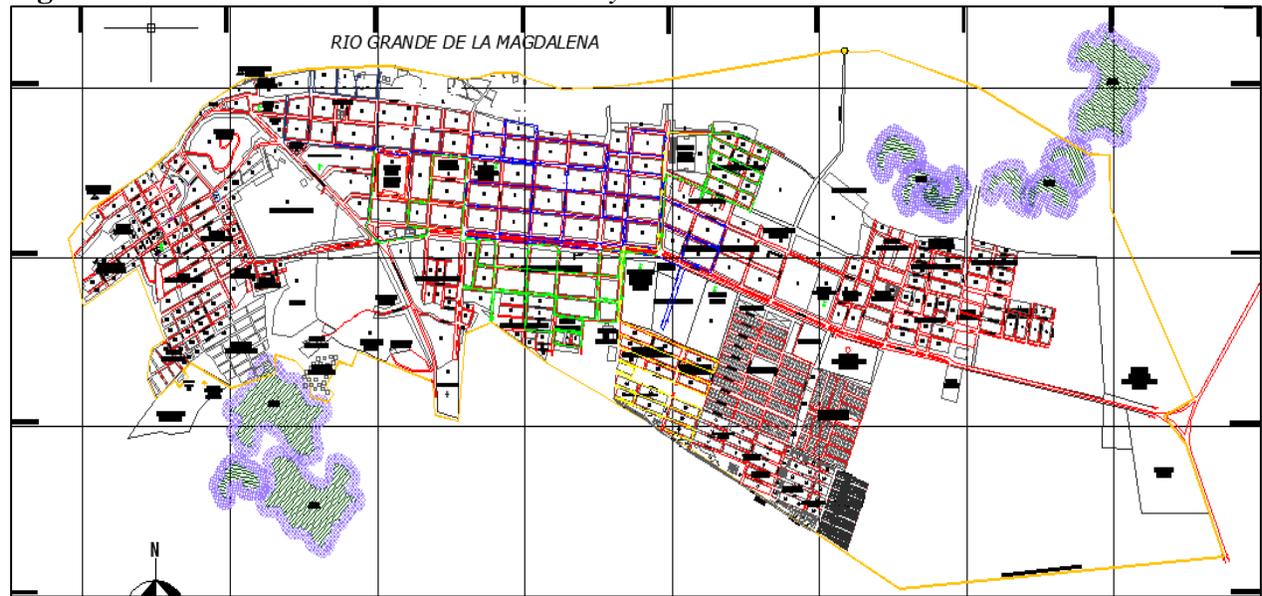
**Tabla 8.** Convenciones del martes y viernes

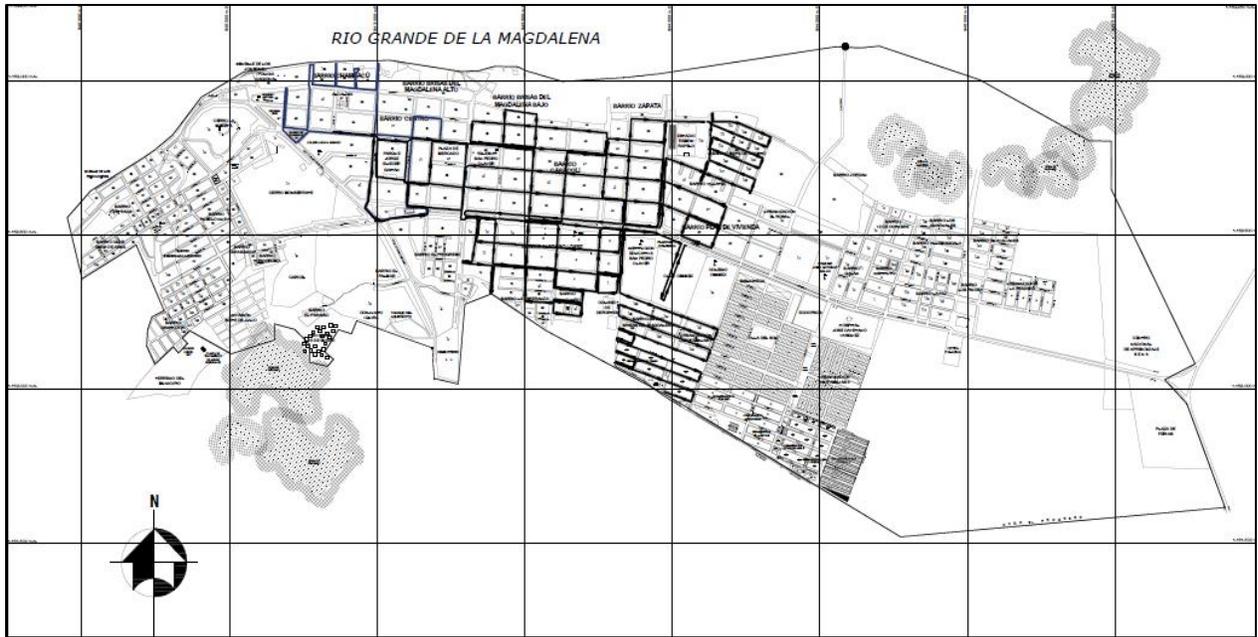
<b>CONVENCIONES</b>					
Perimetro Acuerdo 088-96		Iglesia		Ruta 005 lunes recole	
Perimetro Sanitario		Escuela		Final micro ruta 1.	
Limite Manzana		Colegio		Final micro ruta 2.	
Limite Predio		Puerto		Final micro ruta 3.	
Numero de Vía		Bomba de Gasolina		Ruta 006 lunes recole	
Canal		Puesto de Policia		Final micro ruta 1.	
Borde de Vía		Hospital		Final micro ruta 2.	
Numero de Manzana	<b>21</b>				

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

**Descripción:** En el mapa de rutas elaborado (Ver. Fig. 15) se muestran los recorridos que hace el carro compactador los lunes y jueves dentro del área urbana del municipio de Puerto Boyacá. Estos recorridos están explícitos y demarcados en colores, lo cual, se puede observar en la tabla de convenciones (**Ver Tabla. Nro.8**).

**Figura 16.** Rutas de recolección del miércoles y sábados.





**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

**Tabla 9.** Convenciones del miércoles y sábado

<b>CONVENCIONES</b>					
Perimetro Acuerdo 088-96		Iglesia		Ruta 005 lunes recole	
Perimetro Sanitario		Escuela		Final micro ruta 1.	
Limite Manzana		Colegio		Final micro ruta 2.	
Limite Predio		Puerto		Final micro ruta 3.	
Numero de Vía	<b>CARRERA 3</b>	Bomba de Gasolina		Ruta 006 lunes recole	
Canal		Puesto de Policia		Final micro ruta 1.	
Borde de Vía		Hospital		Final micro ruta 2.	
Numero de Manzana	<b>21</b>				

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta AutoCAD 2010

**Descripción:** En el mapa de rutas elaborado (Ver. Fig. 15) se muestran los recorridos que hace el carro compactador los miércoles y sábado dentro del área urbana del municipio de Puerto Boyacá. Estos recorridos están explícitos y demarcados en colores, lo cual, se puede observar en la tabla de convenciones (**Ver Tabla. Nro.9**).

## 4.2 Fase 2: Registrar (herramientas para el diseño)

Este proyecto nace con la finalidad de generar alternativas de trabajo que beneficien directamente a la sociedad y medio ambiente, a través de la reducción de tiempos en la recolección: está enfocado a generar acciones dirigidas a garantizar una adecuada recolección, transporte, de los residuos sólidos generados en la jurisdicción del municipio, de acuerdo con las obligaciones establecidas para el ente territorial en la normatividad vigente; y así, buscar la preservación de los recursos naturales, y disminución de la contaminación.

### 4.2.1 Matriz DOFA

La estructuración de esta información permitió plantear el panorama actual del municipio, facilitando así la definición de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas en cuanto al manejo de los residuos sólidos. Posteriormente se define las Proyecciones de población y de generación de residuos sólidos del municipio de Puerto Boyacá, Boyacá, las cuales brindan una amplia visión de las condiciones sociales, económicas y ambientales del municipio para el año 2020, basado en las fases metodológicas propuestas por la Resolución 0754 de 2014 para la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se procedió al diseño y construcción de una propuesta viable que permita ser aplicada en el tiempo.

**Tabla 10. Matriz DOFA**

<b>Interno</b>	<b>Fortalezas (F)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>F1:</b> Profesionales con capacidad para liderar las actividades de recolección</li><li>• <b>F2:</b> Generación de empleos</li><li>• <b>F3:</b> Obtención de recursos económicos para la ejecución de la actividad</li></ul>	<b>Debilidades (D)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>D1:</b> Desconocimiento del proceso de clasificación de los residuos sólidos</li><li>• <b>D2:</b> Residuos sólidos expuestos en la vía principal del Municipio</li><li>• <b>D3:</b> La falta de sentido de pertenencia por parte de los habitantes.</li></ul>
----------------	---	---

<p style="text-align: center;"><b>Externo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>F4:</b> Se cuenta con un vehículo recolector en buen estado</li> <li>• <b>F10:</b> Un Municipio atractivo para propios y visitantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>D4:</b> Falta de participación y cultura ciudadana</li> <li>• <b>D9:</b> Sistemas incompletos y falta de, vigilancia en el cobro de las tarifas de los servicios.</li> <li>• <b>D10:</b> Demora en la recolección de residuos sólidos</li> </ul>
<p><b>Oportunidades (O)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>O1:</b> Se puede reducir los desechos sólidos a nivel de la fuente y origen</li> <li>• <b>O2:</b> Establecer políticas educacionales a todo nivel.</li> <li>• <b>O3:</b> Se reduce la contaminación ambiental.</li> <li>• <b>O4:</b> Capacidad de inversión</li> <li>• <b>O5:</b> Establecer nuevas rutas de recolección</li> <li>• <b>O6:</b> Se aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios.</li> </ul>	<p><b>Estrategias (FO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FO1:</b> F1, F4 y O2, 05,09. Establecer nuevas rutas</li> <li>• <b>FO2:</b> F2, F4, F5 y O7: Ampliar la cobertura de trabajo.</li> <li>• <b>FO3:</b> F3, y O6: Optimizar los tiempos de recolección</li> <li>• <b>FO5:</b>F10 y O10, O4 Evidenciar las fuentes potenciales de recolección</li> <li>• <b>FO6:</b>F9 Y O3: Recolectan elementos inservibles una vez al mes</li> </ul>	<p><b>Estrategias (DO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DO1:</b> D1 y O2. Hacer jornadas de recolección de residuos inservibles.</li> <li>• <b>DO3:</b>D3 y O5, O1: Establecer puntos estratégicos de recolección</li> <li>• <b>DO5:</b> D5 y O10: Ampliar la cobertura de recolección</li> <li>• <b>DO6:</b> D6 y O7: Disminuir los tiempos de recolección de R.S</li> <li>• <b>DO7:</b>D7 y O9: Instruir a los capacitores en normatividad y vigencias de las leyes ambientales, e incluir metodologías de apoyo a la conciencia ambiental.</li> <li>• <b>DO8:</b> D8 y O9: crear un sistema de cobros que garantice la participación de todos los ciudadanos, un sistema de control de recursos monetarios.</li> </ul>
<p><b>Amenazas (A)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A1:</b> Contaminación de los recursos naturales: Agua, suelo, aire</li> <li>• <b>A2:</b> Enfermedades patológicas a causa de los residuos</li> <li>• <b>A3:</b> Residuos en la vía a causa de que los animales rompen las bolsas de los residuos</li> <li>• <b>A4:</b> Desmejora en el paisaje, y por lo tanto</li> </ul>	<p><b>Estrategias (FA).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FA1:</b>F1 Y A8, A6: Que se instruya y capacite a los recuperadores y habitantes en general sobre la separación en la fuente</li> <li>• <b>FA2:</b>F2 y A7, A10: Aumentar la recolección de desechos sólidos para aumentar la economía, y evitar desastres ambientales.</li> <li>• <b>FA3:</b> F3, F5 y A3, A4: Aumentar la nómina de subsidio a los recuperadores.</li> </ul>	<p><b>Estrategias (DA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DA1:</b> D1 y A1: Capacitación sobre preservación de recursos naturales y clasificación de sólidos.</li> <li>• <b>DA2:</b> D2 y A7, A10: Que los ciudadanos recojan los desechos de las principales vías del Municipio; y así evitar desastres naturales.</li> <li>• <b>DA3:</b> D3 y A2: Preparar al ciudadano en la importancia de preservar el entorno.</li> <li>• <b>DA5:</b> D5 y A8: sensibilizar a los habitantes en cultura</li> </ul>

<p>disminuye la actividad de turismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A5:</b> Desastres naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FA4:</b> F4, F7, F8 y A5: Las personas del Municipio limpien los sectores afectados por la contaminación; que contribuyan a la recolección de los elementos a sitios no autorizados; a fin de, embellecer el Municipio y hacerlo atractivo turísticamente.</li> <li>• <b>FA6:</b> F9, y A1, A2 Depositar solo elementos no aprovechables, a fin de, darle un buen uso al carro y disminuir la contaminación ambiental.</li> </ul>	<p>ciudadana, y establecer un ente que permita a su vez verificar el destino de los recursos económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DA7:</b> D7, D8 y A6: Llevar a cada hogar las políticas del programa basuras cero a través de folletos didácticos</li> <li>• <b>DA9:</b> D9, D10 y A3: Establecer un ente de control de recursos económicos y asegurar un mejor pago de nómina a los empleados.</li> <li>• <b>DA10:</b> D9 y A3: Hacer campaña de pago oportuno</li> </ul>
--	---	--

**Fuente:** Elaboración propia

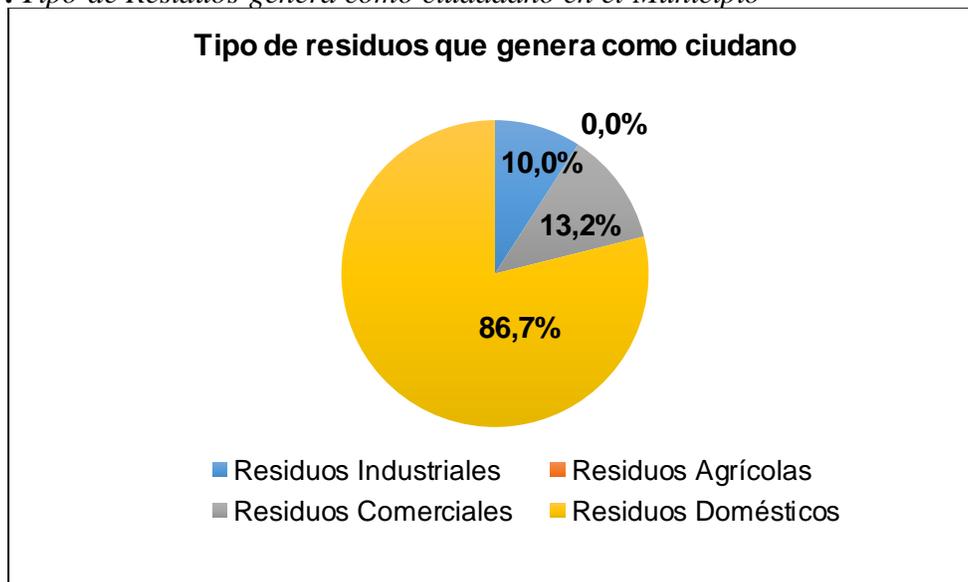
De los resultados obtenidos en los distintos medios de recolección de datos, se deben mejorar los siguientes aspectos:

- En el sistema se debe disminuir los tiempos de recolección
- Se deben optimizar las rutas
- Ampliar la cobertura de las rutas.
- Los focos de contaminación se deben a la falta de cultura ciudadana
- Capacitaciones a la ciudadanía acerca de los programas del Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS).
- El Municipio tiene una gran cantidad de recuperadores informales que se encargan de aprovechar material recuperable, cuyo fin muchas veces, es el vertedero, dado que no se cuenta con un plan de recolección de estos.
- Hacer uso de la chipeadora para disminuir los compactos generados de la poda de árboles

#### 4.2.3 Resultados y análisis de la encuesta

Contempla dieciocho preguntas dirigidas a ciento 382 habitantes de la localidad, con la cual se busca evidenciar si los retrasos en la recolección de residuos sólidos generan perjuicios dentro de la localidad. A continuación, se relacionan los gráficos obtenidos.

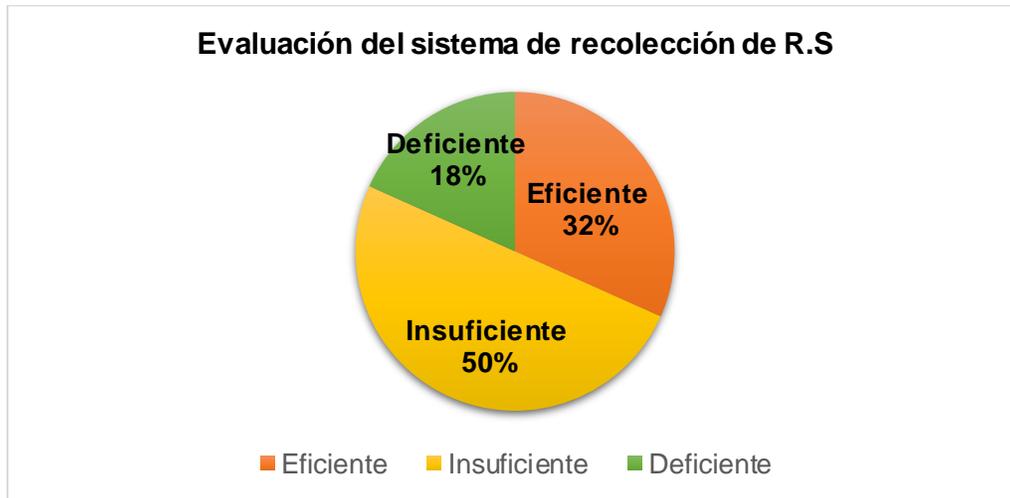
**Figura 17.** Tipo de Residuos genera como ciudadano en el Municipio



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De los resultados obtenidos (Ver. Fig. 17), se concluye, la mayoría de los ciudadanos producen desechos domésticos con un 86.7% de los 382 encuestados, un 13.2% residuos comerciales, un 10% residuos de tipo industrial, y no se generan residuos de tipo agrícola de acuerdo con, la muestra tomada. A futuro, se puede generar un proyecto encausado al uso de residuos domésticos aprovechables.

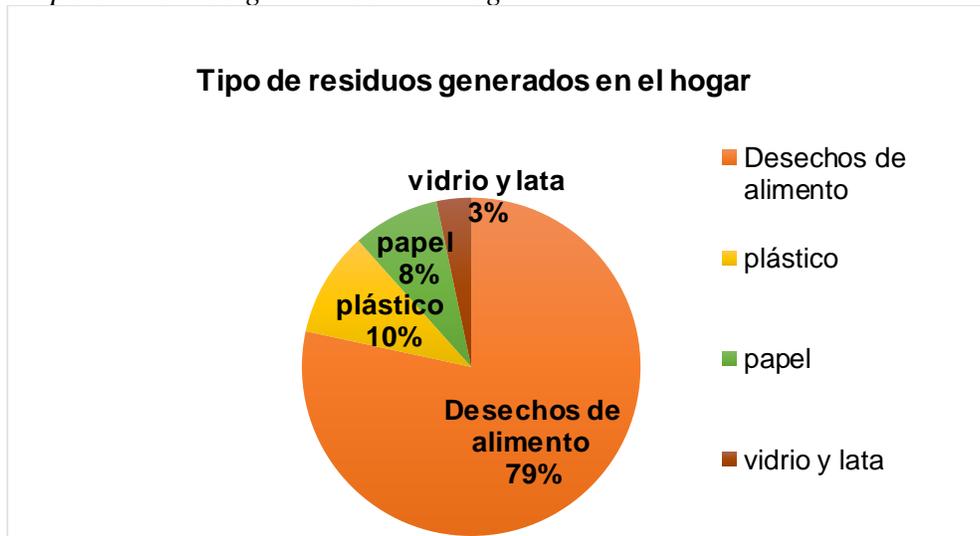
**Figura 18.** Evaluación del sistema de recolección de Residuos sólidos



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** El 50% de la muestra considera insuficiente el servicio de recolección que se efectúa por parte de la entidad encargada de prestar el servicio, en este caso, Empresas Públicas de Boyacá; existe un alto grado de insatisfacción con la forma actual en la que se está llevando el proceso de acopio de las basuras generadas por los habitantes, en gran parte se debe a, las demoras, y las problemáticas que esto acarrea. Sin embargo, un 32% consideran oportuna, y un 18% considera el servicio deficiente, por lo que se evidencia, mayor insatisfacción con el sistema. Es importante resaltar que, E.P.B No sólo tiene retrasos con el servicio, sino que, además no da el cubrimiento del 100% a la población objeto del estudio (urbana); tiene vehículos obsoletos, que agudizan la problemática.

**Figura 19.** Tipo de residuos generados en el hogar



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De los diversos residuos que se generan en un hogar, la mayoría de Puerto boyacenses, responden que el 79% corresponden a desechos de alimentos, el 10% a plástico, el 8% papel, y el 3% a vidrio y lata.

Esta propuesta de reducir los tiempos en la recolección de R.S es de suma importancia, puesto que, como se puede observar (Ver. Fig. 19) la mayoría de compactos generados en la localidad corresponden a todos los desperdicios que resultan de los alimentos. A futuro, se puede desarrollar un proyecto de impacto social, con el cual se puedan aprovechar estos, por ejemplo: con los desechos de alimentos (cáscaras de huevo, papa, plátano, etc.), elaboración de abonos orgánicos; con el plástico, entregarlo a los recicladores que hay en la localidad para que estos hagan la disposición final de estos. Un aspecto a tener en cuenta, del servicio de poda, mantenimiento de árboles que hace la empresa, surgen residuos de árboles, maleza, a fin de, evitar que estos queden tirados, o vayan a parar al vertedero, se meten a la chipeadora, y se deja para biodegradación. Esto también constituye un gran ahorro de tiempo en la recolección, ya que no se ocupa el carro con

este material, y tampoco se hace el transporte de este, por lo que, no sería necesario el desgaste de los vehículos, de combustible y demás recursos que implica hacer la disposición final de los desechos compactos en el vertedero la Doradita, que es el lugar final de estos.

**Figura 20.** Separación de Residuos en la fuente



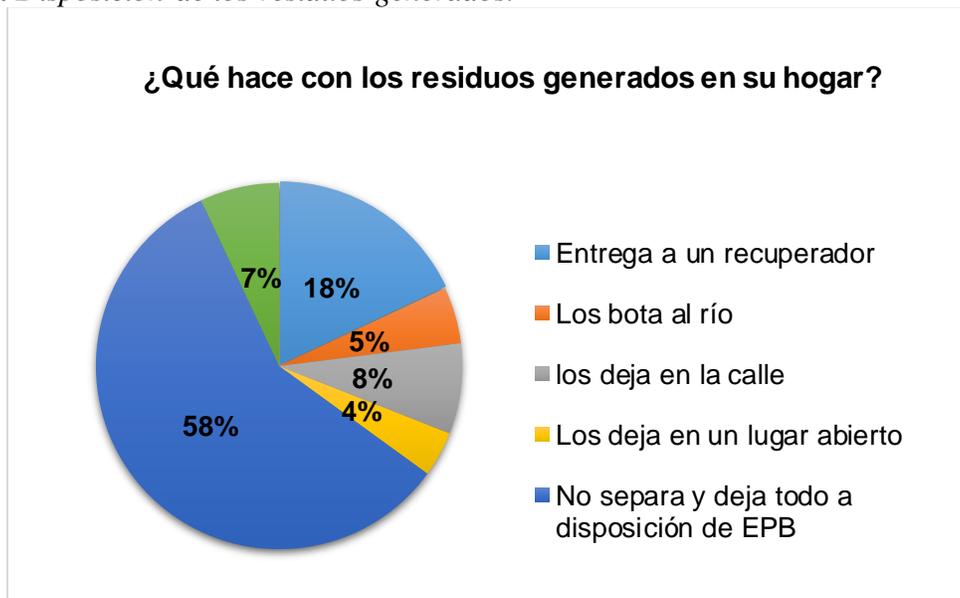
**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** El 59% de los habitantes optan por separar los desechos generados en el hogar, un 23% lo hace esporádicamente, un 2% lo hace siempre, el 17% no lo hace (grado bastante amplio) por lo que se puede concluir que, el grado de separación de los desechos resulta ser dependiente de una variabilidad; y es que, pese a que en el municipio hay una gran cantidad de personas que ejecutan la tarea de reciclaje, no están organizados como sociedad, que les permita vigorizar este sector, que constituye un actividad de vital importancia para el medio ambiente, y por ende, para los habitantes.

Algo importante a resaltar es que, quienes ejercen la labor de recuperación, lo hacen de manera independiente de la siguiente forma:

Una noche antes que pase el recolector (09:00 P.M y 02: 00 A.M), estos, abren las bolsas con todo el material, sacan lo que se puede aprovechar, y vuelven a cerrar (algunos), por lo que se riegan en las calles, o los animales también lo hacen; cuando las personas separan, estos toman la bolsa y se van. El reducir los tiempos en la recolección, permite acabar la problemática, claro está, que no se busca acabar la actividad (reciclaje), sino que, se lleve de una manera organizada

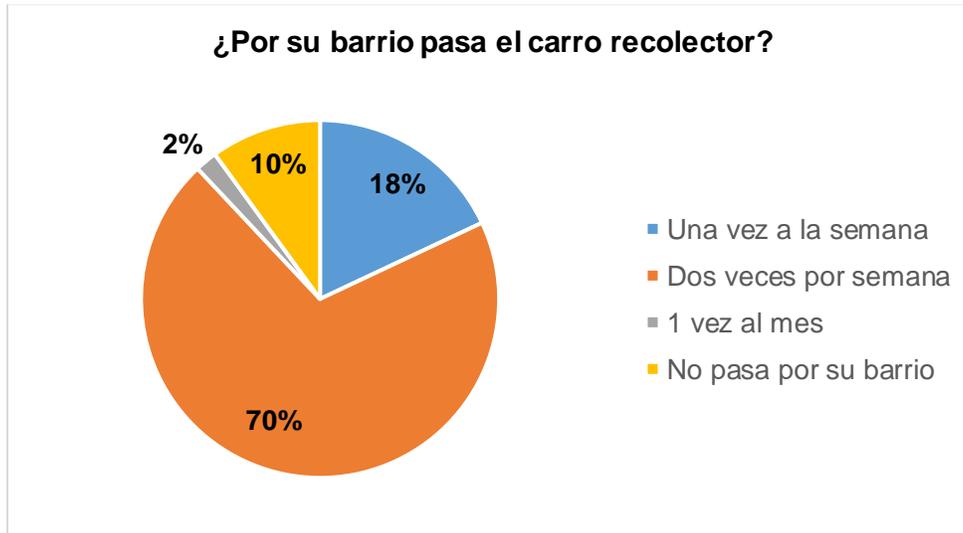
**Figura 21.** Disposición de los residuos generados.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De los resultados obtenidos (Ver. Fig. 21) se puede observar que, el 58% deja a disposición de la entidad prestadora del servicio E.P.B, los desechos generados, el 18% las entrega a un recuperador, sin embargo, el 24% hacen una mala disposición de las basuras, puesto que, el 7% los deja en zona de recreación y deporte para los niños, jóvenes y adultos, es decir, en un parque. El 4% los deja en una zona abierta, atrayendo vectores, el 5% los vierte en el río, afectando las fuentes hídricas, un 8% los deja en la calle, ocasionando el taponamiento de alcantarillas cuando llueve. Por lo anterior, es de vital importancia plantear este proyecto, enfocado a la reducción de los espacios a las problemáticas anteriormente descritas.

**Figura 22.** Frecuencia de recolección



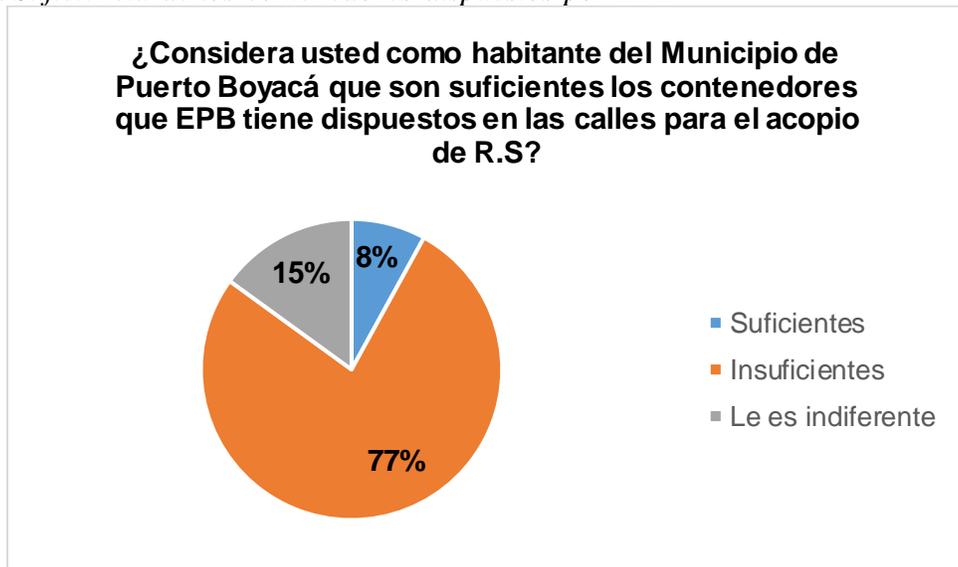
**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** En el Municipio de Puerto Boyacá se utiliza la frecuencia de recolección, dos veces por semana, sectorizando los lugares de recaudo a fin de, obtener el mayor grado de rendimiento en el acopio de todos los desechos generados dentro y fuera del Municipio, usando para ello, todo tipo de estrategias para mejorar los tiempos y ampliar la cobertura de la prestación del servicio; una de estas, es la recolección en moto-cargueros en las zonas de difícil acceso, el uso de una Chipeadora para reducir la cantidad de compactos producto de la poda de árboles, la viruta resultante de esta actividad se deja en un lote vacío, dado que, al ser un elemento degradable, no genera impactos negativos sobre el suelo. Sin embargo, de los datos arrojados (Ver. Fig. 22), se puede observar que el 10% de los encuestados aseveran que el compactador (carro recolector) no pasa por el barrio haciendo la actividad de recogida de basuras, el 2% afirman que pasa una vez al mes, el 18% confirman que pasa una vez al mes, y el 70% que pasa dos veces por semana.

Como se había mencionado en el marco teórico de este documento, la duración de las basuras es un factor importante a la hora de tener en cuenta los ruteos, ya que, a mayor tiempo, se

generan malos olores, insectos, descomposición de los residuos almacenados que terminan afectando a los integrantes del hogar, y al entorno. También, se genera un mayor volumen.

**Figura 23.** *Suficiencia de los contenedores dispuestos por EPB*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** Del gráfico (Ver. Fig. 23), se evidencia que la mayoría de encuestados consideran que en la localidad no existe la cantidad de contenedores que permitan hacer disposición de los diversos elementos generados (bolsas, empaques de dulce, comida, entre otros.) un 15% le es indiferente, y un 8% consideran que son suficientes los recipientes que se disponen en la calle para hacer el acopio de las basuras.

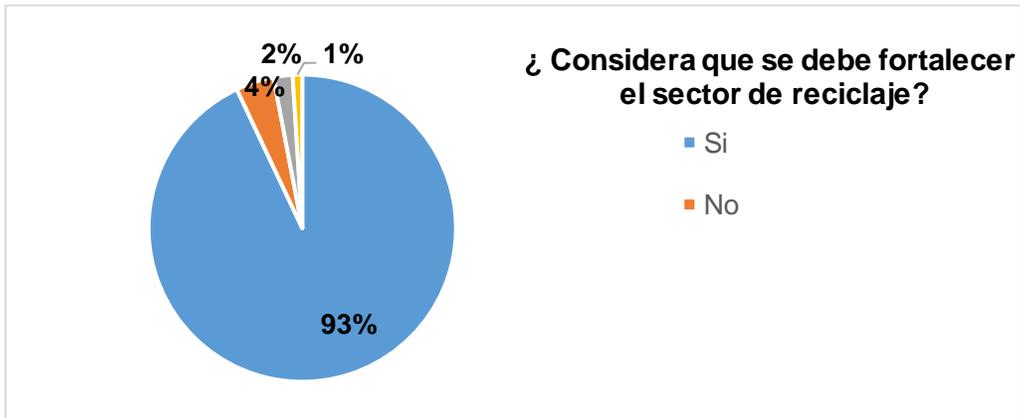
**Figura 24.** Factor que genera la acumulación de desechos en las calles de Puerto Boyacá.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** En la localidad, el recaudo de los desechos sólidos se lleva a cabo dos veces por semana, donde barrio a barrio (sectorizados) pasan los vehículos compactadores a cumplir con su función, y cuando estos se encuentran en mantenimiento son reemplazados por una volqueta, y las zonas de difícil acceso son cubiertas por un moto-carguero que hace las veces de recolector. No obstante, la falta de cobertura y las demoras en la recolección de los compacto, son los principales problemas a los que se debe enfrentar la localidad frente al servicio recibido por la organización EPB, y es que si bien, la falta de conciencia ambiental es un factor determinante dado que, existen personas (resultados) que indican que las personas optan por verter sus desechos sobre el río, parques, y lugares baldíos; el hacer una adecuada recolección y transporte de los residuos sólidos es una de las principales funciones que debe garantizar la empresa.

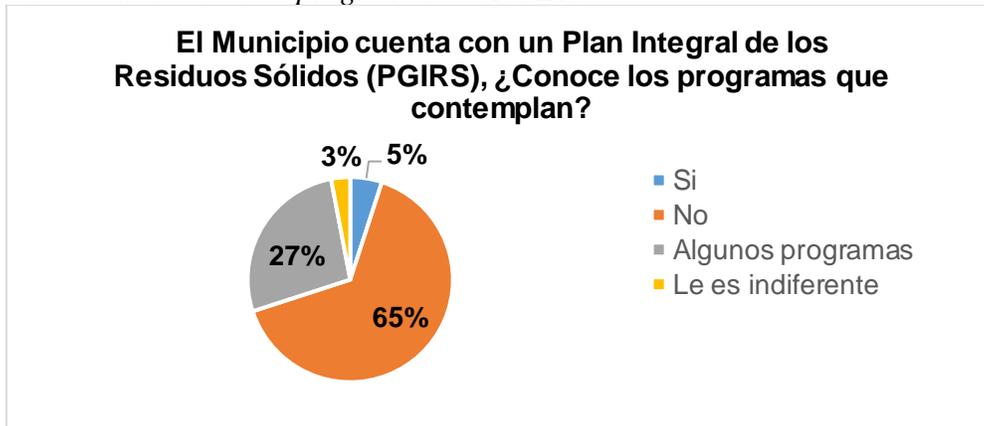
**Figura 25.** Fortalecimiento del sector reciclaje



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** El reciclaje es una actividad que genera un impacto positivo sobre el medio ambiente, a su vez, se constituye como una actividad económica que le permite a las personas que ejercen la labor, suplir sus necesidades básicas. El 93 % de los habitantes consideran que se debe vigorizar en la municipalidad, dado que, a la fecha, las personas que lo ejercen lo hacen de manera individual, y sin ningún tipo de protección o cuidado estatal, es decir, no está constituido en sociedad, de modo tal, que se convierta en una entrada a la generación de empleo y de cuidado ambiental. El 1% no está de acuerdo, el 2% consideran que Tal vez se debe hacer, y solo el 1% le es indiferente.

**Figura 26.** Conocimiento de los programas del PGIRS

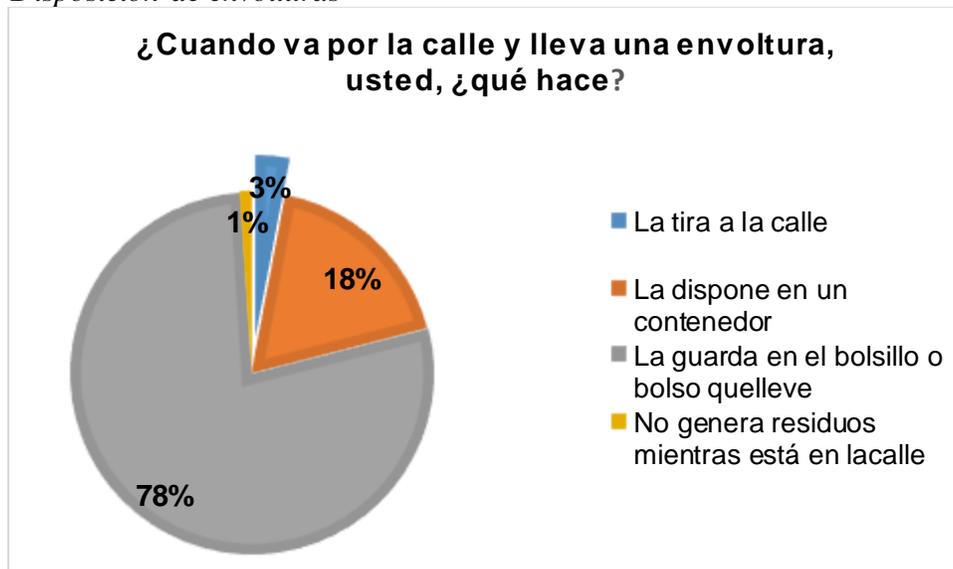


**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** El Municipio cuenta con un Plan Integral de Residuos sólidos, sin embargo, la mayoría de encuestados no conocen los programas que contempla este plan para el cuidado y conservación ambiental; solo un 27% tienen conocimiento de algunos, el 5% los conocen, y el 3% le es indiferente.

Pese a que son diversas las campañas que se ejecutan por EPB, y la socialización de los planes de intervención social y ambiental, la comunidad desconoce los programas que se ejecutan no sólo para garantizar la prestación del buen servicio, sino, para preservar el medio, generar conciencia ambiental y hacer un adecuado transporte y disposición final de los residuos sólidos generados en la localidad.

**Figura 27.** Disposición de envolturas



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De los resultados obtenidos en la Fig. 27., se puede concluir que, los ciudadanos buscan no desechar las envolturas a la calle, y que optan por estrategias como, guardarlas en el bolsillo, pese que a existe ese 78% que lo hace. existe ese 3% que opta por tirarlas a la calle, agudizando el problema de contaminación y aumentando la probabilidad de que estas vayan a parar a las rejillas de las alcantarillas, y posteriormente con la lluvia, estas colapsen. El 18% hace la disposición en los contenedores, aquellos que la propia comunidad establece en lugares de comercio, en las aceras de sus viviendas, a fin de, evitar que, las personas las tiren directamente al suelo. El 1% de los encuestados, afirman no generar compactos cuando está fuera de su morada.

**Figura 28.** *Apreciación ciudadana de las tarifas de aseo y alcantarillado*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

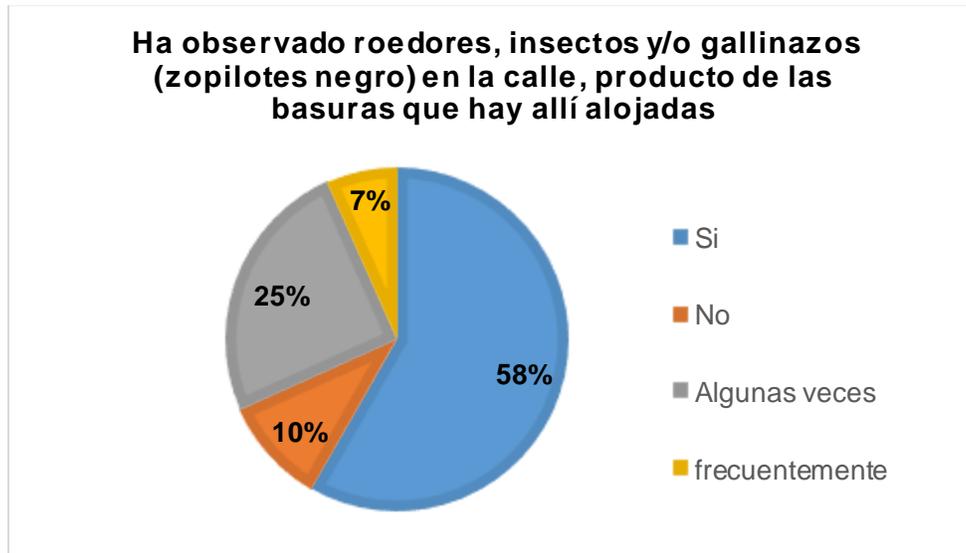
**Descripción:** Las tarifas de aseo y alcantarillado están regulados por la ley 142 de 1994, con la cual se establecieron tres modelos de regímenes de regulación: Libertad regulada, libertad vigilada, y el régimen de libertad. “*De acuerdo con las características del mercado nacional en el tema de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y ordinario de aseo. Esta comisión adopto el régimen, la tarifa es fijada por la Junta Directiva de la empresa o por el alcalde cuando el servicio es prestado por el municipio, siguiendo las metodologías establecidas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)*” (CRA, 2002, p. 3)

De los resultados obtenidos se puede concluir que, la mayoría de personas consideran que las tarifas de aseo y alcantarillado no son acorde a la prestación del servicio representados en un 62% de los encuestados; un 20% consideran que “tal vez” sea acorde al servicio prestado, a un 3% le es indiferente, y un 15% está de acuerdo con el cobro del servicio.

El agua del Municipio de Puerto Boyacá, es extraída de pozos, por lo que se debe emplear energía, generando un costo adicional en el costo servicio. Adicional a lo anterior, la energía es

revendida, es decir, es adquirida por EBSA (Empresa de Energía de Boyacá S.E.A., ESP) de EPM (Empresas Públicas de Medellín y Colombia).

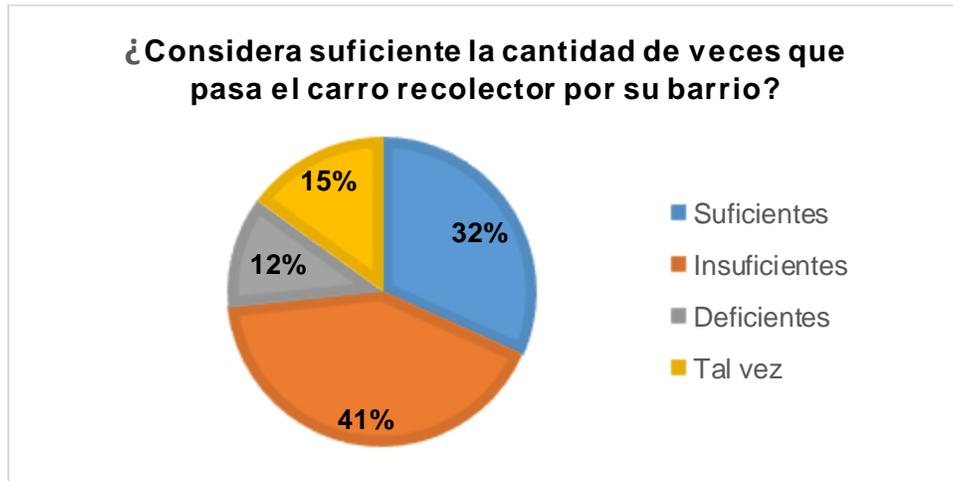
**Figura 29.** Evidencia de los habitantes de animales producto de las basuras



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** Un 58% de los pobladores han evidenciado roedores, insectos, zopilotes negros o también llamados “gallinazos”, producto de las basuras acumuladas en los terrenos baldíos, en las calles poco frecuentadas o de menos población. Es decir, que el 90%, entre “sí”, “algunas veces” y “frecuentemente”, han evidenciado animales, producto de la acumulación de basuras en lugares baldíos y públicos del municipio. Por lo anterior, es de suma importancia optimizar los tiempos en la recolección de Residuos sólidos, a fin de, evitar este tipo de situaciones.

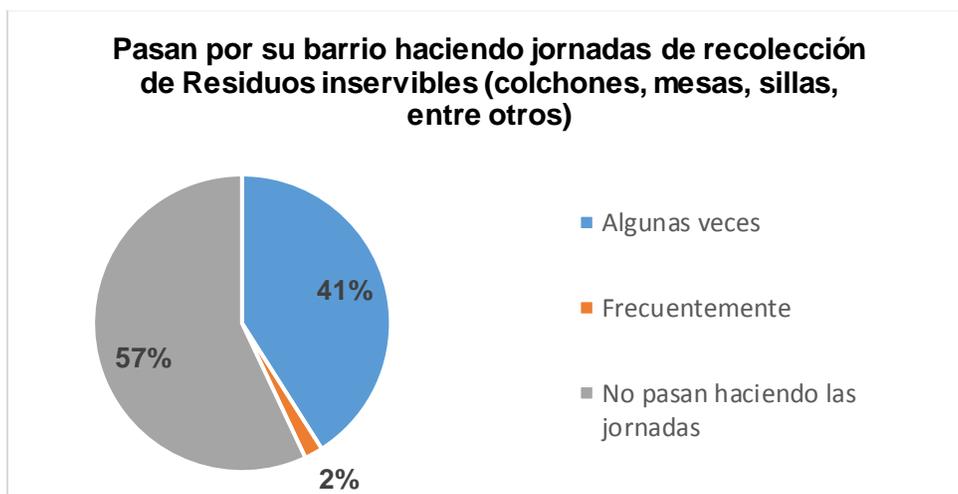
**Figura 30.** *Apreciación ciudadana frente a la frecuencia de recolección de basuras*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De acuerdo con, los datos obtenidos de la **Fig. 30**, la cantidad de veces que el carro recolector pasa no son suficientes, un 12% considera deficientes la frecuencia, y, por ende, pequeñas porciones optan por botar los elementos inservibles a lugares vacíos, a los ríos, generando contaminación. Un 32% consideran suficientes la cantidad de veces que el carro recolector pasa por los barrios de Puerto Boyacá haciendo la labor de recolección

**Figura 31.** *Frecuencia de jornadas de recolección de inservibles*

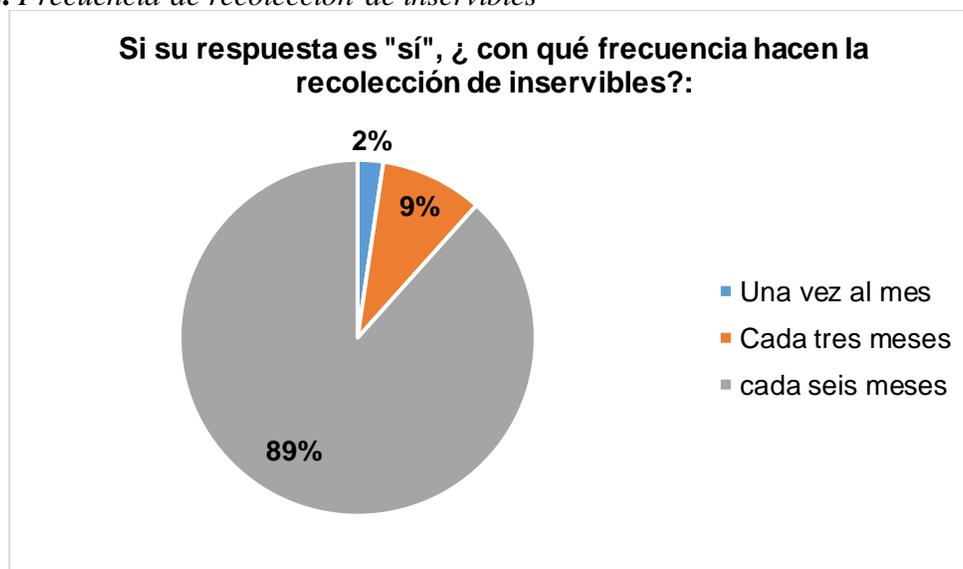


**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** El 57% de los encuestados afirman que las jornadas de recolección de residuos inservibles como: Colchones, camas, escritorios, etc., no se efectúan, y un 41% exponen que “algunas veces” pasan haciendo dichas jornadas, y el 2% afirman que “frecuentemente” lo hacen.

Las jornadas de recolección de inservibles son de suma importancia, dado que, permite a los usuarios (habitantes de Puerto Boyacá), desechar todo aquello que ya no les es útil y que no se les puede dar un segundo uso, de esta forma, se evitará que vayan a parar a las principales vías de la localidad.

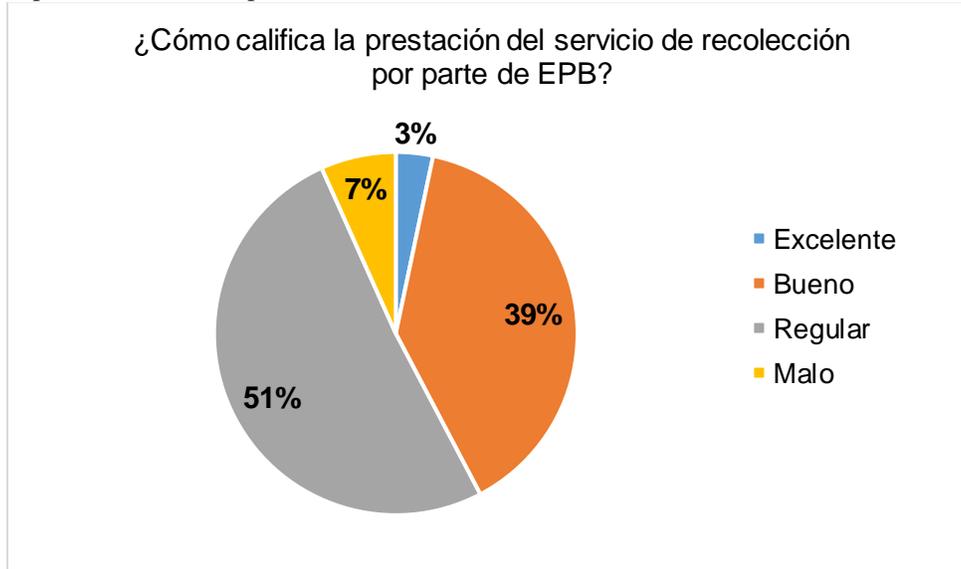
**Figura 32.** Frecuencia de recolección de inservibles



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** De los datos obtenidos, se evidencia que, las personas que afirman que el servicio de recolección si se lleva a cabo (43%). (Ver. Fig. 31)., el 89% afirman que cada seis meses se presta el servicio, un 9% expresan que cada tres meses, y un 2% afirman que una vez al mes.

**Figura 33.** *Apreciación de la prestación del servicio*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Forms

**Descripción:** La apreciación que tiene los ciudadanos del área urbana del municipio de Puerto Boyacá, frente a la empresa prestadora del servicio de acueducto, aseo y alcantarillado es malo en un 7%, un 51% de la población muestra consideran que es “regular, un 3% lo evidencian como “excelente” y un 39% consideran la asistencia “bueno”.

Partiendo de los resultados anteriores, la prestación del servicio debe mejorarse en el tiempo empleado para llevar a cabo la recolección, dado que, no hay un horario fijo de recolección.

#### **4.3 Descripción de los vehículos**

Actualmente, la localidad cuenta con dos vehículos compactadores de placas OXW-005 Y OWX-006, cuya capacidad es de  $17\text{yd}^3$ , estos, fueron adquiridos el año 2007, y cumplieron el ciclo de vida útil en el año 2017 (10 años), de acuerdo con, lo estipulado en las normas internacionales contables para el sector público.

Para la recolección de basura en las zonas de difícil acceso, se hace la contratación particular de un Moto Carguero, adicional al que, adquirió E.P.B., en el año 2019, a fin de, para generar un impacto ambiental y paisajístico en los puntos críticos de residuos sólidos ubicados en el Municipio. Cuando, el vehículo compactador no hace el recorrido, este es reemplazado por una volqueta de placas, OWX 009; cabe resaltar que, esta alternativa genera mayor gasto y atrasos en el recaudo de los desechos. A continuación, se ilustra dichos vehículos

**Figura 34.** Moto carguero E.P.B



**Fuente:** E.P.B. (2019). Ilustración del Motocarguero. [Figura]. Recuperado de: <http://www.epb-puertoboyaca-boyaca.gov.co/noticias/moto-carguero>

**Figura 35.** MotoCarguero adecuado para la recolección de R.S



**Fuente:** E.P.B. (2019). Ilustración del Motocarguero. [Figura]. Recuperado de: <http://www.epb-puertoboyaca-boyaca.gov.co/noticias/moto-carguero>

**Figura 36.** Carro compactador E.P.B.



**Fuente:** E.P.B. (2019). Ilustración del carro compactador de residuos sólidos. [Figura]. Recuperado de: <http://www.epb-puertoboyaca-boyaca.gov.co/noticias/moto-carguero>

#### **4.4 Generación de la alternativa para la mejora del sistema de recolección**

El crecimiento poblacional influye de manera directa en el aumento de residuos sólidos; a mayor número de habitantes, mayor número de desechos generados, por ello, es necesario establecer planes de contingencia que permitan disminuir el impacto de estos sobre el medio ambiente, y los humanos, y ¿cómo se puede lograr?; a través de diversas estrategias que permitan que el ciudadano aprenda a separar en la fuente, y a reconocer la envergadura del cuidado de la naturaleza.

La consumación del procedimiento se realiza hincado en los resultados del levantamiento de información adquirida del Plan de Manejo de Residuos Sólidos (PGIRS) que se tiene en el municipio de Puerto Boyacá, y las distintas herramientas de diseño. Partiendo de lo anterior, se toma la determinación de ejecutar la proposición de utilización de residuos con un planteamiento que posibilita crear la trayectoria de esta operación a seguir y efectuar la asignación de procedimientos para lograr el cumplimiento de las actividades en un tiempo óptimo, con mínimos en los estimados de costos; logrando adecuados niveles de calidad.

En la optimización en el sistema de recolección residuos sólidos, se generan los siguientes procesos orientados a mitigar y prevenir los problemas de carácter ambiental con el propósito de un desarrollo sostenible y un ambiente sano.

#### ***4.4.1 Adquisición de un nuevo vehículo compactador para la recolección de Residuos sólidos.***

*4.4.1.1 Identificación del problema:* Deficiencia en la recolección de los residuos sólidos en la zona urbana.

En el Municipio de Puerto Boyacá, es de vital importancia el tema de salud pública y el tema ambiental, que va directamente relacionado, con la recolección de residuos en el mismo. Esto conlleva a que la administración municipal tome las acciones pertinentes para el mejoramiento en la prestación del servicio de aseo, debido a que en el momento no se cuenta con las herramientas necesarias para un óptimo desarrollo de la labor de recolección.

La basura deriva de la forma de vida de la población, como sus costumbres, hábitos alimenticios y controlan el medio ambiente, esto producto de las actividades humanas algunas veces puede producir malos olores, ser repugnante o indeseable pero los hombres en su mayoría no son conscientes del impacto que produce la basura en el medio ambiente, ya que la acumulación de residuos domésticos sólidos constituye hoy en día un problema agobiante en el país.

El aumento de la población, junto al desarrollo del proceso de urbanización y la demanda creciente de bienes de consumo, intensidad de la propaganda y publicidad, determina un aumento incesante del peso y volumen de los desechos producidos; las características principales de los desechos sólidos son: la densidad, grado de humedad, el contenido en materiales combustibles o propios para la preparación de fertilizantes y el valor térmico.

La contaminación por generación de basura, desechos y residuos sólidos es un problema que cada día se incrementa más y más y que necesita una solución urgente, solución en la que trabajan una inmensa cantidad de personas que han tomado conciencia de lo grave de la situación y de que no se puede esperar más tiempo para resolverla. El volumen de basura, desechos o residuos sólidos es gigantesco por lo que gran cantidad de países llegan, inclusive, a exportar la basura. Sin embargo, se sigue enfrentando el grave problema de la progresiva contaminación del medio ambiente, ocasionado fundamentalmente por la inadecuada e ineficiente disposición final de los residuos sólidos.

A continuación, se relaciona la imagen del vehículo compactador como alternativa.

**Figura 37.** *Compactador T-370*



**Fuente:** Kenworth. (s.f.). Ilustración compactador T-370 [Figura]. Recuperado de: <https://kenworthcolombia.com/vehiculos/compactador/t370#informaci%C3%B3n>

**Figura 38. Ficha técnica compactador T-370**

Motor	Eje trasero	Eje delantero	Llantas	Caja compactadora	Chasis	Caja de velocidades
<b>Cummins:</b> ISB 6.7E4225 222@250 0 627 @1200 EURO 4	<b>Eje:</b> Sencillo 26 Klb RS26-185 Relación ejes traseros 5.38:1  <b>Frenos:</b> Sistema frenos ABS Bendix 4s/4m.  <b>Campanas:</b> Hierro.  <b>Raches:</b> Autoajustables  <b>Suspensión:</b> Mecánica Reyco 79KB 26 Klb	Eje: Meritor MFS 13 plus 13.2K  Frenos: Neumáticos Méritor 14.6 K, 16.5x5 Maza hierro  Campanas: Hierro  Raches: Autoajustables  Suspensión: Muelles sección variable, incluye amortiguadores  Capacidad: 13.2Klb  Caja de dirección: Hidráulica de engrases sencillos	<b>Llantas delanteras:</b> GOODYEAR G751 MSA 12R22.5 16 PR.  <b>Llantas traseras:</b> MICHELIN X WORKS Z 12R22.516PR  <b>Rin disco trasero:</b> (4) En acero Acurríde 22.5 x 8.25  <b>Rin disco delantero:</b> (2) En acero acurríde 22.5 x 8.25  <b>Rin de repuesto:</b> (1) En acero acurríde 22.5 x 8.25	<b>Caja trasera:</b> Elíptica  <b>Capacidades:</b> : 16 o 17 yd <sup>3</sup> y Tolva de 3.0 yd <sup>3</sup> .  <b>Opcional:</b> Caja trasera USIMECA 16YD  <b>Opcional:</b> Caja trasera FANALCA	<b>Bastidor:</b> Acero termotratado 10-5/8" 308plg  <b>Bómpfer:</b> Aerodinámico pintado  <b>Tanque de combustible:</b> Diámetro 22plg aluminio 284 L o 75 G, tras cabina  <b>Caja de batería:</b> Base acero/Tapa al diamantado  <b>Tanque Def:</b> Redondo, capacidad 11 gal EURO 4/5	<b>Caja:</b> Fuller FS6406A directa 9 velocidades.  <b>Embrague:</b> : Fuller 14" 861/p cerámico  <b>Cardán:</b> 2 flechas cardán 1710 con puente balero.

**Fuente:** Kenworth. (s.f.). Ilustración ficha técnica compactador T-370 [Figura]. Recuperado de: <https://kenworthcolombia.com/vehiculos/compactador/t370#informaci%C3%B3n>

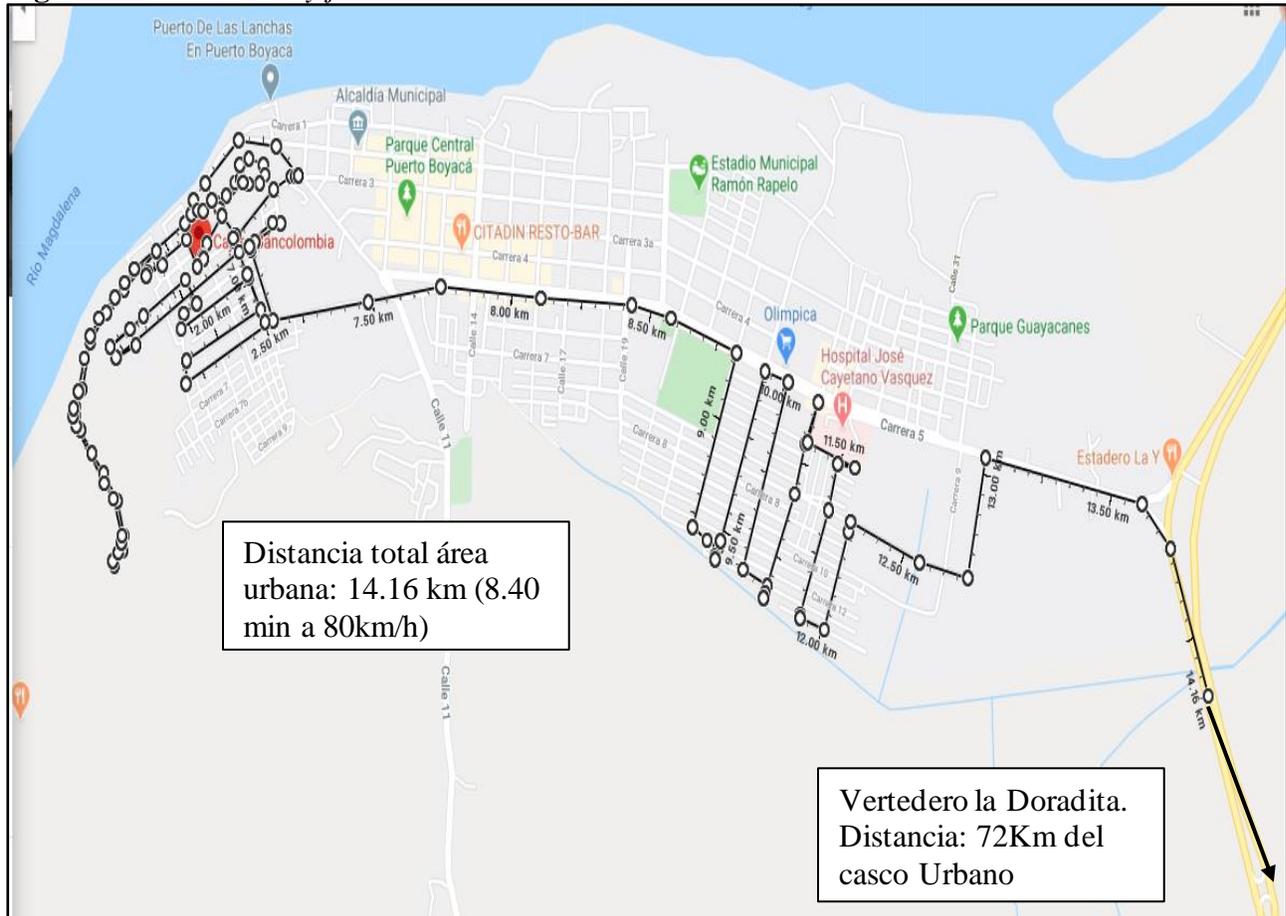
#### 4.4.2 Planteamiento de rutas optimizadas

4.4.2.1 *Recorrido lunes y jueves.* Mediante el uso del algoritmo de la ruta más corta, se proponen las siguientes rutas que permiten la optimización del tiempo empleado en las rutas de

recolección, cuyo propósito radica en eliminar el problema de atrasos que generan una serie de desmanes de carácter social y ambiental.

A continuación, se relaciona el mapa de rutas su respectivo análisis de disminución de tiempos en dicha actividad; para lo cual se empleó, la herramienta de Excel, Solver, y su bosquejo (medidas, trazos) a través de, la herramienta de mapeo y localización “Google MAPS”. Debido al extenso tamaño del mapa, se anexa el archivo denominado “Ruteo optimizado lunes y jueves” (Ver. Anexo. 1).

**Figura 39. Ruta Lunes y jueves.**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

**Tabla 11. Comparativa de las rutas-lunes y jueves.**

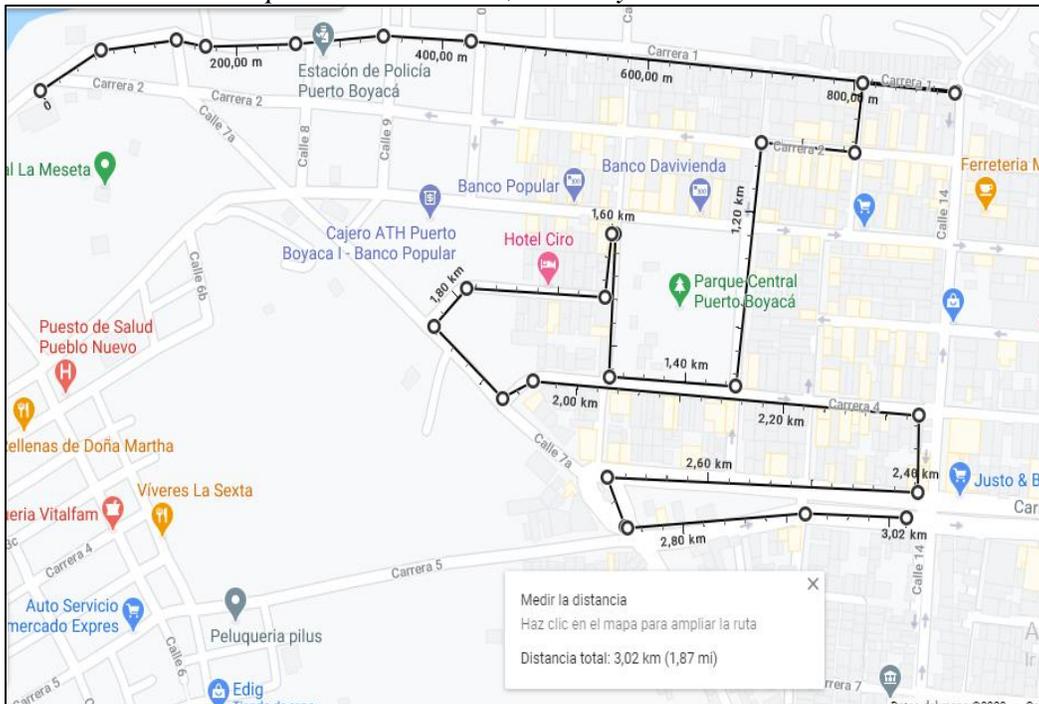
Vehículo compactador: OWX005 y 0W006				
	Punto y hora de inicio	Punto y hora de finalización	Tiempo de desplazamiento y km recorridos	Recorrido total
<b>Ruta actual</b>	Carrera 3-calle 11 (04:00 A.M)	Carrera 3 <sup>a</sup> -Calle 24 (09:00 A.M)	5 horas en el área urbana (18.32 km). Del casco urbano al vertedero: 2 horas (72 km)	Área urbana: 18.32 km. Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero: 72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 162.32 km.
<b>Ruta propuesta</b>	Carrera 3 #5-77 (04:00 A.M)	Carrera 7b #28-22 a 28-28 (08:00 A.M., en promedio)	Por regla de tres: 5h → 18.32 km X → 14.36 km X= $14.36\text{km} \cdot 5\text{hr} / 18.32\text{km} = 3.86$ hr ≈ 3.9 horas El Nuevo recorrido propuesta en el área urbana es de, 3.9 horas a 4 horas, con un recorrido de: 14.16 km	Área urbana: 14.36 km Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero: 72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 158.36 km.

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se relaciona el mapa de rutas correspondiente a los martes y jueves (**Ver. Fig. 40**) con la respectiva tabla comparativa (**Ver. Tabla 12**) que muestra los respectivos recorridos que se efectúan actualmente, y los propuestos para obtener la reducción de los tiempos empleados en el ruteo.

Para llevar a cabo la optimización de rutas se empleó el método de la ruta más corta y la herramienta de Excel “Solver”, donde a su vez, se realiza el bosquejo de las rutas (medidas, trazos) a través de, la herramienta de mapeo y localización “Google MAPS”; a fin de, realizar la respectiva comparativa expuesta; Debido al extenso tamaño del mapa, se anexa el archivo denominado “Ruteo optimizado martes y viernes” (**Ver anexo. 2**)

**Figura 40.** Ruteo carro compactador OWX005, martes y viernes



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

**Figura 41.** Ruteo carro compactador OWX006-martes y viernes



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

**Tabla 12. Comparativa del martes y viernes**

<b>Recorrido del vehículo compactador: OWX005 y 0W006</b>						
<b>Vehículo</b>	<b>Punto y hora de inicio</b>		<b>Punto y hora de finalización</b>		<b>Tiempo de desplazamiento y recorridos</b>	<b>de km Recorrido total</b>
<b>OWX005</b>	Carrera 1-calle (04:00 A.M)	7-07	Carrera 5-Calle 14 (08:00 A.M)	5-14	4 horas en el área urbana (16.3 km). Del casco urbano al vertedero: 2 horas (72 km)	Área urbana: 16.3 km. Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 160,3 km.
<b>OWX006</b>	Carrera 3-calle (11:30 A.M.)	7A	Calle 9-carrera 3B (03:30 A.M)	9-3B	4 horas en el área urbana (16.3 km). Del casco urbano al vertedero: 2 horas (72 km)	Área urbana: 16.3 km. Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 160,3 km.
<b>Ruta propuesta OWX005</b>	Carrera 1-calle (04:00 A.M)	7-07	Carrera 5-calle 14 (06:30 A.M.)	5-14	Por regla de tres: 4h → 5.4 km X → 3.2 km $X = 3.2 \text{ km} * 4 \text{ hr} / 5.4 \text{ km} = 2,3 \text{ hr} \approx 2.5 \text{ horas}$ El Nuevo recorrido propuesta en el área urbana es de: 2.3 a 2.5 horas	Área urbana: 5.4 km Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 149.4km. Duración total del recorrido de la ruta 0WX005 es de 4.5 horas (recorrido urbano+ recorrido hasta el vertedero)
<b>Ruta propuesta OWX006</b>	Carrera 3-calle 5 (11:30 A.M)	7A	Carrera 5-calle 9 (02:30 A.M)	5-9	Por regla de tres: 4h → 14.9 km X → 10.9 km $X = 10.9 \text{ km} * 4 \text{ hr} / 14.9 \text{ km} = 2,9 \text{ hr} \approx 3 \text{ horas}$ El Nuevo recorrido propuesta en el área urbana es de: 3 horas	Área urbana: 10.9km Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 154.9km. Duración total del recorrido de la ruta 0WX005 es de 5 horas (recorrido urbano+ recorrido hasta el vertedero)

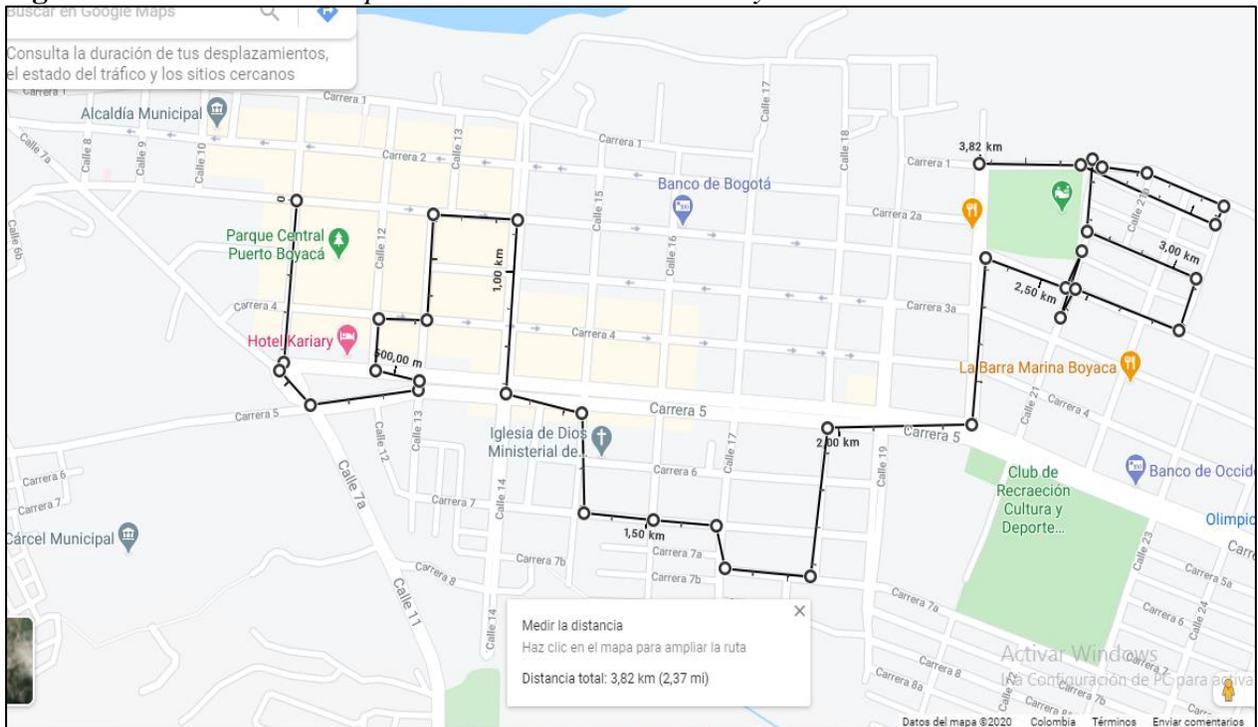
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 42. Ruteo carro compactador OWX 005 miércoles y sábado**



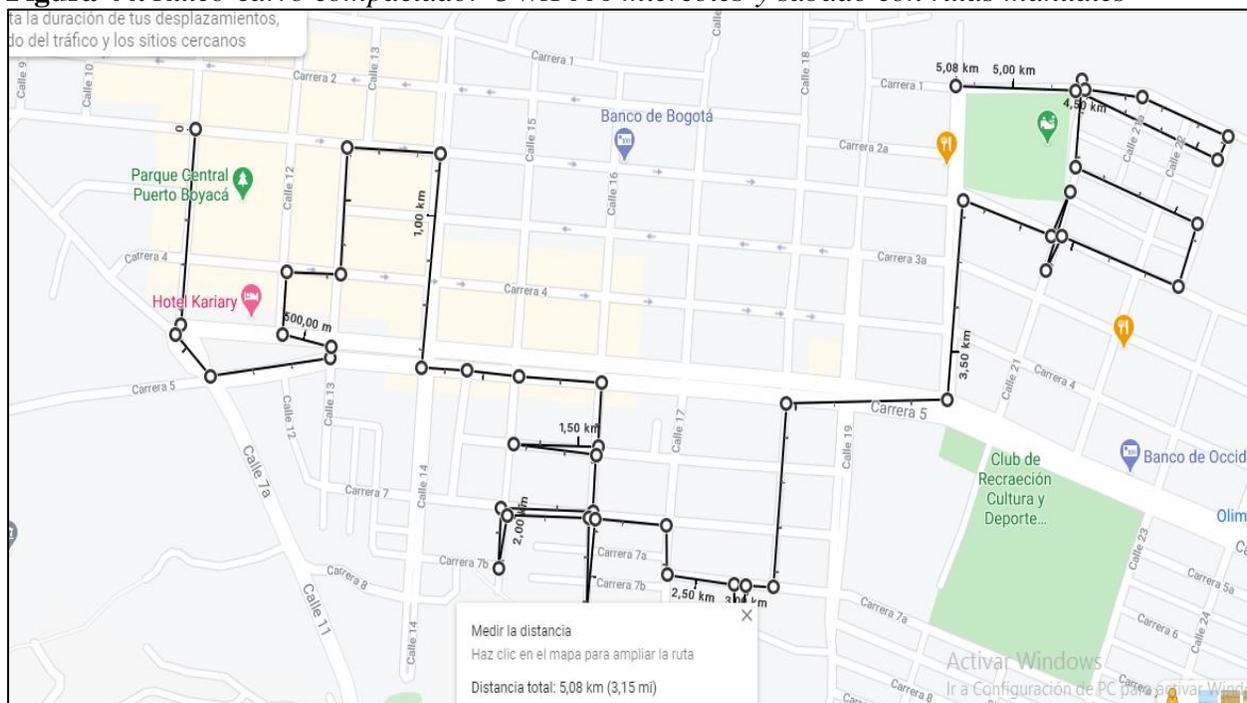
**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

**Figura 43. Ruteo carro compactador OWX 006 miércoles y sábado**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

**Figura 44. Ruteo carro compactador OWX 006 miércoles y sábado con rutas manuales**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la herramienta Google Maps, 2020.

Para llevar a cabo la optimización de rutas del miércoles y sábado se empleó el método de la ruta más corta y la herramienta de Excel “Solver”, donde a su vez, se realiza el bosquejo de las rutas (medidas, trazos) a través de, la herramienta de mapeo y localización “Google MAPS”; a fin de, realizar la respectiva comparativa expuesta; Debido al extenso tamaño del mapa, se anexa el archivo denominado “Ruteo optimizado martes y viernes” (**Ver anexo. 3**)

**Tabla 13. Comparativa de miércoles y sábado**

Recorrido del vehículo compactador: OWX005 y 0W006				
Vehículo	Punto y hora de inicio	Punto y hora de finalización	Tiempo de desplazamiento y km recorridos	Recorrido total
<b>OWX005</b>	Carrera 3-calle 11 (04:00 A.M)	Carrera 5-Calle 20 (08:00 A.M)	4 horas en el área urbana (7,4 km). Del casco urbano al vertedero: 2 horas (72 km)	Área urbana: 7,4km. Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 151,4 km.

				Duración total del recorrido de la ruta 0WX005 es de 4 horas (recorrido urbano+2 recorrido hasta el vertedero)
<b>OWX006</b>	Carrera 5-calle 20 (11:30 A.M.)	Carrera 12, calle 27 (03:00 A.M)	4 horas en el área urbana (6,8 km). Del casco urbano al vertedero: 2 horas (72 km)	Área urbana: 6,8 km. Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 150,8 km. Duración total del recorrido de la ruta 0WX006 es de 4 horas (recorrido urbano+2 recorrido hasta el vertedero)
<b>Ruta propuesta</b>  <b>OWX005</b>	Carrera 3-calle 11 (04:00 A.M)	Carrera 5-calle 20 (07:30)	Por regla de tres:  4h → 7.4 km X → 6,4 km X= $\frac{6,4 \text{ km} \times 4 \text{ hr}}{7.4 \text{ km}} = 3.45 \text{ hr}$ ≈3.5 horas El Nuevo recorrido propuesta en el área urbana es de: 3.45hr a 3.5 horas	Área urbana: 7,4 km Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 151.4km. Duración total del recorrido de la ruta 0WX005 es de 5.5 horas (recorrido urbano+ recorrido hasta el vertedero)
<b>Ruta propuesta</b>  <b>OWX006</b>	Carrera 3-calle 5 (04:00 A.M)	Carrera 5-calle 9 (07:00 A.M)	Por regla de tres:  4h → 6,8 km X → 3.8km X= $\frac{3.8 \text{ km} \times 4 \text{ hr}}{6.8 \text{ km}} = 1.03 \text{ hr}$ ≈3 horas El Nuevo recorrido propuesta en el área urbana es de: 1,03 horas	Área urbana: 3,8km Área urbana (salida del Municipio) hasta el vertedero:72 km ida+72 km vuelta =144 km Velocidad: 40km/h Recorrido total: 147,8km. Duración total del recorrido de la ruta 0WX005 es de 3,03 horas (recorrido urbano+ recorrido hasta el vertedero)

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.3 Plan de mantenimiento de los vehículos compactadores.

4.4.3.1 *Contexto operacional.* Para compensar el desgaste de los vehículos, ocasionados por el almacenamiento de los desechos sólidos con diferentes compuestos físicos y químicos; se propone el siguiente plan de mantenimiento con el que se busca, aumentar la duración de la vía

útil de los vehículos compactadores, y mejorar la prestación del servicio. En el adjunto (**Ver. Anexo 5**) se relaciona los indicadores relevantes de mantenimiento.

**Tabla 14.** *Contexto operacional*

Componente		Descripción
1	¿Cuáles son las funciones del equipo crítico?	Almacenamiento de los residuos sólidos recolectados en la localidad de Puerto Boyacá, y desplazamiento de los mismos al vertedero LA Doradita
2	¿De qué forma puede fallar?	Atascamiento de los residuos, fallas mecánicas, eléctricas (batería) daño de llantas (pinchar), falla hidráulica (mangueras), falla humana.
3	¿Qué causa que falle?	Falta de mantenimiento preventivo, revisión, inspección diaria, mal uso, mal hecho los mantenimientos, desgaste del vehículo, repuestos deficientes, componentes en mal estado (oxidados, con tela), materiales de mala calidad, fallas humanas.
4	¿Qué sucede cuando falla?	Retraso en los tiempos de recolección, pérdida de funcionamiento del vehículo (utilidad), pérdida de tiempo, desgaste de la máquina, gastos materiales, mano de obra, económico.
5	¿Qué ocurre si falla?	Se detiene la recolección de residuos sólidos
6	¿Qué se puede hacer para prevenir el fallo?	Realizar mantenimiento periódico a la maquina
7	¿Qué sucede si no puede prevenirse el fallo?	El vehículo puede perder su funcionalidad, inversión de dinero, tiempo de reparación

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 15.** *Plan de mantenimiento.*

Plan de mantenimiento														
Elemento: Recolectar y compactar residuos.							Fecha:			18-ago-20				
Componente: Vehículo compactador							Realizado:			Janner Galeano				
Empre sa	Empresas Públicas de Puerto Boyacá. (EPB)													
Ítem	Tarea a realizar	Frecuen cia	Responsa ble	MES										
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N

1	Inspección semanal Vehículo compactador: Crucetas, cardán, estado de correas, Hodómetro, inspección de aceite hidráulico, de la diferencial (transmisión), terminales de dirección (de ser necesario programar cambio), ruidos anormales, fugas, estado de mangueras de aire y fluidos, calibración de llantas, aseo general del vehículo (lavado) y combustibles, inspección eléctrica.	S	Técnico Mecánico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Mantenimiento del vehículo compactador: Cambio de filtro de aceite, aire, de refrigerante, combustible, empaques, aceites, completamiento de refrigerante (cambio de ser necesario), calibración de frenos, verificación caja de cambios, inspección de la caja angular, anclajes, fugas, correa del alternador, estado de sellos; completamiento de aceite o cambio de ser necesario	M	Técnico Mecánico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Lubricación (engrase general del equipo), cambio de filtro de aceite, aire,	C	Técnico Mecánico						X					X

	agua, combustible.																
4	Tomar voltaje de batería (preferiblemente cambio), inspección de temperaturas, alineación del vehículo, calibración de frenos, lubricación y engrase de todos los puntos pintura.	A	Técnico Mecánico														X
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>ESTADO DE TAREAS</b>		<b>FRECUENCIA TAREA</b>													
		PROGRAMADA O		D-DIARIA				S.SEMANAL				M-MENSAUAL					
		CUMPLIMIENTO		T-TRIMESTRAL				C-CUATRIMESTRAL				A-ANUAL					

**Fuente:** Elaboración propia

4.4.3.2 *Recursos necesarios para llevar a cabo el Mantenimiento.* A continuación, se relaciona el cronograma propuesto para realizar las actividades preventivas para el correcto funcionamiento del vehículo, y acrecentamiento de la vida útil del compactador.

**Tabla 16.** *Cronograma de mantenimiento*

<b>Programa de mantenimiento</b>	
<b><i>Inspecciones de rutina semanal</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hodómetro</li> <li>Verificar nivel y la condición del aceite</li> <li>Verificar nivel y la condición del combustible</li> <li>Inspección bomba inyección que haya ruidos ni fugas</li> <li>Inspección de inyectores.</li> <li>Inspección de temperaturas</li> </ul>	<b><i>Mantenimiento de cada (1000 horas)</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de combustible y/o cambio</li> <li>Hodómetro</li> <li>Cambio y/o completamiento aceite.</li> <li>Lubricación de inyectores</li> <li>Cambio de refrigerante</li> </ul>
<b><i>Inspecciones mantenimiento semestral (5000 horas)</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar hodómetros</li> <li>Inspección de temperaturas</li> <li>Inspección de combustible y/o cambio</li> </ul>	<b><i>Inspecciones anuales (10000 horas)</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar hodómetro</li> <li>Cambio de filtros (combustible, aceite, aire y separador)</li> <li>Cambio de aceite y/o lubricantes</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de inyectores y/o lubricación</li> <li>• Cambiar aceite cada 3 meses (2000 horas) en caso de cualquier condición que pudiese contaminar o degradar el aceite, cambiar de inmediato.</li> <li>• Cambio de filtró</li> <li>• Lavado de radiador y/o cambio de refrigerante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retorqueo de tornillería</li> <li>• Inspección de batería y/o agua, voltaje y limpieza terminales</li> <li>• Lavado de radiador y/o cambio de refrigerante</li> <li>• Inspección de fugas de agua, combustible, aceite</li> <li>• Limpieza general del equipo.</li> <li>• Pruebas de encendido</li> <li>• Cambio de piezas si se requiere.</li> <li>• Inspección de inyectores</li> <li>• Inspección de temperaturas</li> </ul>
<p><b>Algunos lubricantes aceptables son:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite 15w40 Terpel</li> </ul> <p><b>Materiales y/o consumibles:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite 15w40 Terpel</li> <li>• Filtro Aceite 1R-1808 Caterpillar</li> <li>• Filtro Separador 326-1644 Caterpillar</li> <li>• Filtro Combustible 175-2949 Caterpillar</li> <li>• Filtro Aire 131-8822 Caterpillar</li> <li>• Trapos limpios</li> <li>• Jabón biodegradable CRC</li> <li>• Refrigerante Caterpillar</li> <li>• Agua destilada para Batería</li> </ul>	<p><b>Herramientas requeridas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves</li> <li>• Destornillador</li> <li>• Eslinga de levantamiento</li> <li>• Martillo de goma</li> <li>• Alicata de agarre automático</li> <li>• Llaves Allen</li> <li>• Micrómetro</li> <li>• Agentes de limpieza</li> <li>• Calibrador de espesores</li> <li>• Llave para filtros</li> <li>• Llaves mixtas</li> <li>• Martillo</li> <li>• Llave para tubo de 16"</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17.** *Estimado de costos de mantenimiento*

Estimado de costos					
<b>Organización:</b> Empresas Púlicas de Puerto Boyacá.		<b>Equipo:</b> Carro compactador de Residuos sólidos		<b>Proceso:</b> Recolección y compacto de R.S.	
Tipo de avería	Falla	Acción de mejora	Requerimiento para solucionar esa falla	Costo unitario	Costo total
<b>Correctivo</b>	Falla bomba Inyección	Cambia por uno en buenas condiciones (nuevo), se arma de nuevo, normaliza el sistema y realizan pruebas funcionales	2 técnico mecánico	\$ 90,000 c/u por día.	\$ 180,000
			Herramientas manuales		
			Bomba de inyección	\$ 500,000	\$ 500,000
			1 gal gasolina	\$ 7,000	\$ 7,000
			3 trapos	\$ 1,000	\$ 3,000

<b>Correctivo</b>	Daño en inyectores	Limpieza de inyectores	3 gal gasolina	\$ 7,000	\$		
			Herramientas				
			5 trapos	\$ 1,000	\$ 5,000		
			1 técnico mecánico	\$ 90,000	\$ 90,000		
<b>Preventivo</b>	Mantenimiento preventivo cambiar filtros	Cambio de filtros de según las especificaciones cada 1000	2 técnico mecánicos	\$ 90,000	\$ 180,000		
			1 filtro combustible	\$ 100,000	\$ 100,000		
			1 filtro aceite	\$ 80,000	\$ 80,000		
			Herramientas manuales				
			20 trapos	\$ 1,000	\$ 20,000		
			1 gal combustible	\$ 7,000	\$ 7,000		
<b>Preventivo</b>	Mantenimiento preventivo inspección semanal	Inspección semanal para la verificación de fluidos, temperaturas, hodómetros de trabajo.	1 técnico	\$ 90,000	\$ 90,000		
			Herramientas manuales				
			2 trapos	\$ 1,000	\$ 2,000		

**Fuente:** Elaboración propia

En el **anexo 4**, se relacionan los indicadores relevantes de mantenimiento, con los cuales se puede estimar el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

*4.4.3.3 Cronograma de recolección de inservibles.* El mundo actual exige un mayor consumo de recursos naturales que son transformados en elementos para el sostenimiento humano; y es en ese proceso donde se generan los residuos compactos que dan paso a una serie de alteraciones ambientales. Por esto, es de vital importancia hacer un uso racional sostenible de estos, y una apuesta a transformar sin alterar el medio, es decir, sin que cause efectos adversos. Por lo anterior, se propone un recaudo de inservibles de cada tres meses, empleando la volqueta con la que cuenta la localidad para efectuar la recolección de residuos sólidos, y el material generado (viruta) de la chipeadora (máquina con la que se hace el trozado de árboles, a fin de, evitar que estos vayan a parar al vertedero, y que ocupen mayor espacio en el vehículo o que, generen daños

al mismo). En el bosquejo (**Ver. Anexo 5**) se ilustra dicho equipo. Por tanto, a continuación, se plantea el siguiente cronograma para llevar a cabo dicha ejecución de la actividad.

El objetivo principal de este plan y/o cronograma de recolección de inservibles, es evitar que todos estos materiales desechados vayan a parar a lugares baldíos, alcantarillas, y generen contaminación, que afecten la salud humana y el entorno en general.

**Tabla 18.** *Cronograma de recolección de inservibles*

<b>Ruta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hora</b>
<b>R1- lunes y jueves</b>	Barrios el Jardín: Pueblo Nuevo, Muelle de los pescadores, Estrada, Club amas de casa, Esmeralda Londoño, Zarabanda, Tocoroma, Cristo Rey, 7 de Julio, 10 de nero, Alto de los Transmisores.	<b>04:00 A.M - 09:00 A.M</b>
<b>R2- lunes y jueves</b>	La Y, Plaza de ferias, SENA, Barrio Guayacanes, los pinos, Guadales, Villa Magdala, La Paz, 12 de octubre, Plan de vivienda, Monserrate, Iquira.	<b>11:00 A.M- 04:00 P.M</b>
<b>R1- martes y viernes</b>	Carrera 1, 2, 3, 4 y 5, entre calles 7 y 14 (sector centro), El Palmar, el Progreso, Chambacú, Brisas Alto, Brisas Bajo,	<b>04:00 A.M - 09:00 A.M</b>
<b>R2- martes y viernes</b>	Barrios: Villa del sol, El poblado, Villa Betel, La Candelaria, Alfro Jordán, Asofamilias segunda etapa, y miradores de San Lorenzo.	<b>11:00 A.M- 04:00 P.M</b>
<b>R1- miércoles y sábado</b>	Sector comprendido entre carrera 1, 2, 3, 4 y 5, desde la calle 15 hasta la 22.	<b>04:00 A.M - 09:00 A.M</b>
<b>R2- miércoles y sábado</b>	Barrio Alfonso López, La esperanza, Divino Niño, Nuevo Brisas, Asofamilias primera etapa, Villatex, Siete de agosto	<b>11:00 A.M- 04:00 P.M</b>

**Fuente:** Elaboración propia

*4.4.3.4 Cronograma de socialización de campañas para implementar la cultura ambiental del centro urbano.* Con la propuesta de capacitación se busca educar a los habitantes de la localidad en la preservación del medio ambiente, a su vez, dar a conocer los programas que componen el Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS). Debido al extenso tamaño del documento, se adjunta (**Ver. Anexo 6**) el cronograma en la herramienta de Excel.



contaminación por residuos. Por medio de ayudas didácticas como el folleto ambiental, la proyección de diapositivas, actividades lúdicas y talleres, todo enfocado en la cultura ambiental.

*4.4.3.5 Consideración humana.* Para la ejecución en la recolección de residuos sólidos, es necesario contar con seis (6) personas que realicen la actividad, los cuales están distribuidos en dos carros compactadores de la siguiente forma:

OXW 005: 1 conductor, 2 ayudantes que efectúen el levantamiento de las cargas (basuras)

OWX 006: 1 conductor, 2 ayudantes que efectúen el levantamiento de las cargas (basuras)

## Conclusiones

Este proyecto es útil a nivel personal ya que, permite adoptar una visión crítica y con carácter, que facilitará el análisis frente a las diferentes situaciones que se presenten en el ámbito profesional y personal, además de, permitir el acercamiento al entorno laboral. En cuanto a lo profesional brinda las bases para determinar la estrategia, la cultura y la estructura organizacional de una forma correcta que permite conocer y aplicar herramientas como la DOFA para la generación de estrategias, la ejecución de ideas y proyectos, partiendo de las condiciones internas de la empresa objeto de estudio (Empresas Públicas de Boyacá), y el análisis de su entorno. A nivel institucional para la Universidad Nacional Abierta y a Distancia siempre ha sido importante el fortalecimiento de la investigación para la formación de profesionales competentes; por lo que, el proyecto propone la optimización en el sistema de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Puerto Boyacá, Boyacá., como apuesta a la disminución del impacto negativo que estos tienen sobre el medio ambiente, debido a la demora en el recaudo de los mismos; partiendo de la definición de estrategias.

Durante el desarrollo de esta propuesta se da cumplimiento a los objetivos propuestos, cuya idea principal está fundada en la mitigación a la problemática ambiental y social derivado de los compactos en las vías públicas, los retrasos del sistema en la prestación del servicio, y en cierto modo, la falta de sentido de pertenencia, y conciencia ambiental de algunos habitantes.

Hoy en día las empresas son parte importante de un país por apuntar hacia el desarrollo económico y social, lo cual permite iniciar el proyecto aplicado dada la influencia que estas ejercen en la economía nacional; mediante un plan de fortalecimiento que permita aprovechar las oportunidades del entorno a través del diagnóstico y la planeación.

## Recomendaciones

- Prestar un servicio acorde a las necesidades de la población.
- Dar a conocer el Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS) a la comunidad
- Adquirir un vehículo compactador a fin de, reemplazar el OWX005, que tiene más antigüedad, y que, a su vez, puede servir como reemplazo en el momento en que se deba hacer mantenimiento.
- Realizar el mantenimiento preventivo de los vehículos, y de ser el caso, correctivo a los vehículos compactadores.
- Los procesos de producción se estabilizan incrementando la efectividad del equipo, los niveles de calidad y disminuyendo los tiempos de preparación.
- Tener un plan de acciones correctivas y un grupo especializado en este tema.

## Bibliografía

- Alcaldía de Puerto Boyacá, Estado del relleno sanitario. P, 4. *Puerto Boyacá, Boyacá, Colombia*: Editorial EPB., Información no publicada
- Álvarez, A. C. (08 de Octubre de 2015). *Interempresas. net. Electrónica*. Obtenido de La problemática de los RAEE y opciones para su gestión responsable: La problemática de los RAEE y opciones para su gestión responsable. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Electronica/Articulos/145326-La-problematica-de-los-RAEE-y-opciones-para-su-gestion-responsable.html>
- Baquero, O. (2012). Mantenimiento básico de máquinas e instalaciones en la industria alimentaria \_\_\_\_ (MF0547\_1). España: IC Editorial. ProQuestebary. Tomado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2068/lib/unadsp/detail.action?docID=10732316&p00=mantenimiento+b%C3%A1sico+industria+alimentaria>
- Consejo Nacional de beneficiarios tributarios. (2011). Proyectos que califican como de desarrollo tecnológico. *Acuerdo 01 de 2011*. Departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación Colciencias. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10596/4862>
- Congreso de la República de Colombia (2015). *Ley 1072 del 2015 Por Medio Del Cual Se Expide El Decreto Único Reglamentario Del Sector Trabajo*. Bogotá, D.C.: Congreso de la República. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62506>
- Dounce, E. (2014) La productividad en el mantenimiento. E-biblioteca UNAD Tomado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?docID=11017468&ppg=12>
- E.P.B. (2020). *Empresas Públicas de Puerto Boyacá*. Obtenido de Misión y visión de E.P.B: Recuperado de: <https://url2.cl/4iUB3>. (Acceso 24 Agosto 2020)
- EcuRed. (S.F). Seguridad y salud del trabajo. *EcuRed*, 2. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Seguridad\\_y\\_salud\\_del\\_trabajo](https://www.ecured.cu/Seguridad_y_salud_del_trabajo)
- Energy, R. (2017). *Elaboración de combustible alternativo*. Obtenido de Lixiviado: <https://reca-energy.com/glosario/lixiviado/>

- E.P.B. (2019). Ilustración del Motocarguero. [Figura]. Recuperado de: <http://www.epb-puertoboyaca-boyaca.gov.co/noticias/moto-carguero>
- E.P.B. (2019). Ilustración del carro compactador de residuos sólidos. [Figura]. Recuperado de: <http://www.epb-puertoboyaca-boyaca.gov.co/noticias/moto-carguero>
- G.J, I. (26 de enero de 2017). *Academy*. Obtenido de: <https://url2.cl/KXu3W>
- Guías técnicas de implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Recuperado de: <https://url2.cl/z8DTv>
- Kenworth. (s.f.). Ilustración compactador T-370 [Figura]. Recuperado de: <https://kenworthcolombia.com/vehiculos/compactador/t370#informaci%C3%B3n>
- Language, A. E. (2018). Reducir, Reutilizar y Reciclar. *Repaveca*, <http://www.repaveca.com.ve/index.php/biblioteca/item/396-reducir-reutilizar-y-reciclar>.
- Lerma González, H. (2009). “*Metodología de la Investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto.*” 4a. ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, disponible en la biblioteca de la UNAD., 2009. Recuperado de: <https://url2.cl/hRYwB>
- López, B. S. (12 de junio de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Algoritmo de la ruta más corta: <https://url2.cl/rB8YZ>
- López, N, & Sarabia, A. (2015). Alternativas de optimización de componente de recolección y transporte de residuos sólidos ordinarios de la empresa de servicios públicos Adamiuain del municipio de Ocaña Norte de Santander. (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Recuperado de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/749/1/27890.pdf>
- MSc Ing. LÁZARO L. BETANCOURT PINEDA, I. L. (2016). *Plan de manejo de desechos sólidos en la gestión ambiental empresarial*. Obtenido de Monografías.com: <https://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos-solidos.shtml>
- Murillo, L. (31 agosto 2017). *Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y sólo recicla el 17%* . Bogotá: Revista Dinero. Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>
- Navarro L. Pastor A. (2009). Gestión Integral del Mantenimiento. E-biblioteca Unad. Tomado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/detail.action?docID=11046377&p00=gestion+de+mantenimiento+productivo>

OXFORD. (18 de Agosto de 2018). *Spanish oxford living Dictionaries*. Obtenido de © 2018 Oxford University Press: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/industria>

Placeres Gutierrez N. (01 Enero 2009) *Implementation of a Management Model for Occupational Health and Security in ETECSA*. Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A, 6 (1), 52-57. Recuperado de:

<http://eds.a.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=17&sid=79d34d40-cd9e-42d6-9e42-f90cae9db2dd%40sessionmgr4008>

Press, ©. 2. (18 de Agosto de 2018). *Spanish OXFORD Living Dictionaries*. Obtenido de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/calidad>

Press, ©. 2. (18 de Agosto de 2018). *Spanish oxford living dictionaries* . Obtenido de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/proteccion>

Sosa Flores, M., Ribet Cuadot, M. de J, Hernández Pérez, F. A. “Fundamentos teórico-metodológicos para la evaluación económico-financiera de proyectos de inversión” Ed. El Cid Editor, 2007. Recuperado de: <https://url2.cl/IwCZj>

Tropical, M. b.-C. (2017). *Reserva Biológica Bosque Nuboso Monteverde*. Obtenido de Plan Manejo de residuos sólidos: [http://www.reservamonteverde.com/pdfs/plan\\_de\\_manejo\\_de\\_desechos\\_solidos\\_revisado.pdf](http://www.reservamonteverde.com/pdfs/plan_de_manejo_de_desechos_solidos_revisado.pdf)

Ucha, F. (26 de Enero de 2012). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/social/desechos.php>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2006). *Acuerdo 015 del 13 de diciembre 2006. Por la cual se adopta el Reglamento Académico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*. Recuperado de

[http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2006/COSU\\_ACUE\\_015\\_13122006.pdf](http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2006/COSU_ACUE_015_13122006.pdf)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2012). *Acuerdo 0024 del 17 de abril de 2012. Por el cual se expide el Estatuto de Investigación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*. Recuperado de:

[http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2012/COSU\\_ACUE\\_0024\\_17042012.pdf](http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2012/COSU_ACUE_0024_17042012.pdf)

- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2013). Capítulo 8 De las opciones de trabajo de grado. *Acuerdo 0029 del 13 de diciembre de 2013 2013 que expidió el Reglamento Estudiantil de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*. Recuperado de: [http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2013/COSU\\_A\\_CUE\\_029\\_20131229.pdf](http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2013/COSU_A_CUE_029_20131229.pdf)
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2014). *Acuerdo 006 de mayo 28 de 2014. Por la cual se reglamentan el Capítulo 5 (situaciones administrativas), Capítulo 6 (situaciones académicas) y el capítulo 8 (opciones de grado) del Acuerdo 029 de 2013 que expidió el Reglamento Estudiantil de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*. Recuperado de: [http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoAcademico/acuerdos/2014/COAC\\_ACUE\\_20140528\\_006.pdf](http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoAcademico/acuerdos/2014/COAC_ACUE_20140528_006.pdf)
- Urbano, D., Toledano, N. “Invitación al emprendimiento: una aproximación a la creación de empresas” Editorial UOC. 2008. E-book disponible en la biblioteca de la UNAD. Recuperado de: <https://url2.cl/Fu6jf>
- Ve. Group (2020). *Astilladoras chipeadoras* [Imagen]. En línea. Recuperado de: <https://www.vedelivers.com/astilladoras-chipeadoras/>
- Valbuena, G. (2008). *Guía rápida de la propiedad industrial*. Superintendencia de industria y comercio. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10596/4843>
- Velasco, S. J. ( 2014). *Organización de la producción: distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos, teoría y práctica (3a. ed.)*. . España: Larousse - Ediciones Pirámide.
- Velásquez, G. (2011). Cadena de Ingeniería Industrial. *La investigación en la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería* (pp.65-75). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de: [http://amazonia.unad.edu.co/images/stories/ECBTI/LINEAS\\_DE\\_INVESTIGACION\\_EC BTI\\_2011\\_I\\_EXPLICADAS.pdf](http://amazonia.unad.edu.co/images/stories/ECBTI/LINEAS_DE_INVESTIGACION_EC BTI_2011_I_EXPLICADAS.pdf)
- Viviana Valencia Ospina, V. S. (s.f.). *PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Obtenido de Alcaldía de Envigado (Enviaseo E.S.P Somos compromiso Ambiental), Recuperado de: <http://www.iue.edu.co/portal/documentos/planeacion/InformePMIRS-2017.pdf>

## Anexos

### Anexo 1. Ruteo optimizado lunes y jueves

<https://drive.google.com/file/d/1bmEqWm72-pjwyV-jZMgdYewjHF-wsv-Y/view?usp=sharing>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2. Ruteo optimizado martes y viernes

<https://drive.google.com/file/d/1fjEmB726wR4k-3RvyzU4ilHwsFhJDqef/view?usp=sharing>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Ruteo optimizado miércoles y sábado

[https://drive.google.com/file/d/18BzBCPzpHwHBg5a3m\\_8AyQAQfyj-fp1o/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/18BzBCPzpHwHBg5a3m_8AyQAQfyj-fp1o/view?usp=sharing)

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 4. Indicadores relevantes de mantenimiento

Tipo de indicador	Formula	Por qué se escogió	Como ayuda a controlar el programa
<b>MTBF</b> Mean time between failures	$MTBF = \frac{T_o - T_{np}}{c_f}$ <p>Disponibilidad</p> $= D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	<p>Este indicador me permite estimar el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.</p> <p>MTBF=Tiempo Medio Entre Fallas.</p>	<p>Este indicador me ayuda analizar el comportamiento de los activos y por ende la gestión de la actividad de mantenimiento.</p>
<b>MTTF</b> Mean Time to Failures	$MTTF = \frac{T_0}{c_f}$ $R(t) = e^{-xt} = e^{-\frac{1}{MTTF} \cdot t}$	<p>Con este indicador no permite conocer e tiempo promedio que se requiere desde que el sistema falla hasta la completa recuperación del equipo y/o sistema.</p> <p>También me sirve para determinar si un sistema rediseñado es mejor que el sistema anterior en los planes de prueba de demostración.</p> <p>MTTF=Tiempo Promedio para Fallar</p>	<p>Este indicador tiene como objetivo el “determinar la producción perdida y la disponibilidad de un proceso de producción de cuerdo a la configuración de los equipos</p>
<b>MTTR</b> Mean Time to Repair	$MTTR = \frac{T_{tr}}{c_r}$	<p>Con este indicador podemos evidenciar el promedio del tiempo que tardara la reposición de las fallas de un elemento (equipo, sistema o componente). De una empresa.</p> <p>Como también medir el tiempo utilizado para reparar durante el periodo evaluado.</p> <p>MTTR=Tiempo Medio para Reparación</p>	<p>Este indicador es apropiado para aplicarlos en procesos de producción, nos ayuda a evidenciar a media de todas las reparaciones realizadas a un equipo llevadas estas al mínimo posible. Es la inversa de la tasa de mantenibilidad.</p> <p>También nos pueden servir con las metodologías desarrolladas en la actualidad, ayudan a los analistas de problemas a orientarse, en los pasos a seguir y en las consideraciones que deben tomarse para la obtención de soluciones efectivas.</p>

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 5. Chipeadora**



**Fuente:** Ve. Group (2020). *Astilladoras chipeadoras* [Imagen]. Recuperado de: <https://www.vedelivers.com/astilladoras-chipeadoras/>

## **Anexo 6. Cronograma de capacitaciones**

[https://drive.google.com/file/d/1Q1dFUro7ARET8G-DPmQFfRAI\\_Yd0W6bM/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1Q1dFUro7ARET8G-DPmQFfRAI_Yd0W6bM/view?usp=sharing)

**Fuente:** Elaboración propia