



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

### **CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

Proyecto de investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Ambiental.

#### **Título del Proyecto de Investigación**

**“GESTIÓN INTEGRAL SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS  
DE LA PARROQUIA EL CORAZÓN, CANTÓN PANGUA”**

**Autor:**

**Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz**

**Director del Proyecto de Investigación**

**Ing. Pedro Harrys Lozano Mendoza MSc.**

**Quevedo-Los Ríos-Ecuador.**

**2022-2023**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz**, declaro que la investigación aquí detallada es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_

**Heredia de la Cruz Anthony Rodolfo**

**C.C. # 050356124-3**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Ing. Pedro Harrys Lozano Mendoza MSc**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Gestión integral sostenible de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, cantón Pangua**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. Pedro Harrys Lozano Mendoza MSc.**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## **CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**

El suscrito Ing. Pedro Lozano Mendoza MSc, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado **“GESTIÓN INTEGRAL SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA EL CORAZÓN, CANTÓN PANGUA”**, presentado por el estudiante Sr. Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, que fue revisado bajo mi dirección según resolución Quincuagésima Novena del consejo académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de fecha 22 de agosto del 2022, desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND, el cual mostró 4% de similitud.

URKUND	
<b>Documento</b>	<a href="#">PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ANTHONY HEREDIA.docx</a> (D160339578)
<b>Presentado</b>	2023-03-07 08:36 (-05:00)
<b>Presentado por</b>	plozano@uteq.edu.ec
<b>Recibido</b>	plozano.uteq@analysis.orkund.com
<b>Mensaje</b>	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ANTHONY HEREDIA <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	4% de estas 55 páginas, se componen de texto presente en 21 fuentes.

---

**Ing. Pedro Harrys Lozano Mendoza MSc.**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Gestión integral sostenible de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón,  
cantón Pangua”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero  
Ambiental.

Aprobado por:

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Pazmiño Rodríguez Julio MSc.

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Guerrero Chuez Norma MSc.

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Díaz Ponce Mariela MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por haberme permitido tomar las mejores decisiones para conseguir esta meta tan anhelada, y también por brindarme la vida y la fortaleza suficiente para no rendirme, siendo Dios mi mejor guía durante este proceso académico.*

*De igual manera expreso mis Agradecimientos a mi Alma Mater la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, institución que me abrió las puertas desde el inicio de mi formación académica hasta la obtención de mi título profesional, dotándome de excelentes docentes quienes han formado mis actitudes y han enriquecido mis conocimientos con sus extraordinarias orientaciones.*

***Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz***

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación se lo dedico a Dios, porque él ha estado junto a mí durante todo el camino de mi vida y por ende de mi formación profesional, convirtiéndose en mi fortaleza para llegar con infinita felicidad y satisfacción a este momento importante de mi vida.*

***Anthony Rodolfo Heredia de la Cruz***

## RESUMEN EJECUTIVO

La generación de residuos sólidos urbanos RSU es una de las temáticas de gran análisis en la actualidad, pues se ha detectado como uno de los principales factores de contaminación para el ambiente. Por ello, este estudio se desarrolló con la finalidad de optimizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, Cantón Pangua, por medio de un diagnóstico, caracterización de (RSU), diseño de rutas y la implementación de propuestas sostenibles. Se utilizó la técnica de encuesta y entrevista, así como también se recolectó 58 muestras de (RSU) para la determinación de la Producción Per Cápita PPC, densidad y porcentaje. Además, con el software ArcGIS se diseñaron rutas bajo un modelo de recolección selectiva. Tras el análisis de los resultados se obtuvo que, el 36,17% de la población considera que la gestión de residuos sólidos de la parroquia El Corazón es mala, a diferencia del 31,21% quienes mencionaron que es buena, sin embargo el 25,18% indican que es regular. Mediante la cuantificación de los residuos generados se obtuvo una (PPC) y densidad promedio de 0,44 kg/hab/día y 104,57 kg/m<sup>3</sup> correspondientemente, denotando que la mayor parte de los residuos son de tipo orgánicos con 62,34%, seguido de los residuos de papel y fundas plásticas con el 4,07% y 3,91% respectivamente. A través de estos resultados se diseñó rutas de la recolección para residuos orgánicos e inorgánicos; en el primer modelo para orgánicos se tendrá un tiempo de recorrido de 02h45 minutos y una distancia de 9,3 km, y el segundo modelo para inorgánicos tendrá una duración de recorrido de 03h10 minutos con una distancia total recorrida de 9,2 km. Logrando concluir que existe un déficit en cumplimiento de las fases de gestión para residuos sólidos, los cuales justifican el desarrollo de las propuestas de mejora contenidas en esta investigación.

**Palabras claves:** Gestión integral de residuos urbanos, Producción per cápita, Modelo de recolección selectiva, SIG, Disposición final de residuos.

## ABSTRACT

The generation of municipal solid waste (MSW) is one of the topics of great analysis at present, as it has been detected as one of the main factors of pollution to the environment. Therefore, this study was developed in order to optimize the integrated management of municipal solid waste in the parish of El Corazón, Cantón Pangua, through a diagnosis, characterization of MSW, design of routes and implementation of sustainable proposals. The survey and interview technique was used, as well as 58 MSW samples were collected to determine the Per Capita Production PPC, density and percentage. In addition, using ArcGIS software, routes were designed under a selective collection model. After analyzing the results, it was found that 36,17% of the population considers that solid waste management in the parish of El Corazón is bad, as opposed to 31,21% who mentioned that it is good; however, 25,18% indicated that it is regular. The quantification of the waste generated showed an average (PPC) and density of 0,44 kg/hab/day and 104,57 kg/m<sup>3</sup>, indicating that most of the waste is organic with 62,34%, followed by paper and plastic bags with 4,07% and 3,91%, respectively. Based on these results, collection routes were designed for organic and inorganic waste; the first model for organic waste will have a travel time of 02h45 minutes and a distance of 9,3 km, and the second model for inorganic waste will have a travel time of 03h10 minutes with a total distance of 9,2 km. It can be concluded that there is a deficit in compliance with the solid waste management phases, which justifies the development of the improvement proposals contained in this research.

**Keywords:** Integrated urban waste management, Per capita production, Selective collection model, GIS, Final waste disposal.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Problema de investigación .....	4
1.1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.1.1.1. Diagnóstico.....	5
1.1.1.2. Pronóstico .....	6
1.1.2. Formulación del problema .....	6
1.1.3. Sistematización del problema.....	6
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo general .....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Justificación .....	8
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1. Marco conceptual.....	10
2.1.1. Gestión integral de residuos sólidos.....	10
2.1.2. Residuos sólidos urbanos .....	10
2.1.3. Residuos orgánicos.....	10
2.1.4. Residuos inorgánicos.....	10
2.1.5. Residuos no peligrosos.....	11

2.1.6. Composición de residuos sólidos urbanos .....	11
2.1.7. Riesgos asociados a la mala gestión de los residuos sólidos.....	11
2.1.8. Manejo integral de los residuos sólidos .....	12
2.1.9. Fases de la gestión integral de residuos sólidos .....	12
2.1.10. El reciclaje.....	12
2.1.11. El compost.....	12
2.1.12. Rellenos sanitarios.....	12
2.1.13. Caracterización de residuos.....	13
2.1.14. Sistema de información geográfica .....	14
2.1.15. ArcGIS .....	14
2.1.16. ArcGIS Network Analyst .....	14
2.1.17. Optimización de rutas.....	14
2.2. Marco referencial .....	15
2.3. Marco legal .....	17
2.3.1. Constitución de la República de Ecuador .....	17
2.3.2. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .....	18
2.3.3. Código Orgánico del Ambiente.....	18
2.3.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente .....	19
2.3.5. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....	19
2.3.6. Libro VI del TULSMA - Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final Desechos Sólidos no peligrosos.....	20
2.3.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Descentralización (COOTAD).....	20
2.3.8. Acuerdo Nro. 061. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria .....	21
2.3.9. Ordenanza Municipal de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, del cantón Pangua .....	22

CAPÍTULO III .....	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1. Localización .....	24
3.2. Tipos de investigación .....	25
3.2.1. Diagnóstica.....	25
3.2.2. Exploratoria.....	25
3.2.3. Descriptiva .....	25
3.3. Métodos de investigación .....	25
3.3.1. Método analítico.....	25
3.3.2. Método de observación .....	26
3.3.3. Método deductivo.....	26
3.3.4. Método cuantitativo.....	26
3.4. Fuentes de recopilación de información .....	26
3.5. Diseño de la investigación .....	27
3.5.1. Diagnóstico de la situación actual sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.....	27
3.5.1.1. Cálculo del tamaño de la muestra para la aplicación de encuestas .....	27
3.5.1.2. Muestreo piloto.....	28
3.5.1.3. Aplicación de encuestas.....	28
3.5.1.4. Entrevista .....	29
3.5.2. Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados a nivel domiciliario en la parroquia El Corazón.....	29
3.5.2.1. Tamaño de la muestra.....	29
3.5.2.2. Socialización y distribución de las muestras en el lugar de estudio .....	30
3.5.2.3. Recolección de las muestras .....	30
3.5.2.4. Cálculo de la producción per cápita .....	31
3.5.2.5. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios.....	32
3.5.2.6. Composición física de los residuos sólidos urbanos .....	33

3.5.3. Diseño optimizado de la ruta para la recolección de residuos sólidos en la parroquia urbana El Corazón.....	35
3.5.3.1. Extracción de la capa de vías de Qgis .....	35
3.5.3.2. Georreferenciación de la ruta actual .....	35
3.5.3.3. Horario de recolección de los residuos sólidos de la parroquia El Corazón	36
3.5.3.4. Elaboración de la capa de vértices o puntos .....	36
3.5.3.5. Creación del Geodatabase .....	37
3.5.3.5.1. Especificaciones de los Atributos .....	38
3.5.3.6. Creación de la nueva ruta .....	38
3.5.4. Propuestas sostenibles para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón .....	39
3.5.4.1. Plan de gestión integral de residuos .....	39
3.6. Instrumentos de la investigación.....	40
3.7. Tratamiento de los datos .....	40
3.7.1. Análisis factorial de los datos.....	40
3.8. Recursos humanos y materiales .....	41
3.8.1. Materiales de campo.....	41
3.8.2. Softwares.....	42
CAPÍTULO IV .....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1. Resultados.....	44
4.1.1. Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.....	44
4.1.1.1. Análisis de fiabilidad – Alfa de Cronbach.....	44
4.1.1.2. Análisis de componentes principales.....	44
4.1.1.2.1. Keiser- Meyer-Olkin (KMO) y prueba de Bartlett .....	44
4.1.1.2.2. Método de extracción en el análisis de componentes principales.....	45
4.1.1.2.3. Varianza total explicada.....	46

4.1.1.2.4. Componentes rotados.....	46
4.1.1.2.5. Análisis de componentes.....	48
4.1.1.2.5.1. Componente 1: Eficiencia del servicio de recolección de los RSU... 48	
4.1.1.2.5.2. Componente 2. Educación Ambiental.....	51
4.1.1.2.5.3. Componente 3. Buenas prácticas ambientales .....	54
4.1.1.2.5.4. Componente 4. Aprovechamiento y gestión de los RSU por parte del GADMUPAN.....	57
4.1.2. Caracterización de los residuos sólidos generados en los domicilios de la parroquia urbana El Corazón.....	60
4.1.2.1. Producción Per Cápita general .....	60
4.1.2.1.1. Producción Per Cápita por viviendas según el número de integrantes .	60
4.1.2.2. Densidad de los residuos sólidos urbanos .....	62
4.1.2.2.1. Densidad de la Zona Norte .....	62
4.1.2.2.2. Densidad de la Zona Sur.....	63
4.1.2.2.3. Comparación entre densidades de la Zona Norte y Zona Sur.....	63
4.1.2.2.4. Densidad general de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón.....	64
4.1.2.3. Composición física de los residuos sólidos urbanos .....	65
4.1.2.3.1. Composición física de residuos sólidos de la Zona Norte .....	65
4.1.2.3.2. Composición física de los residuos sólidos de la Zona Sur .....	66
4.1.2.3.3. Comparación porcentual sobre los tipos de residuos de la Zona Norte y Zona Sur.....	67
4.1.2.3.4. Composición física general de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón .....	68
4.1.3. Diseño de la ruta idónea para la recolección de residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón .....	69
4.1.3.1. Ruta actual del recorrido realizado por vehículo recolector.....	69
4.1.3.2. Ruta optimizada para el servicio de recolección de los RSU inorgánicos ..	71

4.1.3.2.1. Ruta para el transporte de los residuos inorgánicos hacia el relleno sanitario del GADMUPAN.....	73
4.1.3.3. Ruta optimizada para el servicio de recolección de los RSU orgánicos .....	75
4.1.4. Propuestas sostenibles para el plan de gestión integral de residuos sólidos en la zona urbana de la parroquia El Corazón .....	77
4.1.4.1. Programa de educación ambiental.....	77
4.1.4.2. Programa de emprendimiento sostenible.....	79
4.1.4.3. Programa de capacitación para la elaboración de compost .....	80
4.1.4.4. Programa de capacitación técnica al personal encargado de la recolección de los residuos del GADMUPAN .....	81
4.1.4.5. Programa de recolección diferenciada de los residuos sólidos.....	83
4.2. Discusión.....	85
CAPÍTULO V.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
5.1. Conclusiones.....	89
5.2. Recomendaciones .....	91
CAPÍTULO VI .....	92
BIBLIOGRAFÍA .....	92
6.1. Bibliografía .....	93
CAPÍTULO VII.....	101
ANEXOS .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Determinación del número de viviendas para el muestreo.....	29
<b>Tabla 2.</b> Matriz de la obtención de muestras por día para el cálculo de la Producción Per Cápita.....	31
<b>Tabla 3.</b> Pesaje por tipo de residuo contenido en la muestra.....	34
<b>Tabla 4.</b> Horario de recolección de los residuos sólidos urbanos.....	36
<b>Tabla 5.</b> Significados de los campos utilizados en la tabla de atributos de la capa vías ...	37
<b>Tabla 6.</b> Propuestas para el manejo de los residuos sólidos urbanos.....	39
<b>Tabla 7.</b> Método de extracción de las preguntas.....	45
<b>Tabla 8.</b> Varianza total explicada .....	46
<b>Tabla 9.</b> Matriz de componentes rotados .....	47
<b>Tabla 10.</b> Producción Per Cápita general de la parroquia El Corazón .....	60
<b>Tabla 11.</b> Conformación de integrantes por núcleo familiar .....	61
<b>Tabla 12.</b> Densidad de los residuos generados en la Zona Norte y Sur.....	64
<b>Tabla 13.</b> Densidad general de los residuos sólidos urbanos.....	65
<b>Tabla 14.</b> Caracterización de los residuos de la Zona Norte .....	66
<b>Tabla 15.</b> Caracterización de los residuos de la Zona Sur .....	67
<b>Tabla 16.</b> Caracterización general de residuos sólidos urbanos .....	68
<b>Tabla 17.</b> Programa de educación ambiental.....	77
<b>Tabla 18.</b> Programa de emprendimiento sostenible.....	79
<b>Tabla 19.</b> Programa de capacitación para la elaboración de compost .....	80
<b>Tabla 20.</b> Capacitación técnica al personal encargado de la recolección de los residuos .	81
<b>Tabla 21.</b> Programa de recolección diferenciada de los residuos sólidos.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del centro urbano de la Parroquia El Corazón.....	24
<b>Figura 2.</b> Distribución de las muestras en la zona urbana .....	30
<b>Figura 3.</b> Esquema de la técnica de cuarteo .....	33
<b>Figura 4.</b> ¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?.....	49
<b>Figura 5.</b> ¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?.....	50
<b>Figura 6.</b> ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón?..	51
<b>Figura 7.</b> ¿Considera usted que el GAD Municipal de Pangua debe realizar campañas de educación ambiental enfocadas a minimizar la generación de los residuos sólidos en los domicilios?.....	52
<b>Figura 8.</b> ¿Le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad?.....	53
<b>Figura 9.</b> ¿Le gustaría estar informado sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que se realiza en la parroquia El Corazón?.....	54
<b>Figura 10.</b> ¿Con qué frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?.....	55
<b>Figura 11.</b> ¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?.....	56
<b>Figura 12.</b> ¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.)?.....	57
<b>Figura 13.</b> ¿Cree usted que el GAD Municipal de Pangua aprovecha los residuos orgánicos recolectados? .....	58
<b>Figura 14.</b> ¿Cómo considera usted la gestión de los residuos sólidos en la parroquia El Corazón?.....	59
<b>Figura 15.</b> Promedio de la Producción Per Cápita por viviendas según el número de integrantes.....	61
<b>Figura 16.</b> Densidad de los residuos sólidos urbanos de la Zona Norte.....	62

<b>Figura 17.</b> Densidad de los residuos sólidos urbanos de la Zona Sur .....	63
<b>Figura 18.</b> Ruta actual de la recolección de RSU .....	70
<b>Figura 19.</b> Ruta idónea para la recolección de RSU inorgánicos .....	72
<b>Figura 20.</b> Ruta que conduce hacia el relleno sanitario del cantón Pangua .....	74
<b>Figura 21.</b> Ruta idónea para la recolección de RSU orgánicos .....	76

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula estadística para calcular el número de muestra .....	27
<b>Ecuación 2.</b> Fórmula para calcular la Producción Per Cápita .....	31
<b>Ecuación 3.</b> Fórmula para calcular el volumen de los residuos dentro del recipiente.....	32
<b>Ecuación 4.</b> Fórmula para calcular la densidad de la basura .....	33
<b>Ecuación 5.</b> Fórmula para calcular el porcentaje de los residuos .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formato de encuesta aplicada a la población de la parroquia El Corazón .....	102
<b>Anexo 2.</b> Aplicación de encuestas por vivienda en la parroquia El Corazón .....	107
<b>Anexo 3.</b> Procesamiento de los datos obtenidos en las encuestas.....	108
<b>Anexo 4.</b> Entrevista al director encargado de la dirección de gestión ambiental y saneamiento del GAD municipal de Pangua. ....	109
<b>Anexo 5.</b> Ejecución de la entrevista en el Municipio del cantón Pangua. ....	112
<b>Anexo 6.</b> Coordenadas de las viviendas en donde se obtuvo las muestras de residuos sólidos. ....	113
<b>Anexo 7.</b> Caracterización de los residuos sólidos. ....	114
<b>Anexo 8.</b> Personal encargado del GADMUPAN para la recolección de la basura en la parroquia El Corazón y trazado de la ruta actual.....	115
<b>Anexo 9.</b> Diseño de la ruta óptima para la recolección de residuos sólidos. ....	116

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título</b>	“Gestión integral sostenible de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, cantón Pangua”				
<b>Autor</b>	Heredia de la Cruz, Anthony Rodolfo				
<b>Palabras Claves</b>	Gestión integral de residuos urbanos	Producción per cápita	Modelo de recolección selectiva	SIG	Disposición final de residuos
<b>F. publicación</b>	Mayo 2023				
<b>Editorial</b>	Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2023.				
<b>Resumen</b>	<p>Resumen.- El estudio se enfoca en optimizar la gestión integral de los RSU por medio de un diagnóstico, caracterización de los residuos, diseño de rutas a través del software ArcGIS y la implementación de propuestas sostenibles. Para ello, se realizaron encuestas y entrevistas, además de recolectar 58 muestras de RSU para la determinación de la Producción Per Cápita (PPC), densidad y porcentaje, determinando así que el 36,17% de la población considera que la gestión de residuos sólidos de la parroquia es mala, mientras que el 31,21% la considera buena y el 25,18% la califica como regular, mientras que los residuos de mayor generación son orgánicos, seguido de papel y fundas plásticas. En función de aquello se diseñaron rutas bajo un modelo de recolección selectiva para orgánicos e inorgánicos y se implementó varios programas de sostenibilidad para contrarrestar la deficiente gestión de residuos sólidos en la parroquia El Corazón.</p> <p><b>Abstract.- The study focuses on optimizing the integrated management of MSW through a diagnosis, characterization of waste, design of routes through ArcGIS software and the implementation of sustainable proposals. For this purpose, surveys and interviews were conducted, in addition to collecting 58 MSW samples to determine the Per Capita Production (PPC), density and percentage, thus determining that 36.17% of the population considers that solid waste management in the parish is bad, while 31.21% considers it good and 25.18% qualifies it as regular, while the most generated waste is organic, followed by paper and plastic bags. Accordingly, routes were designed under a selective collection model for organic and inorganic waste and several sustainability programs were implemented to counteract the poor solid waste management in the parish of El Corazón.</b></p>				
<b>Descripción</b>	135 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
<b>URI</b>					

## INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, las tasas de generación de residuos sólidos van en aumento ya que, en el 2020, se generó aproximadamente 2.2 mil millones de toneladas de residuos sólidos, y se estima que, por el rápido crecimiento poblacional y la urbanización, para el 2050 la tasa de generación aumente a 3.8 mil millones de toneladas de residuos (1). En este sentido uno de los principales desafíos que enfrentan los países desarrollados y las economías emergentes, es la adopción de sistemas de gestión para residuos sólidos que sean adecuados con la finalidad de receptar, clasificar y aprovechar los diferentes tipos de residuos que se generan a diario (2). Además, Kaza et al.,(3) menciona que del total de los residuos sólidos generados, el 70% termina en basureros, el 19% se recicla y el restante 11% es tratado por plantas de generación de energía, con base a esto los residuos sólidos son un problema común en todas las ciudades del mundo.

El estudio de Zhuang, et al.,(4) afirma que la generación de residuos sólidos se encuentra influenciada por el tamaño de la familia, nivel de educación, y el ingreso mensual. La respuesta de los hogares frente a la separación de residuos se ven influenciadas por el apoyo, inversión de compañías, intervención de comités residenciales para la participación pública. Los factores que influyen en la disposición final de residuos, afectan de manera significativa el tratamiento que se realizará al respecto como, la escasez de contenedores, falta de recursos financieros, ausencia de legislación que limitan la disposición correcta de residuos en contenedores apropiados (5). Las influencias sociales, factores altruistas y normativos son razones para que las ciudades adquieran hábitos de reciclaje y manejo de residuos sólidos. Además, las personas que acuden con frecuencia a contenedores ordinarios tienen mayores posibilidades de reciclar (6).

En el Ecuador, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2016, se recolectó alrededor de 5 millones de toneladas de residuos sólidos (RS), es decir una producción de 0,58 kg por persona al día. Sin embargo, del total de RS solo el 9% se recolectó de manera diferenciada, es decir su proceso de tratamiento y gestión fue recolección de residuos, transporte y tratamiento (7). En el año 2009, el Ministerio del Ambiente comenzó a controlar y dar seguimiento a los municipios nacionales, pues los mismos no mejoraban los métodos de disposición final de los residuos. En el año 2010, se crea el “Programa Nacional para la Gestión Integral de Desecho Sólidos (PNGIDS)”, con la

finalidad de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, este programa tiene un enfoque integral y sostenible para mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos e impulsar la conservación del ecosistema (8).

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos del Ecuador, tienen como competencia exclusiva el diseño del modelo de gestión de residuos sólidos. De acuerdo con el estudio efectuado por INEC (9), afirma que en la región Sierra la producción per cápita de residuos sólidos (PPC) a nivel urbano (kg/hab/día), comprendida entre los años 2017 – 2019, se encuentra que en el año 2017 y 2018 registran una PPC de 0,74 kg/hab/día y para el año 2019 un incremento al 0,75 kg/hab/día. Del total de residuos sólidos recolectados de forma diferenciada por día, el 81,3% corresponde a la región sierra, mientras que en la región costa solo comprende el 65,0%. La disposición final de los residuos declarados por los municipios dispone que el 48,2% son depositados en rellenos sanitarios, el 32% en celdas emergentes y el 19,1% en botaderos.

En el cantón Pangua, existe un déficit en la gestión de residuos sólidos (GRS). Sin embargo, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pangua (GADMUPAN) cuenta con ordenanzas municipales para la gestión y manejo externo de desechos sanitarios (10), en este sentido Yépez (11), manifiesta que el servicio de recolección y transporte proporcionado por el municipio de Pangua tiene déficit, pues el 48% correspondiente a 56 personas de un total de 116 personas encuestadas, se encuentra en desacuerdo con el servicio de recolección de residuos.

De esta manera la parroquia El Corazón, no cuenta con datos actualizados en materia de residuos sólidos. Por ello, en la presente investigación se efectuó la realización de un diagnóstico que determina la percepción de la población sobre la gestión de los residuos que se ejecuta en la parroquia, así mismo se caracterizó los residuos generados en los domicilios calculando la PPC, la densidad y el porcentaje de cada tipo de residuo. No obstante, mediante la observación en campo se verificó que no existe una ruta planificada para la recolección de los residuos, en función de aquello, para suplir esta problemática se elaboró una ruta optimizada en base a un modelo de recolección selectiva y se implementó propuestas sostenibles para mejorar la gestión integral de los residuos.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El problema de la deposición de residuos sólidos tiene su comienzo con los seres humanos, quienes desde su conformación de tribus, aldeas y comunidades, adoptaron costumbres, capacidades adquisitivas y hábitos diarios. Además, las condiciones geográficas y económicas propias de un país, municipio o ciudad, y el manejo efectivo de los residuos sólidos, han provocado que sea necesario el conocimiento sobre composición y generación de residuos (12). El incontrolado crecimiento de la población, economía en auge, rápida urbanización, y la mejora de los estándares de vida han ocasionado el incrementado de la tasa de generación de residuos sólidos municipales en los países de desarrollo, usualmente las municipalidades son las entidades responsables de la gestión de residuos sólidos en las ciudades. No obstante, en muchas de las ocasiones se enfrentan a problemas que superan su capacidad para resolverlos (6).

En el Ecuador, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2010, el 77% de los hogares ecuatorianos eliminan la basura por medio de carros recolectores, el restante 23% elimina la basura arrojándola a los terrenos baldíos o quebradas, entierra o deposita en ríos, acequias, entre otros. Solo el 24% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados han iniciado el proceso de separación en la fuente, el 26% realiza la recuperación de materia orgánica y el 32% efectúa la recolección diferenciada de desechos hospitalarios. La generación de residuos es de 4,06 millones de toneladas métricas al año, generando per cápita de 0.74 kg (8).

Aun en la actualidad, en varias ciudades del Ecuador, no existe una gestión eficiente de los residuos sólidos, puesto que en la mayoría de las ocasiones se privilegia el factor económico frente al social y ambiental. Es por ello la importancia de trascender hacia una gestión integral que busca contemplar las estrategias adecuadas de los residuos previas a la disposición final. Por cuanto es necesario buscar un equilibrio entre todas las partes, es decir, económica, social, ambiental y técnica (7).

En cuanto a la parroquia matriz El Corazón, la falta de conocimiento sobre cómo llevar a cabo la gestión de residuos sólidos es latente, tanto de la comunidad civil y del GAD

municipal de Pangua quienes son los responsables de la gestión, debido a que no se cumple con los procesos respectivos que se deben llevar a cabo en las distintas fases que estipula el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA) sobre la gestión integral de residuos sólidos, de manera que esto contribuye significativamente al deterioro ambiental y social.

#### **1.1.1.1. Diagnóstico**

El principal problema que actualmente se observó en la parroquia El Corazón se encuentra directamente ligado a la escasa gestión integral sostenible de residuos urbanos. En este sentido, se han identificado las principales causas de este problema, mismas que están directamente vinculadas a la generación, clasificación de los desechos producidos, al relleno sanitario, a la capacitación brindada a la ciudadanía, al sistema de recolección de los residuos sólidos y a los horarios en que se ejecuta.

En cuanto a la generación de los desechos sólidos se debe considerar que la población actualmente no cuenta con el conocimiento necesario para gestionar, clasificar y disponer los residuos que generan en sus hogares de una forma adecuada y eficiente. En este sentido, y ahondando más en la temática de la clasificación de los residuos, los pobladores no poseen el conocimiento necesario para identificar si los residuos producidos en sus hogares son orgánicos, inorgánicos o peligrosos por lo que simplemente los mezclan y los disponen de forma final en el relleno sanitario del cantón.

Respecto al relleno sanitario del cantón Pangua, indudablemente el principal problema que presenta es el escaso o nulo tratamiento de los residuos que alberga, en donde no se considera que, ciertos residuos de los que se pudiesen recuperar sustancias y materiales valorizables, o ser utilizados como fuente de energía. Por otro lado, en la parroquia el Corazón durante los últimos años ha existido una escasa capacitación para la población en temas relacionados a la gestión, generación, clasificación y disposición de residuos sólidos.

Además, es necesario tener en consideración que el actual sistema de recolección se ha convertido ineficiente considerando que no existen contenedores temporales para que los pobladores de la parroquia puedan depositar los residuos producidos en sus hogares sin importar el horario, y deban esperar al arribo del camión recolector. Aquí, además, es necesario considerar que, en ocasiones los horarios manejados para la recolección de los

desechos no se encuentran acorde a la realidad y a la disponibilidad de los pobladores.

#### **1.1.1.2. Pronóstico**

En este contexto, en caso que en la parroquia matriz El Corazón no busque una solución a la nula clasificación y gestión de residuos, elementos para reciclaje, sistemas de recolección, tratamiento y almacenamiento de desechos se prevé una grave afectación ambiental y contaminación de la parroquia que incluso podría influir en la situación ambiental de todo el Cantón Pangua y la salud de los moradores de sectores aledaños, lo cual generaría riesgos mayores, debido que el tratamiento podría requerir inversiones de costos más altos.

#### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Es óptima la gestión de residuos sólidos urbanos generados en los domicilios de la parroquia El Corazón, cantón Pangua?

#### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿Cuáles son las condiciones actuales de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón?

¿Cómo la caracterización de residuos sólidos urbanos permite conocer las fuentes, cantidades y variaciones de los residuos generados?

¿Con el diseño de una ruta idónea se podrá abastecer el servicio de recolección de residuos sólidos en toda el área urbana de la parroquia El Corazón?

¿Es necesario proponer un plan de gestión integral sostenible de residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Optimizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, Cantón Pangua

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.
- Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en la parroquia El Corazón.
- Diseñar una ruta idónea para la recolección de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.
- Proponer mejoras al plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.

### **1.3. Justificación**

El presente estudio tiene como finalidad proponer mejoras al Plan de Gestión Integral de Residuos Urbanos en la Parroquia El Corazón (PGIRSU), cantón Pangua, considerando que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pangua, no cuenta con un plan de manejo adecuado para la ejecución del mismo, por consecuencia del crecimiento poblacional, falta de hábitos por parte de la ciudadanía, y la nula inversión de las autoridades.

La gestión integral sostenible de residuos urbanos permite suplir la demanda y los requerimientos actuales de la sociedad, con el propósito de cuidar a las futuras generaciones. Además, mediante el accionar de la sociedad se conservará el medio ambiente y se hará frente a varias acciones en los diferentes sectores económicos, sociales, y por supuesto ambientales, que a su vez mejora la sostenibilidad de la parroquia El Corazón, cantón Pangua.

La ejecución del presente proyecto busca la optimización del plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, mediante el cual permita a las autoridades tener eficiencia a la hora de tomar decisiones, contar con un registro de documentación, involucrar al personal, pero sobre todo lo mencionado se busca concientizar a las personas sobre la importancia de contar una gestión de residuos, también que las autoridades del GAD se sientan comprometidas para la implementación del mismo, buscando el bien de toda la ciudadanía.

Con el desarrollo de esta investigación, la población de la parroquia El Corazón puede beneficiarse, de tal forma que conocerán la situación actual de la gestión integral de los residuos que se está ejecutando y frente a ello se generará propuestas para su implementación, con la visión de erradicar las falencias determinadas dentro del sistema de gestión de los residuos urbanos. Además, surge la necesidad de contribuir a que la población tenga un servicio eficiente y sostenible.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual**

### **2.1.1. Gestión integral de residuos sólidos**

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) se define como el manejo correcto y sostenible de los residuos sólidos generados en un lugar. Principalmente consiste en aplicar un enfoque integral con el ambiente para el manejo de las actividades de generación, reutilización, manipulación y disposición final de los residuos. Este tipo de gestión puede incorporar la participación comunitaria, implementación de tecnologías modernas, sistemas de tratamiento avanzados, valoración y aprovechamiento de los residuos reciclables (13).

### **2.1.2. Residuos sólidos urbanos**

Corresponden aquellos residuos generados en las casas, unidades habitacionales o similares, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en actividades domésticas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; así también son los que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (14).

### **2.1.3. Residuos orgánicos**

Se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el “ciclo vital”, como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos (15).

### **2.1.4. Residuos inorgánicos**

Son aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen habitualmente metales, plásticos, vidrios, etc. Desechos provenientes de agrotóxicos, agroquímicos, fitosanitarios y agro ,veterinarios, son en su mayoría de origen sintético y con un gran efecto residual (15).

### **2.1.5. Residuos no peligrosos**

Corresponden aquellos residuos que no presentan ningún riesgo de afectación hacia la salud humana y el medio ambiente, ya que no alteran ninguna composición física, química y biológica al entrar en contacto con otros materiales (16).

### **2.1.6. Composición de residuos sólidos urbanos**

La composición de residuos sólidos es utilizada para describir los componentes individuales que conforman el todo (flujo) de los residuos, y por cuanto su distribución relativa, normalmente es expresada en porcentaje (%) (12). La composición de los RSU se agrupa de acuerdo con sus distintos componentes (17), acorde a su homogeneidad tenemos:

- Inertes, como metales, vidrios, tierra, restos de reparaciones de construcción, cenizas y escoria.
- Fermentables de la fracción orgánica, comprende restos de comida, jardinería, entre otros.
- Combustibles, se encuentran papel, cartón, plásticos, textiles, gomas, entre otros.

### **2.1.7. Riesgos asociados a la mala gestión de los residuos sólidos**

Usualmente la recolección de los residuos sólidos se encuentra a cargo de la municipalidad de cada ciudad (18), a continuación, se presenta los riesgos asociados a una mala gestión en un período largo de tiempo:

- Transmisión de enfermedades sea esta por contacto directo o indirecto
- Contaminación del aire
- Contaminación del agua
- Contaminación de suelos

- Problemas paisajísticos y riesgos

### **2.1.8. Manejo integral de los residuos sólidos**

El manejo integral de residuos sólidos (MIRS), hace referencia al uso de prácticas combinadas que permiten manipular los residuos sólidos de manera segura y eficiente. El MIRS combina tecnologías como reducción, reutilización, reciclaje, compostaje, incineración y rellenos sanitarios (19).

### **2.1.9. Fases de la gestión integral de residuos sólidos**

Corresponde al conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos que incluye: separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio/transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (20).

### **2.1.10. El reciclaje**

Consiste en dar un aprovechamiento a los residuos sólidos que se generan y obtener de estos una materia prima que pueda ser incorporada de manera directa a un ciclo de producción o de consumo (21); tal es el caso de los plásticos, el cartón y otros materiales reciclables que al ser desechados pueden convertirse en la materia prima de nuevos productos, mediante procesos de transformación para evitar que estos sean desechados en la disposición final de una gestión de residuos sólidos (22).

### **2.1.11. El compost**

El compostaje se define como la descomposición biológica de desechos, que comprende sustancias orgánicas de origen vegetal o animal en condiciones controladas, hasta alcanzar un estado estable para su correcto almacenamiento y utilización (23).

### **2.1.12. Rellenos sanitarios**

Corresponden a un método destinado para la disposición final de la basura, es decir son

instalaciones especialmente diseñadas para no causar riesgos a la salud de la ciudadanía, ni perjudicar el ambiente durante y después de su vida útil, en el que se utiliza principios de ingeniería y tecnología para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, compactándola para minimizar el volumen y cubriéndola con capas de suelo de manera diaria (24).

### **2.1.13. Caracterización de residuos**

El proceso de caracterización es desarrollado específicamente para determinar cuál es la composición de los residuos de una localidad. Por lo que es una terminología utilizada para describir los componentes que conforman un flujo de residuos, así como su distribución relativa que generalmente es expresada en porcentaje por peso de cada uno de los tipos de residuos. De esta manera se identifica el potencial de reciclaje (12).

- **Producción per cápita (PPC):** Parte de una fórmula matemática que permite detectar cuál es la cantidad de residuos sólidos que se genera por habitante de una localidad en un día, la misma que está expresada en kg/hab/día y es la base de cálculo para el diseño e implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos. No obstante, este valor también ha sido considerado como un indicador de contaminación que se utiliza para intensificar recursos de prevención y mitigación (25).
- **Densidad:** La densidad de los residuos sólidos urbanos se cataloga como un valor indispensable que permite dimensionar los recipientes de pre almacenamiento tanto en los domicilios como en las vías urbanas; por lo que, también permite marcar los volúmenes de los equipos para recoger y transportar los residuos al proceso de disposición final (26).
- **Porcentaje de residuos:** Se determina como la cantidad numérica que representa la proporcionalidad de una parte con respecto a la totalidad. Es decir que se refiere a la cantidad porcentual de un tipo de residuo con respecto a la totalidad de residuos recolectados en una localidad (25).

#### **2.1.14. Sistema de información geográfica**

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (27).

#### **2.1.15. ArcGIS**

Se define como el principal componente de la suite de aplicaciones de ArcGIS de ESRI, pues es un software que incluye funcionalidades clásicas del sistema de información geográfica de escritorio y acoge un conjunto de herramientas que permiten evidenciar y manejar la información geográfica por medio de una arquitectura extensible sobre la cual se añaden nuevas funcionalidades para obtener un mapa deseado. Es decir que se cataloga como un software que proporciona herramientas de mapeo y razonamiento espacial para recopilar, organizar y administrar información geográfica (28).

#### **2.1.16. ArcGIS Network Analyst**

Esta es una extensión de ArcGIS que permite resolver problemas de red comunes, con la finalidad de encontrar la mejor ruta en una ciudad, así como encontrar el vehículo o la instalación de emergencia más cercana a un área de servicio. Es decir que, este software permite crear una base de datos de red para realizar un análisis del conjunto de datos obtenidos (29).

#### **2.1.17. Optimización de rutas**

Este proceso de optimización de rutas permite evidenciarse como una solución ante los problemas de congestión de las ciudades que es ocasionada por el incremento poblacional y por ende de crecimiento urbanístico, que provoca el aumento de vehículos y otros transportes en la zona vial. Es decir que, el proceso de optimización de rutas permite la construcción, ampliación y planificación en la malla vial del transporte masivo urbanístico (30).

## 2.2. Marco referencial

Sobre el tema de estudio a continuación se enmarca los principales aportes de autores relevantes que mencionan lo siguiente:

Sánchez, Cruz y Maldonado (31) en su estudio titulado “Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación”, donde el principal objetivo fue analizar la correlación entre la generación de residuos sólidos urbanos y algunas variables en nueve ciudades de la región, entre el 2007 y el 2014, utilizando estadísticas oficiales de cada país, el cual se basó en una metodología de tipo descriptiva y correlacional donde se encontró que la investigación sobre la generación de residuos sólidos municipales pretende contribuir al logro del desarrollo sostenible. Esto requiere políticas y regulaciones claras que fomenten la buena gobernanza y ciudadanos que reconozcan la necesidad de cambiar hábitos tanto en los procesos de producción como de consumo. Por lo tanto, se recomienda establecer claramente las variables e indicadores que se construirán tanto cuantitativa como cualitativamente para la toma de decisiones y la coordinación de políticas en el plan de manejo de residuos sólidos. Esto nos permitiría razonar sobre las causas de la generación de residuos, para que la política pública se centre en la solución de problemas específicos.

En la investigación de Ugwu, Ozoegwu y Ozor (32), sobre el tema: “Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos en la Universidad de Nigeria, campus de Nsukka, y recomendaciones para una gestión sostenible” en el que cuantificaron y caracterizaron los residuos generados utilizando el método ASTM D5231-92. La generación media diaria de residuos sólidos en la universidad se estimó en 2.218,66 kg durante el período de estudio de 6 meses. El campus tiene una tasa de generación de residuos sólidos per cápita de 0,06 kg/día. En el que para la gestión eficaz de los residuos sólidos y las recomendaciones estrategias se hicieron para incluir la reducción de la generación de residuos sólidos, la reutilización, el reciclaje, el compostaje, y la formación adecuada y la provisión de incentivos y otras políticas fiscales.

Según Alvarado & Cabrera (33), en su investigación sobre la “Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito de Caleta de Carquín” consideraron que para la creación de rutas destinadas a la recolección de

RSU mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se debe principalmente identificar los predios de la zona de estudio en un mapa, adicionalmente se requiere de mapas de la red vial y de intersecciones de las calles “nodos”, todos estos datos deben ser ubicados como capas. Conforme con Serna, García & Flores (30), la generación de la ruta óptima consiste ubicar puntos correspondientes a los predios domiciliarios que consecuentemente con la herramienta Network Analyst se realiza el trazado de la ruta óptima en el cual se considera parámetros definidos anteriormente en el Network Dataset el cual va de acuerdo a la normativa aplicada de cada país.

En el estudio de Azam et al., (34), titulado “Situación, caracterización y utilización potencial de los residuos sólidos municipales como fuente de energía renovable: Estudio de caso de Lahore en Pakistán”, se exploran la generación, tratamiento y características de composición fisicoquímica de los RSU como fuente de energía renovable en Lahore, la segunda ciudad más grande de Pakistán. En base a la tasa media de generación de RSU es decir (0,65 kg/hab/día), la producción diaria de RSU en esta ciudad alcanzaría las 7150 toneladas/día. Sin embargo, su eliminación de forma segura se ha visto restringida debido a la falta de: planificación previa, infraestructura, voluntad política y conciencia pública. El poder calorífico medio de los RSU se midió en  $14.490 \text{ kJ kg}^{-1}$ .

La investigación de Xiao, et al., (35), titulada “Una visión general de los modos de gestión de los residuos sólidos municipales y las innovaciones en Shanghai, China” presenta el modo de gestión de los RSU en Shanghái y su situación actual para enriquecer los estudios existentes sobre la gestión de los RSU. Los resultados muestran que el volumen total de generación de residuos urbanos y la cantidad de generación de Per Cápita fueron 9,00 millones de toneladas y 372,16 kg en 2017, aumentaron aproximadamente ocho veces y cuatro veces en comparación con los datos de 1978, respectivamente. La tasa de tratamiento de residuos alcanzó el 100% desde 2014, y la tasa de incineración aumentó hasta el 48,56% en 2017. Por último, se ofrecen recomendaciones políticas sobre el fortalecimiento del proceso de reciclaje de RSU.

En el trabajo, de Adeniran, Nubi y Adelopo (36), titulada “Generación y caracterización de residuos sólidos en la Universidad de Lagos para una gestión sostenible de los mismos”, la caracterización y la tendencia de los residuos sólidos generados en la Universidad de Lagos, Nigeria, se llevó a cabo utilizando los métodos ASTM D5231-92 y las Orientaciones

técnicas para el muestreo de residuos. La generación media diaria de residuos sólidos en el campus de Unilag Akoka se estimó en 32,2 toneladas. La caracterización de los residuos sólidos fue la siguiente: bolsas de polietileno 24%, papel 15%, materias orgánicas 15%, plástico 9%, materiales inertes 8%, sanitarios 7%, textiles 7%, otros 6%, cuero 4% metales 3%, vidrio 2% y residuos electrónicos 0%. Se debatieron opciones de gestión de residuos para optimizar la reutilización, el reciclaje y la reducción de la generación de residuos.

De igual forma en el estudio de Yépez (11), acerca de la “Optimización del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua – provincia de Cotopaxi. año 2014”, cuyo principal objetivo fue establecer una propuesta de optimización del sistema de recolección y transporte municipal para los residuos sólidos no peligrosos de la Parroquia Moraspungo, bajo el método descriptivo y deductivo y analítico, donde se realizaron cálculos matemáticos para determinar la capacidad y equipos óptimos para la recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos y se elaboró un mapa temático de nuevas rutas de recolección utilizando el programa AutoCAD 2010. De los resultados de este estudio se concluye que la producción de residuos sólidos per cápita en Moraspungo es de 0,31 kg/día y la generación total de residuos sólidos es de 3394,81 kg/día.

## **2.3. Marco legal**

### **2.3.1. Constitución de la República de Ecuador**

En relación con el marco legal que infiere dentro del estudio, se establece como primer punto a la Constitución del Ecuador, la cual, en la sección segunda sobre el Ambiente sano, menciona en el artículo 14, que:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (37).

### **2.3.2. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en su artículo segundo establece que:

1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3: (...)

a) Aplicar y/o seguir elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo, lo siguiente: (...)

viii) Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía; (...). (p. 4) (38).

### **2.3.3. Código Orgánico del Ambiente**

En lo que respecta al (COA), en su artículo 27 establece las facultades de los GAD Metropolitanos y Municipales en materia ambiental, de la siguiente forma:

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional: (...) (39).

Elaborar planes, programas y proyectos para sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos; (...) (p. 19)

En el artículo 231 apartado 2 se exponen las obligaciones y responsabilidades de Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos para la gestión

integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos (39).

#### **2.3.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente**

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente establece los lineamientos para el plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios en su artículo 565 de la siguiente forma:

Art. 565.- Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán elaborar y presentar el Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios, mismo que debe ser remitido a la Autoridad Ambiental Nacional para su aprobación, control y seguimiento (...) (40).

La vigencia y renovación del Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios se encuentra establecida en el artículo 569:

Art. 569.- Vigencia y renovación del Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios. - El Plan tendrá un plazo de vigencia de dos (2) años a partir de su aprobación, el cual deberá ser renovado (40).

La renovación del Plan deberá ser presentada ante la Autoridad Ambiental Nacional durante el último trimestre de su vigencia. (p. 117)

#### **2.3.5. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

El artículo 11 de la Ley de prevención y Control de la Contaminación Ambiental (41) establece que:

Art. 11.- Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica. (p. 3)

En adición a esto, en el artículo 14 se expone que:

Art. 14.- Las personas naturales o jurídicas que utilicen desechos sólidos o basuras, deberán hacerlo con sujeción a las regulaciones que al efecto se dictará. En caso de contar con sistemas de tratamiento privado o industrializado, requerirán la aprobación de los respectivos proyectos e instalaciones, por parte de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia. (p. 3)

### **2.3.6. Libro VI del TULSMA - Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final Desechos Sólidos no peligrosos**

Por otro lado, en la Norma de Calidad Ambiental establece los requerimientos generales para la entrega de desechos sólidos no peligrosos establecidas en el apartado 4.5.1, la cual menciona que:

4.5.1 En el caso de urbanizaciones, barrios o conglomerados con calles internas o cuyas condiciones impidan la circulación de vehículos de recolección, así como en situaciones de emergencia, los habitantes deben obligatoriamente trasladar los desechos sólidos a los sitios que la entidad de aseo determine (42).

En este contexto, en el apartado 4.7 sobre las Normas generales para la recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos, menciona que:

4.7.1 Los usuarios deben sacar a la vía sus recipientes o fundas con los desechos sólidos, sólo en el momento en que pase el vehículo recolector, salvo el caso de que se posea cestas metálicas donde colocar las fundas. Las cestas deben estar ubicadas a una altura suficiente, de tal manera que se impida el acceso a ellas de los niños y de animales domésticos (42).

### **2.3.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Descentralización (COOTAD)**

Asimismo, en el COOTAD, en su Capítulo III, sobre las funciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal en el Artículo 54, mencionan que:

k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales (43).

De igual forma en el artículo 55, menciona que las competencias del gobierno autónomo descentralizado municipal están:

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (43).

### **2.3.8. Acuerdo Nro. 061. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria**

En el Acuerdo Nro. 061 se encuentra el Capítulo VI, el cual hace alusión a gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. En el artículo 55 se menciona que:

Art. 55 De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.- La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final. Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final (20).

En la sección I, Parágrafo I de la Generación, Parágrafo II de la Separación en la fuente, Parágrafo III del almacenamiento temporal, Parágrafo IV de la Recolección y Transporte, Parágrafo V del Acopio y/o Transferencia, Parágrafo VI del Aprovechamiento, Parágrafo VII del Tratamiento y Parágrafo de la Disposición Final (20).

### **2.3.9. Ordenanza Municipal de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, del cantón Pangua**

Dentro de la ordenanza que regula la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Pangua se encuentra el Capítulo II correspondiente al Objetivo el cual se detalla en el Art. 5, mencionando que la presente ordenanza permite establecer una gestión integral de los residuos sólidos, para ello se implementará un sistema de barrido, incrementa alternativas de recolección, tratamiento y disposición final, incentivar a la ciudadanía a mantener limpia la ciudad, así como disminuir la generación de residuos y concientizar a la ciudadanía para que realicen el barrido de veredas y el 50% de la calle (44).

Adicionalmente, en el artículo 7 se expone el ámbito de aplicación de la ordenanza de la siguiente forma: “Art. 7. Ámbito. - La presente ordenanza rige en la jurisdicción del cantón Pangua, a todos sus habitantes residentes en el cantón.” (p. 6)

Por último, en el artículo 8 del documento se detallan las fases de la gestión de residuos sólidos comunes las mismas que corresponden a generación-reducción, separación o clasificación en la fuente, almacenamiento domiciliario, barrido de espacios públicos, recolección diferenciada y transporte, clasificación-aprovechamiento; y disposición final (44).

## **CAPÍTULO III**

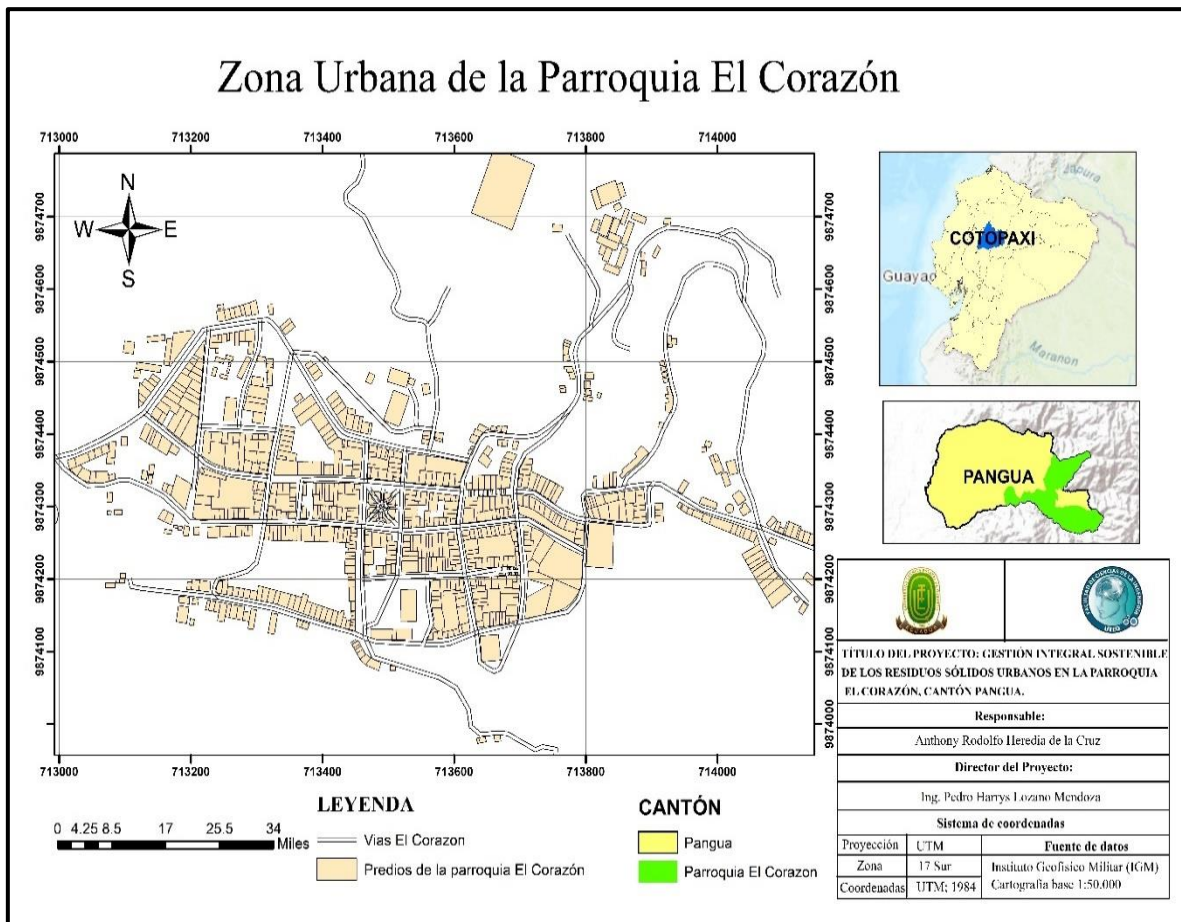
# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La investigación se desarrolló en zona urbana de la parroquia El Corazón a nivel domiciliario (ver en la figura 1), lugar que corresponde a la cabecera cantonal de Pangua, ubicada al sureste de la provincia de Cotopaxi, con las coordenadas geográficas UTM X= 713491 y Y= 987430, con una altitud de 1550 msnm el cual cuenta con 85,38 hectáreas que pertenecen al límite urbano y una población aproximada de 6565 habitantes mayoritariamente autoidentificados como mestizos. Limitando al norte con la parroquia Ramón Campaña y el cantón La Maná, al sur con la provincia de Bolívar, al este con la parroquia Pinllopata y el cantón Pujilí y al oeste con la parroquia Moraspungo y el cantón Quinsaloma.

**Figura 1.**

*Mapa de ubicación del centro urbano de la Parroquia El Corazón*



**ELABORADO POR: AUTOR**

## **3.2. Tipos de investigación**

### **3.2.1. Diagnóstica**

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó una investigación de tipo diagnóstica, con la finalidad de conocer el contexto actual de la gestión de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, cantón Pangua. Por medio de este tipo empírico de investigación se buscó comprender los hechos sociales situados o contextualizados en la realidad del problema de estudio, brindando una delimitación de los espacios estratégicos para la acción.

### **3.2.2. Exploratoria**

Se realizó una investigación de campo, para la recopilación de datos primarios para dar respuesta al problema de estudio planteado. Se hace alusión a que se recolectaron datos directamente del lugar de los hechos, y se participó en la realidad diaria de la gestión de residuos sólidos en la parroquia El Corazón del cantón Pangua.

### **3.2.3. Descriptiva**

Finalmente, con la investigación descriptiva se pretende describir la gestión que se realiza a los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón, cantón Pangua. En este sentido, se describe la situación actual del problema de estudio, por cuanto no se pretendió indagar en las razones por las que esto sucede, sino más bien, proponer estrategias que sirvan para dar solución al problema que se analiza.

## **3.3. Métodos de investigación**

### **3.3.1. Método analítico**

El presente método permitió analizar y comprender los resultados que se obtuvieron mediante la aplicación de las encuestas a la población, como también en la caracterización, en el que además este método facilitó la realización de propuestas sostenibles que contribuyan a la mejora del plan de gestión de residuos en el lugar de estudio.

### **3.3.2. Método de observación**

Este método se aplicó mediante el recorrido realizado en el vehículo recolector, en el que se observó cómo se desarrolla el proceso de recolección correspondiente a los residuos sólidos no peligrosos de origen domiciliario, hasta su disposición final en el relleno sanitario del cantón Pangua.

### **3.3.3. Método deductivo**

Se utilizó el método deductivo, considerando que es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios, lo que sirvió para el análisis de los resultados, como también en la redacción del presente documento y por ende de las conclusiones obtenidas a partir de la ejecución del estudio.

### **3.3.4. Método cuantitativo**

El método cuantitativo fue utilizado para el manejo de datos numéricos, mediante el cual se desarrolló fórmulas, cálculos y tabulaciones los cuales permitieron la generación de gráficos estadísticos y los resultados numéricos de la caracterización de los residuos.

## **3.4. Fuentes de recopilación de información**

**Fuentes Primarias:** Las fuentes primarias son aquellas que no han sido modificadas o alteradas. En el caso de esta investigación se realizó entrevistas, y reuniones con los altos mandos del GADMUPAN y al departamento de gestión ambiental para conocer la situación actual sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos, y además empleó una encuesta dirigida a la población perteneciente a la parroquia El Corazón, cantón Pangua.

**Fuentes Secundarias:** Para este estudio se recopiló información de libros, artículos de revistas, información documental, artículos científicos pertinente al tema de estudio, la cual permitió explicar y analizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón.

### 3.5. Diseño de la investigación

#### 3.5.1. Diagnóstico de la situación actual sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón

##### 3.5.1.1. Cálculo del tamaño de la muestra para la aplicación de encuestas

La parroquia El Corazón cuenta con 1057 predios urbanos, datos que fueron proporcionados por la directora del departamento de Avalúos Ing. Mery Villacrés del GAD Municipal de Pangua, mediante el cual se aplicó la ecuación para el cálculo del tamaño muestral utilizado para poblaciones finitas.

##### **Ecuación 1.**

*Fórmula estadística para calcular el número de muestra*

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

**Dónde (45):**

n: Tamaño de muestra buscado

N: Tamaño de la población o Universo

Z: Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (1.96)

e: Error de estimación máximo aceptado (0.05)

p: Probabilidad a favor (0.5)

q: (1-p) = Probabilidad en contra (0.5)

A partir del desarrollo de la ecuación se determina el tamaño de la muestra de la zona urbana de la parroquia El Corazón.

$$n = \frac{1,96^2 * 1057 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(1057 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{3,8416 * 264,25}{0.0025(1056) + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{1015.1428}{2.64 + 0.9604}$$

$$n = \frac{1015.1428}{3.6004}$$

$$n = 281.95$$

### **3.5.1.2. Muestreo piloto**

En la presente investigación se realizó un muestreo piloto mediante la aplicación de 73 encuestas a través de la herramienta tecnológica Google Form. Por su parte la encuesta en mención inicialmente estuvo estructurada con 26 preguntas, en la que mediante las observaciones recabadas se eliminó dos preguntas, quedando de esta manera 24 interrogantes para ser aplicadas en el lugar de estudio. Además, se utilizó el software estadístico SPSS V. 22 “Statistical Package for the Social Sciences” para determinar la confiabilidad de las preguntas mediante el análisis de consistencia interna (Alfa de Crombach) (46), en el que se obtuvo un valor de fiabilidad mayor a 0.7, denotando que la encuesta es muy buena y puede ser aplicada en la investigación.

### **3.5.1.3. Aplicación de encuestas**

Se realizaron 282 encuestas, la misma que fue aplicada una por cada domicilio de la zona urbana de la parroquia El Corazón, con el propósito de obtener información en campo. La encuesta de aplicación constó de 24 preguntas en escala de Likert (Anexo 1) enfocadas a conocimientos generales sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos GRSU en la zona de estudio, ya que mediante esta técnica se obtuvo información para su posterior procesamiento y análisis de los datos (47).

### 3.5.1.4. Entrevista

Se realizó una entrevista personal al Ing. Luis Guzmán quien es el director encargado de la Dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento del GAD municipal de Pangua, en el que se realizó 18 preguntas abiertas (Anexo 4) enfocadas a la actual gestión de los residuos sólidos urbanos que se lleva a cabo en la parroquia matriz El Corazón, de tal manera que esta técnica contribuyó para la realización de un análisis cualitativo y comparativo con los resultados obtenidos.

### 3.5.2. Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados a nivel domiciliario en la parroquia El Corazón

#### 3.5.2.1. Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra, se basó bajo los criterios establecidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (CEPIS/OPS) como se muestra en la Tabla 1, el cual establece el número de muestras en base al número de habitantes del lugar de estudio y el registro de la desviación estándar. Sin embargo, al no poseer datos de la desviación estándar de estudios anteriores se recomienda utilizar un valor de 200 gr/hab/día, obteniendo como resultado un tamaño de la muestra de 58 viviendas (48).

**Tabla 1.**

*Determinación del número de viviendas para el muestreo*

		<b>(Nro. De vivienda a probar)</b>				
		(1) Confiabilidad – 95% Error permisible – 50 gr/hab/día				
		Desviación estándar de las muestras del estrato en cuestión (gr/hab/día)				
		<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
Nro. Total de viviendas del estrato en cuestión	<b>500</b>	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	<b>1000</b>	3.8	15.1	33.4	<b>57.9</b>	87.6
	<b>5000</b>	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	<b>10000</b>	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	<b>Más de 10000</b>	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

**FUENTE: CEPIS/OPS (48).**

### 3.5.2.2. Socialización y distribución de las muestras en el lugar de estudio

Este proceso se inició, dando a conocer a cada uno de los propietarios de las viviendas que formaron parte del muestreo aleatorio que cubrió el 100% de la parroquia El Corazón (Ver en figura 2), con referencia a la investigación que se estaba desarrollado. Por lo que se les mencionó expresamente que las muestras deben ser representativas en cuanto a la cantidad de residuos que generan al día, los cuales se depositaron en una funda plástica que se les otorgó con anterioridad y se las retiró a las 17:00 p.m. de modo que en cada vivienda en la que se recolectó las muestras se tomó las respectivas coordenadas (Anexo 6) para posteriormente dividir al lugar de estudio en Zona Norte y Zona Sur.

**Figura 2.**

*Distribución de las muestras en la zona urbana*



**ELABORADO POR: AUTOR**

### 3.5.2.3. Recolección de las muestras

La recolección de muestras se llevó a cabo a partir de las 17h00 pm en cada vivienda. En el cual se recolectó ocho muestras diarias durante seis días, mientras que en el séptimo día se

recolectó 10 muestras, siendo un total 58 muestras recolectadas en una semana. Además, se preguntó en campo el número de personas de cada uno de los domicilios en los que se recogieron las muestras de residuos sólidos.

### 3.5.2.4. Cálculo de la producción per cápita

Para el cálculo de PPC se realizó el pesaje individual de cada una de las 58 muestras, y mediante los datos obtenidos del número de personas por vivienda se calculó la PPC para cada una de las muestras, en el que se obtuvo el valor promedio de Generación por habitante día (kg/hab/día) como se muestra en la Tabla 2.

#### Ecuación 2.

*Fórmula para calcular la Producción Per Cápita*

$$PPC = \frac{Wt}{n}$$

**Dónde (49):**

PPC = Producción per cápita

Wt = Peso diario de los residuos

n = Número de personas por vivienda

#### Tabla 2.

*Matriz de la obtención de muestras por día para el cálculo de la Producción Per Cápita*

	PPC (kg/hab/día)								Promedio
	Recolección de muestras por día								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Peso diario (kg)</b>									
<b>Número de personas por vivienda</b>									
<b>Producción per-cápita</b>									

**FUENTE:** Adaptado de Peñafiel., Cazares, K., Quilligana, A., Pasquel, A. (49).  
**ELABORADO POR:** AUTOR

### 3.5.2.5. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Para determinar la densidad de los residuos se realizó los siguientes procesos

- Se preparó un balde o recipiente cilíndrico el cual obtuvo una altura de 0.31m, un diámetro de 0.32m y un radio de 0.16m, seguidamente se utilizó una balanza de piso para pesar el recipiente vacío y restarlo con el peso de las muestras al momento del pesaje de ambos componentes, para no alterar el peso real de los residuos.
- Se colocó la basura dentro del recipiente sin hacer presión en los residuos, consecutivamente se levantó el recipiente desde una altura de 10cm y se dejó caer para que los residuos se asienten y llenen los espacios vacíos.
- Se utilizó un flexómetro para medir la altura de los residuos desde la base del recipiente, y consecuentemente se aplicó la fórmula para calcular el volumen de cada una de las muestras.

#### **Ecuación 3.**

*Fórmula para calcular el volumen de los residuos dentro del recipiente*

$$V = \pi * r^2 * H$$

**Dónde (50):**

V = Volumen

$\pi$  = Pi (Constante)

$r^2$  = Radio al cuadrado

H= Altura de los residuos en el recipiente

- Una vez que se obtuvieron todos los datos se calculó la densidad, para posteriormente obtener el promedio tanto de manera general como también para la Zona Norte y Zona Sur.

#### Ecuación 4.

Fórmula para calcular la densidad de la basura

$$D \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{(Wt)}{(V)}$$

Dónde (51):

D = Densidad de los residuos

Wt = Peso diario de los residuos

V = Volumen total del residuo

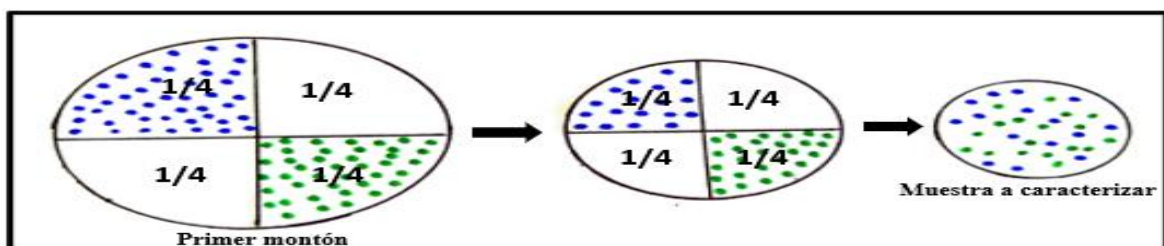
#### 3.5.2.6. Composición física de los residuos sólidos urbanos

Para determinar la composición física, se siguió la metodología de cuarteo propuesta por CEPIS/OPS, en la cual se realizó lo siguiente.

Las muestras obtenidas se vertieron en un lugar amplio y plano formando un circunferencia para posteriormente mezclarlas, y una vez homogenizada las muestras se distribuyeron en cuatro partes iguales el total de los residuos recolectados, para después seleccionar los lados opuestos del cuarteto; es decir el lado izquierdo superior y el lado derecho inferior, una vez seleccionada las partes opuestas se procede a retirar los residuos de los lados que no se consideraron, de este modo nuevamente se realizó la homogenización de las muestras seleccionadas para volver a distribuir en cuatro partes iguales y tomar los lados contrarios. Finalmente se obtiene una muestra representativa más pequeña de la cual se desarrolla la caracterización correspondiente como se presenta en la Figura 3, tanto para la Zona Norte y Zona Sur.

**Figura 3.**

*Esquema de la técnica de cuarteo*



FUENTE: CEPIS/OPS (48)

ELABORADO POR: AUTOR

Con la obtención de la muestra final, se distribuyó por tipo de residuo, para posteriormente realizar el pesado de cada uno de ellos, siguiendo la estructura que se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

*Pesaje por tipo de residuo contenido en la muestra*

<b>Tipo de residuos</b>	<b>Peso de cada residuo</b>
Orgánicos	
Papel	
Cartón	
Inertes (Loza, cerámica, tierra)	
Peligrosos (Baterías, Pilas, Medicamento)	
Botellas PET	
Polietileno	
Fundas plásticas	
Polipropileno	
Poliestireno	
Rechazos (Papel Higiénico, Pañales etc)	
Electrónicos	
Textiles	
Metales (Incluido latas)	
Vidrio	
Madera	
Otros	
<b>Peso total</b>	

**ELABORADO POR: AUTOR**

Una vez obtenido los pesos se lleva a cabo el cálculo del porcentaje individual de cada tipo de residuo para la Zona Norte y Zona Sur y de manera general, mediante el procedimiento que se presenta en la Ecuación 5 en la cual se divide la cantidad del residuo obtenido para el total del pesaje de la muestra, y este resultado se multiplica por 100 para obtener el porcentaje.

### **Ecuación 5.**

*Fórmula para calcular el porcentaje de los residuos*

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{(P_i)}{(W_t)} * 100$$

**Dónde (52):**

% = Porcentaje de cada residuo

P<sub>i</sub> =Peso de cada componente

W<sub>t</sub> = Peso diario de los residuos

### **3.5.3. Diseño optimizado de la ruta para la recolección de residuos sólidos en la parroquia urbana El Corazón**

En el presente estudio, la ruta idónea se diseñó a través del sistema de información geográfica (SIG), como lo es ArcGIS, debido a que estos sistemas se han consolidado en los últimos años como un apoyo fundamental para la toma de decisiones en áreas como la ingeniería (30). El proceso consiste básicamente en definir la ruta que está operando actualmente en la parroquia, para posteriormente ejecutarlo con la herramienta Network Analyst, de esta manera se trazará una ruta óptima considerando los parámetros definidos en el Network Dataset. Sin embargo, previamente se debe realizar los procedimientos específicos presentados a continuación.

#### **3.5.3.1. Extracción de la capa de vías de Qgis**

Con el programa Qgis, se extrajo la información de las vías actualizadas de la zona urbana de la parroquia El Corazón con la herramienta Open Street Map, en la que se seleccionó y cortó el lugar de estudio para posteriormente guardarlo en archivo OSM, y consecutivamente exportarlo como archivo Shapefile (Shp) para trabajar en el programa ArcGIS (30).

#### **3.5.3.2. Georreferenciación de la ruta actual**

Para obtener la información actual, se realizó un recorrido en el vehículo recolector de residuos sólidos, en colaboración con la Dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento del

GAD municipal de Pangua, en la cual se marcó puntos de coordenadas de la ruta actual mediante el uso del GPS y en base a aquellos datos se unió los puntos para trazar las líneas del recorrido actual en el programa ArcGIS. Además, para garantizar que los nombres de las calles sean correctas se realizó una superposición con imágenes de Google Earth y el shapefile de vías (53).

### 3.5.3.3. Horario de recolección de los residuos sólidos de la parroquia El Corazón

En la Tabla 4 se muestran los días y las horas en la que se realiza el servicio de recolección de los RSU dentro de la parroquia El Corazón.

**Tabla 4.**

*Horario de recolección de los residuos sólidos urbanos*

<b>Horario de recolección</b>			
	<b>Mañana</b>	<b>Tarde</b>	<b>Noche</b>
<b>Lunes</b>			
<b>Martes</b>			
<b>Miércoles</b>			
<b>Jueves</b>			
<b>Vienes</b>			
<b>Sábado</b>			
<b>Domingo</b>			

**ELABORADO POR: AUTOR**

### 3.5.3.4. Elaboración de la capa de vértices o puntos

La elaboración del shapefile de la capa de puntos, se realizó en base a la capa de las vías, en el cual se estableció puntos en las diferentes intersecciones de las vías, de tal manera que este procedimiento permitió trazar la ruta de manera eficiente (54).

### 3.5.3.5. Creación del Geodatabase

Con la creación de esta herramienta se agregó un feature datasets, al cual se incorporó la capa shapefile de los puntos de las vías creadas anteriormente, de este modo se elaboró un Network Dataset mismo que facultó el análisis de las vías y para ello se efectuó varias configuraciones en la tabla de atributos los cuales se presenta en la tabla 5 (54).

**Tabla 5.**

*Significados de los campos utilizados en la tabla de atributos de la capa vías*

<b>Campos</b>	<b>Descripción</b>
F_NODO	Punto de la vía inicial
T_NODO	Punto de la vía final
Name	Nombre de la calle
Oneway	Indica si la calle es unidireccional o en doble sentido, es decir indica el sentido de circulación.
Categoría	Si es calle, carretera, avenida etc.
FT_MINUTES	Hace referencia a los minutos de desplazamiento desde el nodo inicial hacia el nodo final.
TF_MINUTES	Representa los minutos en viceversa, es decir desde el nodo final hacia el nodo inicial.
Meters	Corresponde a la distancia de cada calle, esta puede darse en metros, kilómetros, etc.
Jerarquía (Hierarchy)	Consiste en la jerarquía que se les asigna a las categorías, por ejemplo: Jerarquía (1) para la categoría calle, Jerarquía (2) para la categoría avenida etc.

---

**FUENTE: ADAPTADO DE ZAMORA, R (2022) (54).**

**ELABORADO POR: AUTOR**

### **3.5.3.5.1. Especificaciones de los Atributos**

- **Atributo de distancia (Meters)**

Este atributo permite almacenar e indicar el sentido de cada tramo, de modo que para determinar su cálculo el sigue el presente orden: tabla de atributos>, atributo meters>, Calculate Geometry>, Property>, Length>, Units> Meters.

- **Atributo Oneway**

Este atributo facultó establecer el sentido de la vía, de tal manera que si el desplazamiento es hacia – desde el valor que se agregara en tabla de atributos es FT y si el desplazamiento es inverso desde – hacia se agregara TF, no obstante, si el sentido de circulación es bidireccional se debe agregar BI al campo.

- **Atributo de jerarquía**

El atributo en mención facultó definir funciones que el tramo cumple en base a la malla vial, en el que se estableció los límites de velocidad del vehículo recolector, estos en función del tipo de vía.

- **Atributo de tiempo**

Este atributo permite determinar el tiempo en minutos del desplazamiento que se realiza en cada tramo, para ello previamente se debe añadir dos campos en la tabla de atributos con el nombre de FT\_MINUTES Y TF\_MINUTES.

### **3.5.3.6. Creación de la nueva ruta**

Mediante la herramienta Network Analyst se realizó la nueva ruta para la recolección de residuos sólidos en la parroquia urbana El Corazón, el cual mejoró el tiempo y la distancia que transcurrirá durante el recorrido. Además, se ubicó criterios como las restricciones que puedan tener las vías y el horario en el que se va a realizar la recolección dentro de la herramienta de New Vehicle Routing Problem (55).

### 3.5.4. Propuestas sostenibles para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón

#### 3.5.4.1. Plan de gestión integral de residuos

Las propuestas de un plan de gestión integral sostenible se desarrollaron y sustentaron en base al diagnóstico, la caracterización y el diseño de la ruta idónea, considerando el bienestar ambiental y social de la parroquia en estudio.

Todos los programas cuentan con una misma estructura como se presenta en la Tabla 6, la misma que corresponde a objetivo del programa, meta, medidas, responsable de la medida, responsables de control, medios de verificación presupuesto y plazo para implementarse (54), con el fin de reducir los impactos ambientales generados por las inadecuada gestión de los RSU.

**Tabla 6.**

*Propuestas para el manejo de los residuos sólidos urbanos*

<b>Nombre del programa</b>			
<b>Objetivo</b>			<b>PGIRS 1</b>
<b>Meta</b>			
<b>Medida</b>			
<b>Responsable de la medida</b>			
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>			
<b>Responsable de control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Plazo para implementarse</b>

**FUENTE: ADAPTADO DE ZAMORA, R (2022) (54).**

**ELABORADO POR: AUTOR**

### **3.6. Instrumentos de la investigación**

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron varios instrumentos que permiten la obtención de información necesaria, las cuales consisten en la elaboración de 282 encuestas, aplicadas una por cada domicilio de la zona urbana de la parroquia El Corazón, permitiendo de esta manera realizar la investigación a nivel domiciliario. La encuesta en mención cuenta con 24 preguntas en escala de Likert (Anexo 1) direccionadas a determinar la percepción de la ciudadanía en cuanto a la actual gestión de los residuos que se desarrolla en la parroquia.

Así mismo se aplicó una entrevista de manera presencial al director encargado de la Dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento del GADMUPAN el Ing. Luis Guzmán, en el que se formuló 18 preguntas abiertas (Anexo 2) las cuales están enfocadas a la actual gestión de los residuos sólidos que se está realizando en la parroquia El Corazón. En consecuencia, por medio de esta herramienta se conoció las fortalezas y debilidades que presenta la entidad municipal en materia de residuos sólidos.

### **3.7. Tratamiento de los datos**

Los datos obtenidos en las encuestas aplicadas fueron tabulados y registrados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, en la que posteriormente mediante la utilización del software estadístico SPSS V. 22 se determinó la fiabilidad del instrumento aplicado mediante el análisis de consistencia interna (Alfa de Cronbach) en el que se consideró una fiabilidad mayor a 0.7. Además se realizó el Análisis de Componentes principales (ACP), en el que se redujo el número de variables que mostraron una baja fiabilidad sin que se pierdan las características y propiedades de la misma (56).

#### **3.7.1. Análisis factorial de los datos**

Se realizó la prueba de esfericidad de Bartlett y de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) con el propósito de conocer la viabilidad del análisis factorial, en el que para dicho caso se tiende a considerar como inaceptable los resultados de  $KMO < 0,5$  debido a que el valor mientras más cercano a 1 sea, se considera que existe una buena relación entre las variables (57). Por su parte la prueba de esfericidad de Bartlett evaluó la aplicabilidad del análisis factorial de las variables de la encuesta, de tal manera que el modelo tiende a ser significativo si el valor

de “Sig. es  $< 0.05$  se acepta  $H_0$  (hipótesis nula) y se aplica el análisis factorial, pero caso contrario si el valor de “Sig. es  $> 0.05$  se rechaza  $H_0$ , y no se puede aplicar ningún análisis factorial” (58).

El método de extracción se utilizó para reducir el número de variables, en este caso se extrajeron preguntas que presentaron valores menores a 0.65. No obstante existen consideraciones que el investigador del proyecto puede ejecutar al momento de la toma de decisiones con respecto a la extracción. Así mismo se realizó la varianza total explicada la misma que debe considerarse en un intervalo del 70% y 80% como mínimo (59).

Consecuentemente se realizó los componentes rotados, mediante la rotación de eje Varimax, en el que se evalúa todas las preguntas consideradas en método de extracción consiguiendo de esta manera la formación de los componentes y las variables que la integran, de modo que dichas variables consideradas son las que presentan valores superiores a 0,65 para cada componente (58).

## **3.8. Recursos humanos y materiales**

### **3.8.1. Materiales de campo**

#### **3.8.1.1. Equipos de protección personal**

Se utilizaron como equipos de protección personal (EPP) guantes de nitrilo y mascarilla KN95 tanto para la recolección de las muestras en las viviendas como también para la manipulación de los residuos durante la caracterización.

#### **3.8.1.2. Fundas plásticas para basura**

Se utilizó para el almacenamiento y recogida de las muestras en cada uno de los diferentes domicilios de la zona urbana.

#### **3.8.1.4. GPS**

Se usó el dispositivo para la obtención de las coordenadas de cada uno de los domicilios en los que se recolectó las muestras de residuos. Así también se empleó para definir mediante

líneas el recorrido de la ruta actual del vehículo recolector.

#### **3.8.1.5. Balanza de pie**

Se empleó este instrumento de medición para pesar cada una de las muestras de residuos recolectados tanto para el cálculo de la PPC como también después del cuarteo.

#### **3.8.1.6. Balde o recipiente plástico**

Se utilizó un balde cilíndrico de 25 litros de capacidad en el cual se depositaron los residuos obtenidos de las diferentes muestras para calcular el volumen y consecuentemente la densidad de los residuos sólidos.

#### **3.8.1.7. Plástico negro**

Se ocupó un plástico negro de dimensiones 2.50m de largo y 2.50m de ancho para ubicar en el suelo, mismo que sirvió como franja para que no se filtren los posibles lixiviados proveniente de los residuos sólidos.

### **3.8.2. Softwares**

#### **3.8.2.1. ArcGIS**

Se utilizó este software en la determinación de los puntos para obtener las muestras de los residuos, como también permitió la elaboración y diseño de la ruta óptima para la recolección de los residuos sólidos.

#### **3.8.2.2. Microsoft Excel**

Se empleó para crear la base de datos de las encuestas aplicadas, en la que posteriormente permitió el procesamiento en el software SPSS.

#### **3.8.2.3. SPSS V.22**

Este software se usó para determinar la fiabilidad de la encuesta, en la que además facultó la realización del proceso estadístico de las preguntas correspondiente al instrumento aplicado.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados**

### **4.1.1. Diagnóstico de la gestión actual de los residuos sólidos urbanos en la parroquia El Corazón**

A partir de la encuesta realizada se recolectó información con relación a la gestión de residuos que se desarrolla en la parroquia El Corazón, cantón Pangua; fue indispensable encuestar a una muestra de pobladores de dicha parroquia, compuesta por 282 personas; con lo cual se obtuvo resultados que fueron tabulados y mediante el software SPSS V.22, se obtuvieron gráficas estadísticas.

#### **4.1.1.1. Análisis de fiabilidad – Alfa de Cronbach**

El análisis de fiabilidad “Alfa de Cronbach” se realizó a las 18 preguntas que son de carácter ordinal de las encuestas aplicadas con lo cual, se obtuvo como resultado un valor de 0,815 es decir que se alcanzó una cifra cercana a 1, indicando de esta manera que el instrumento aplicado si dispone de alta fiabilidad. Así también es preciso señalar que, tras el análisis de las 18 variables se obtuvo como datos estadísticos una media de 56,44; así como una varianza de 86,54 y una desviación estándar de 9,30.

#### **4.1.1.2. Análisis de componentes principales**

En esta fase de estudio, se analizó los componentes principales para depurar de mejor manera la base de datos obtenida y a partir de ello lograr mayor precisión en los resultados. Mediante el desarrollo del test de Keiser- Meyer-Olkin (KMO), se relacionó los coeficientes de correlación, al igual que la prueba de Bartlett, para encontrar igualdad en la muestra.

##### **4.1.1.2.1. Keiser- Meyer-Olkin (KMO) y prueba de Bartlett**

Tras el test de KMO, se obtuvo un valor de 0,707 el cual refleja como un valor mediano, indicando una buena relación entre las variables. Así también en la prueba esfericidad de Bartlett, se obtuvo un valor de 1326,182 y una significancia con un valor de 0,000 menor a 0,05 denotando de esta manera que existe factibilidad en el análisis factorial desarrollado.

#### 4.1.1.2.2. Método de extracción en el análisis de componentes principales

Para la obtención de resultados con mayor enfoque y bajo criterio del investigador, se dieron modificaciones necesarias; es por ello que, de las 18 preguntas evaluadas, ocho presentaron comunalidades menores a 0,65; para lo cual se destacó la ubicación del ítem 21; ya que también se considera como una pregunta indispensable para el desarrollo investigativo. Con lo cual se finiquitó con un total de 11 preguntas que se presenta en la Tabla 7.

**Tabla 7.**

*Método de extracción de las preguntas*

	Comunalidades	
	Inicial	Extracción
4. ¿Con qué frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?	1,000	,836
7. ¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.)?	1,000	,668
9. ¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?	1,000	,824
10. ¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?	1,000	,847
11. ¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?	1,000	,740
16. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón?	1,000	,702
17. ¿Cree usted que el GAD Municipal de Pangua aprovecha los residuos orgánicos recolectados?	1,000	,799
21. ¿Cómo considera usted la gestión de los residuos sólidos en la parroquia El Corazón?	1,000	,568
22. ¿Considera usted que el GAD Municipal de Pangua debe realizar campañas de educación ambiental enfocadas a minimizar la generación de residuos sólidos en los domicilios?	1,000	,815

	Comunalidades	
	Inicial	Extracción
23. ¿Le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad?	1,000	,724
24. ¿Le gustaría estar informado sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que se realiza en la parroquia El Corazón?	1,000	,795

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.1.2.3. Varianza total explicada

En la Tabla 8 se presenta la varianza total explicada en la que se agruparon en cuatro componentes, los cuales son estadísticamente más significativos. Obteniendo de esta manera un porcentaje de varianza para el primer componente de 22,71%: mientras que para el segundo componente fue del 21,67%; así como para el tercer componente del 18,62%, y finalmente para el cuarto componente del 12,52%. Con lo cual, se tiene un porcentaje acumulado del 75,53%, lo que se evidencia como valores aptos para la asignación de grupos de acuerdo a su influencia.

**Tabla 8.**

*Varianza total explicada*

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,710	33,730	33,730	3,710	33,730	33,730	2,499	22,717	22,717
2	1,952	17,748	51,478	1,952	17,748	51,478	2,384	21,672	44,389
3	1,420	12,906	64,385	1,420	12,906	64,385	2,049	18,623	63,013
4	1,226	11,150	75,534	1,226	11,150	75,534	1,377	12,522	75,534
5	,683	6,210	81,744						
6	,491	4,464	86,208						
7	,464	4,220	90,427						
8	,364	3,308	93,736						
9	,279	2,537	96,273						
10	,230	2,087	98,360						
11	,180	1,640	100,000						

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.1.2.4. Componentes rotados

Tras el análisis de los componentes rotados, se obtuvo variables que presentan correlación

con cada uno de los cuatro componentes mediante la rotación del eje Varimax, en el que se consideró valores mayores 0,65 exceptuando el ítem 21 (Ver en la tabla 9), de este modo el componente uno, denominado “Eficiencia del servicio de recolección de los RSU”, se obtuvo tres variables correspondiente a las preguntas 10, 11,16. Así que, para el componente dos denominado “Educación ambiental”, se consiguió tres variables que corresponden a las preguntas 22, 23 y 24. Mientras que el componente tres, el cual se nombró “Buenas prácticas ambientales” obtuvo tres variables correspondiente a las preguntas 4,7 y 9. Finalmente, el componente cuatro, nombrado “Aprovechamiento y gestión de los RSU por parte del GAD municipal de Pangua”, se obtuvo dos variables mismas que pertenecen a las preguntas 17 y 21. Denotando de esta manera, la adecuada agrupación que permite continuar con el análisis de los componentes.

**Tabla 9.**

*Matriz de componentes rotados*

Variables	Componentes			
	1	2	3	4
4. ¿Con qué frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?	,152	,037	<b>,882</b>	,185
7. ¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.)?	,281	,271	<b>,667</b>	-,354
9. ¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?	,086	,106	<b>,878</b>	,183
10. ¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?	<b>,907</b>	,081	,132	,012
11. ¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?	<b>,845</b>	,038	,120	-,098

Variables	Componentes			
	1	2	3	4
16. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón?	<b>,769</b>	,097	,145	,283
17. ¿Cree usted que el GAD Municipal de Pangua aprovecha los residuos orgánicos recolectados?	,006	,133	,144	<b>,872</b>
21. ¿Cómo considera usted la gestión de los residuos sólidos en la parroquia El Corazón?	,496	,080	,088	<b>,555</b>
22. ¿Considera usted que el GAD Municipal de Pangua debe realizar campañas de educación ambiental enfocadas a minimizar la generación de residuos sólidos en los domicilios?	,088	<b>,898</b>	,027	-,012
23. ¿Le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad?	,056	<b>,820</b>	,167	,142
24. ¿Le gustaría estar informado sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que se realiza en la parroquia El Corazón?	,066	<b>,882</b>	,090	,071

**Nota.** Los números resaltados con el color rojo son los valores superiores a 0,65 los cuales conforman los componentes.

## **ELABORADO POR: AUTOR**

### **4.1.1.2.5. Análisis de componentes**

En este apartado se evidencia los cuatro componentes que se identificaron, tras el análisis de componentes principales.

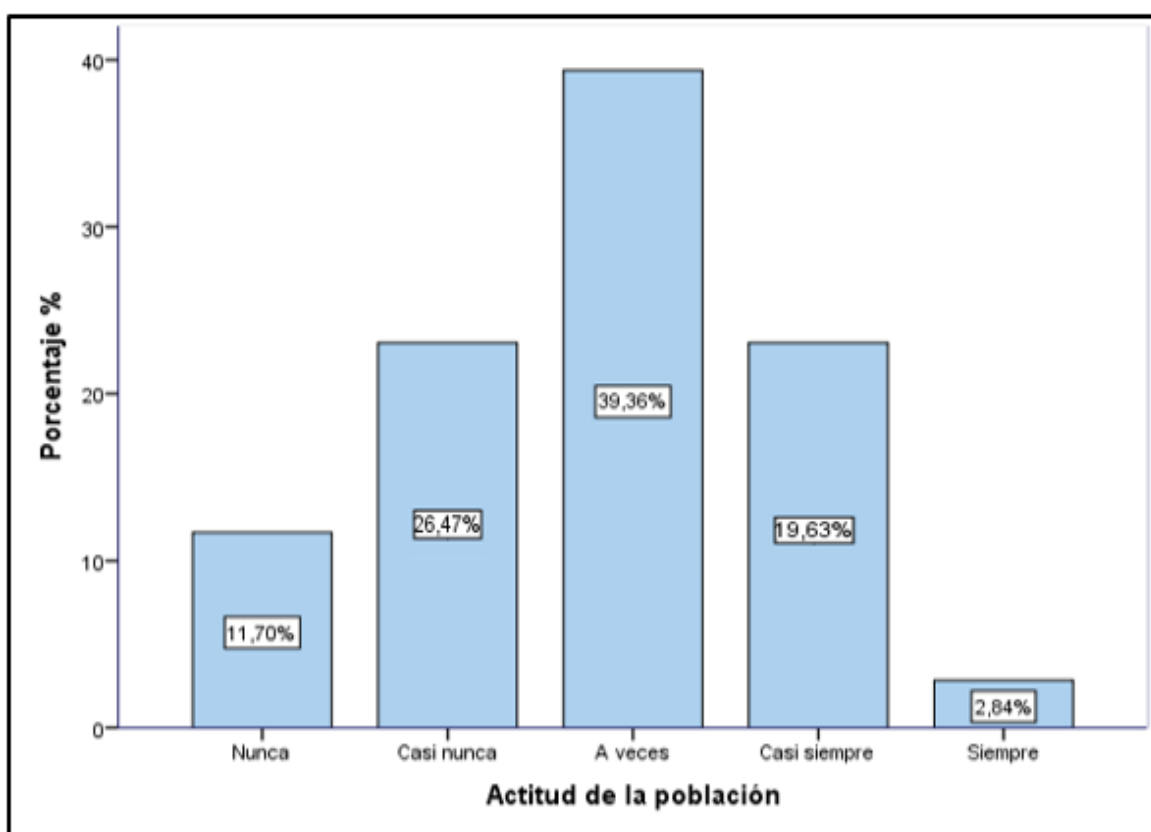
#### **4.1.1.2.5.1. Componente 1: Eficiencia del servicio de recolección de los RSU**

Dentro de este componente se integra la Figura 4 que tiene relación a la frecuencia con la que se realiza el barrido y limpieza de las vías de espacios públicos antes de la recolección

de RSU, para lo cual, las personas encuestadas consideran en su mayoría con el 39,36% de la población que este barrido y limpieza solo se realiza a veces antes de la recolección de residuos. Seguido de un 26,47% de quienes mencionaron que casi nunca se realiza, contrario a lo que manifiesta el 19,63% que se realiza casi siempre, no obstante, el 11,70 % indica que nunca se realiza este servicio, mientras que minoritariamente el 2,84% indican que siempre se realiza. Determinando de esta manera que el barrido y limpieza no es constante pero tampoco es totalmente insuficiente, sin embargo se debe poner especial atención en esta opción debido a que, se debe mejorar el servicio para evitar respuestas negativas como las que se obtuvo en esta opción de casi nunca y nunca.

**Figura 4.**

*¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?*



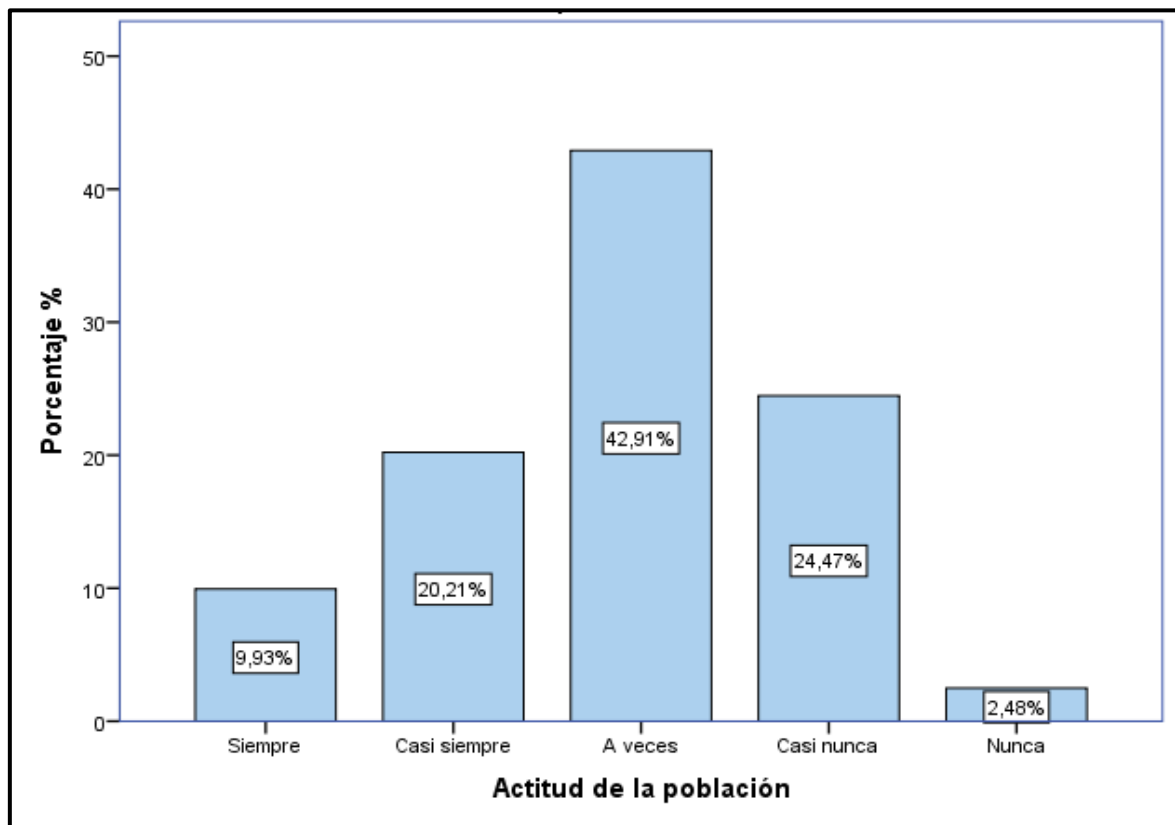
**ELABORADO POR: AUTOR**

En la Figura 5 hace referencia si los encuestados han observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas. Obteniéndose una mayoría del 42,91% de quienes mencionaron que a veces se observa este tipo de situaciones, seguido de un 24,47% de

quiénes indican que casi nunca ha observado este tipo de depósitos. Y por lo contrario se conoció que un 20,21% de pobladores expresaron que casi siempre han observado este tipo de situaciones en las vías públicas o terrenos baldíos. Determinando de esta manera que, efectivamente esta situación si se encuentra presente en la zona de estudio, pero no en todas las localidades por el tipo de respuestas que se obtuvo a lo largo de la investigación. Lo cual es una situación que debe ser corregida.

**Figura 5.**

*¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?*

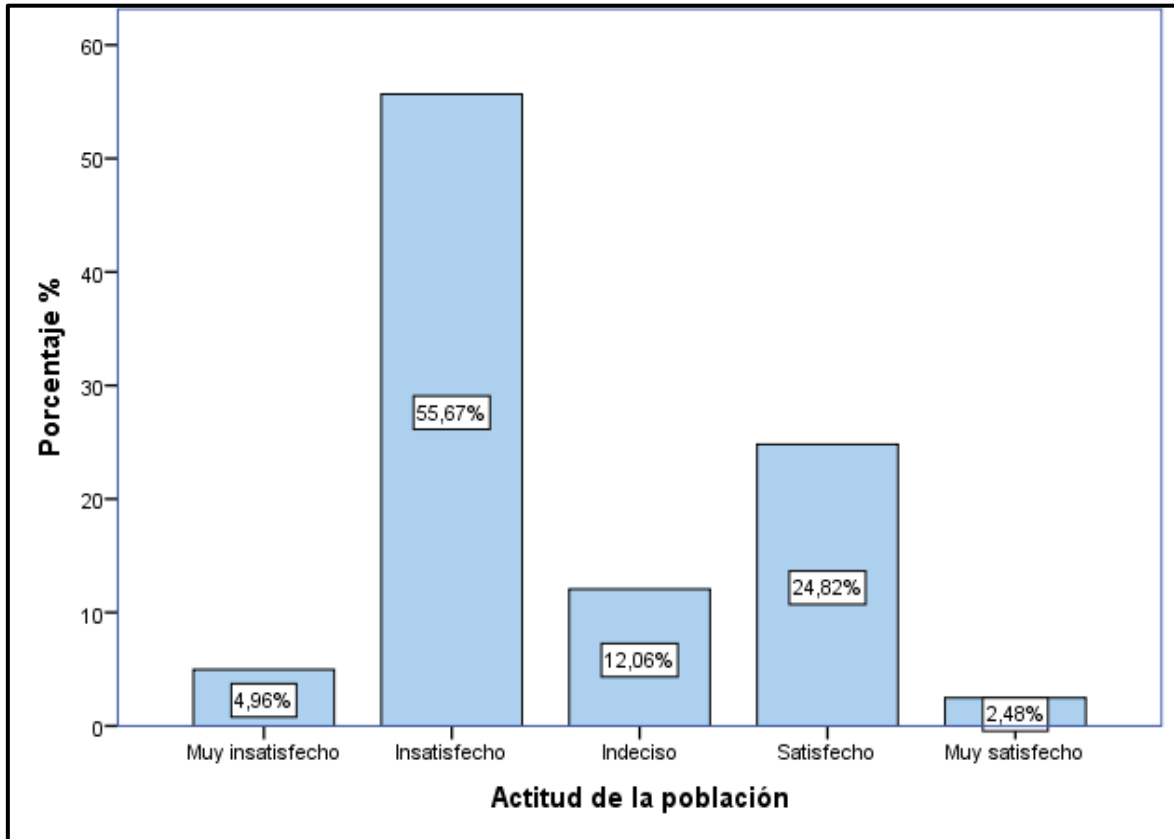


**ELABORADO POR: AUTOR**

Así también, en la Figura 6 la cual tiene relación con el nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón en el cual se obtuvo que, la mayoría poblacional representada por el 55,67% mencionaron estar insatisfechos. Seguido de un 24,82% de la población quiénes manifestaron estar satisfechos y un 12,06% de quienes están indecisos en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos que otorga el GAD Municipal. Evidenciándose con estos resultados que la mayoría poblacional siente insatisfacción por el servicio de recolección de residuos de la parroquia de estudio.

**Figura 6.**

*¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón?*



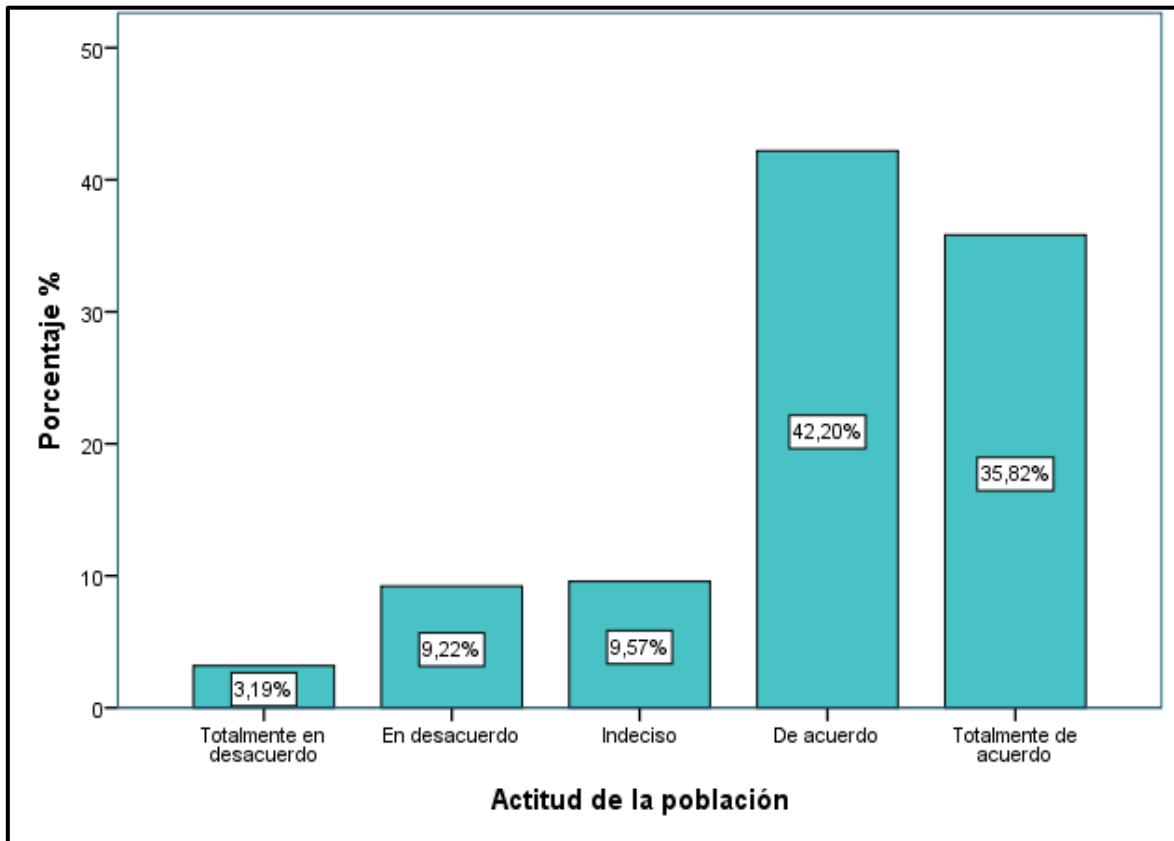
**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.1.2.5.2. Componente 2. Educación Ambiental**

Dentro la Figura 7 correspondiente al segundo componente denominado educación ambiental, las personas encuestadas expresaron mayoritariamente con un 42,20% que están de acuerdo que el GAD Municipal de Pangua realice campañas de educación ambiental para minimizar la generación de residuos en la fuente al igual que un 35,82% de la población de quienes mencionaron que están totalmente de acuerdo. No obstante, un 9,57% indicaron estar indecisos que se realice este tipo de campañas, sin embargo se denota claramente la disponibilidad de la población en ser partícipes de las campañas de educación ambiental que estén enfocadas a minimizar la generación de residuos.

**Figura 7.**

*¿Considera usted que el GAD Municipal de Pangua debe realizar campañas de educación ambiental enfocadas a minimizar la generación de los residuos sólidos en los domicilios?*

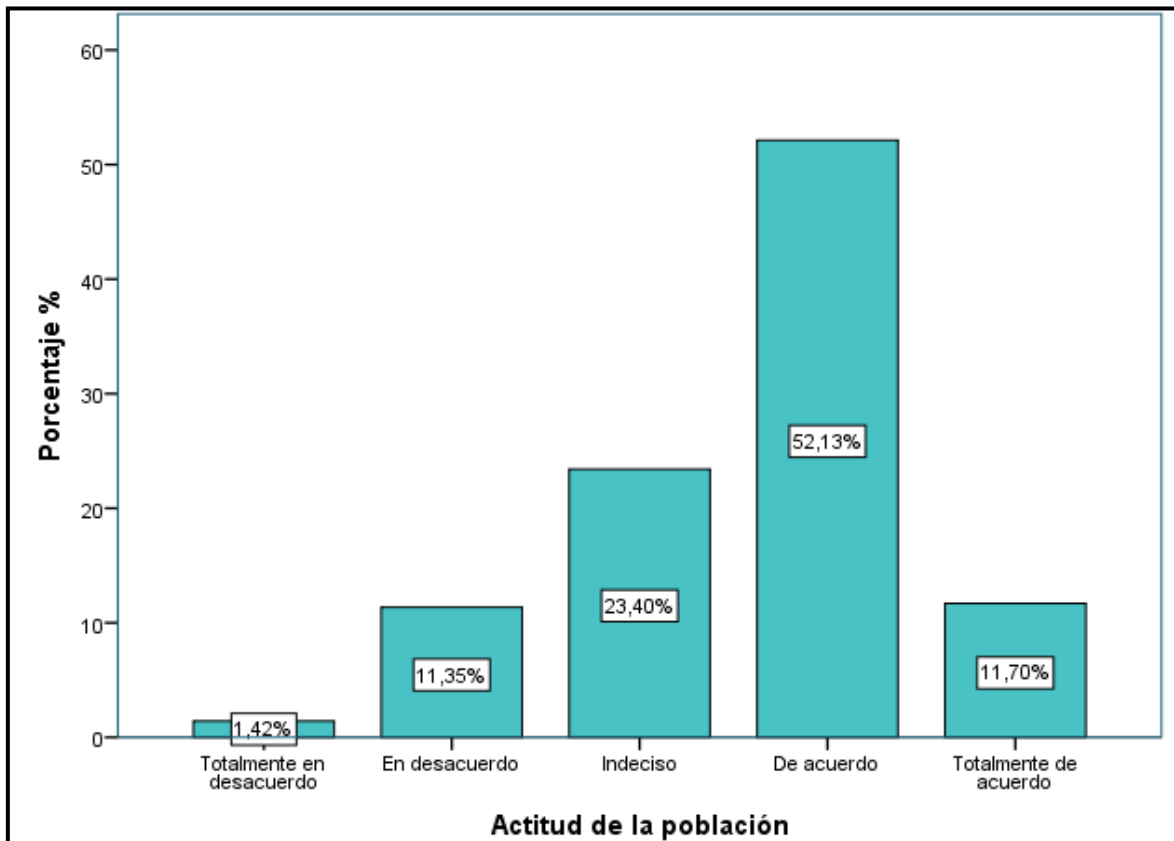


**ELABORADO POR: AUTOR**

En la Figura 8 menciona si le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad. A partir de la cual se conoció que la mayoría poblacional compuesto por 52,13% mencionó estar de acuerdo y un 11,70% están totalmente de acuerdo en participar. Por lo contrario, el 23,40% se encuentra indeciso y un 11,35% está en desacuerdo con este tipo de participación en proyectos de sostenibilidad, lo que se evidencia de esta manera que la mayoría poblacional está gustosa de participar en proyectos de sostenibilidad siempre que se realice en la parroquia.

**Figura 8.**

*¿Le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad?*

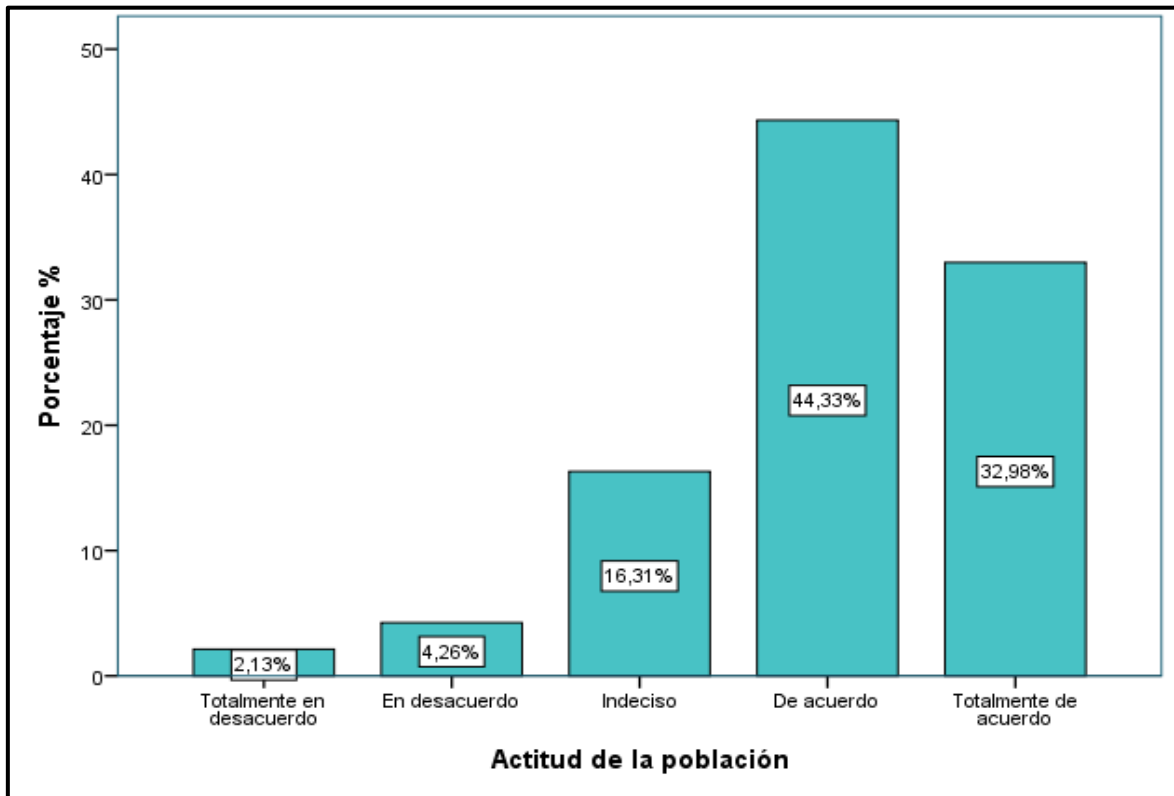


**ELABORADO POR: AUTOR**

De igual manera en la Figura 9 la cual tiene relación en sí las personas encuestadas les gustaría recibir información acerca de la gestión de residuos sólidos urbanos que se realice en su parroquia. Conociéndose que existió una clara respuesta positiva en este apartado, debido a que, la mayoría poblacional compuesta por el 44,33% mencionó estar de acuerdo y un 32,98% están totalmente de acuerdo conformando de esta manera alrededor del 77% de la población que si les gustaría mantenerse informado sobre la gestión de residuos sólidos que se lleva en la parroquia. No obstante, el 16,31% está indeciso en recibir información.

**Figura 9.**

*¿Le gustaría estar informado sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que se realiza en la parroquia El Corazón?*



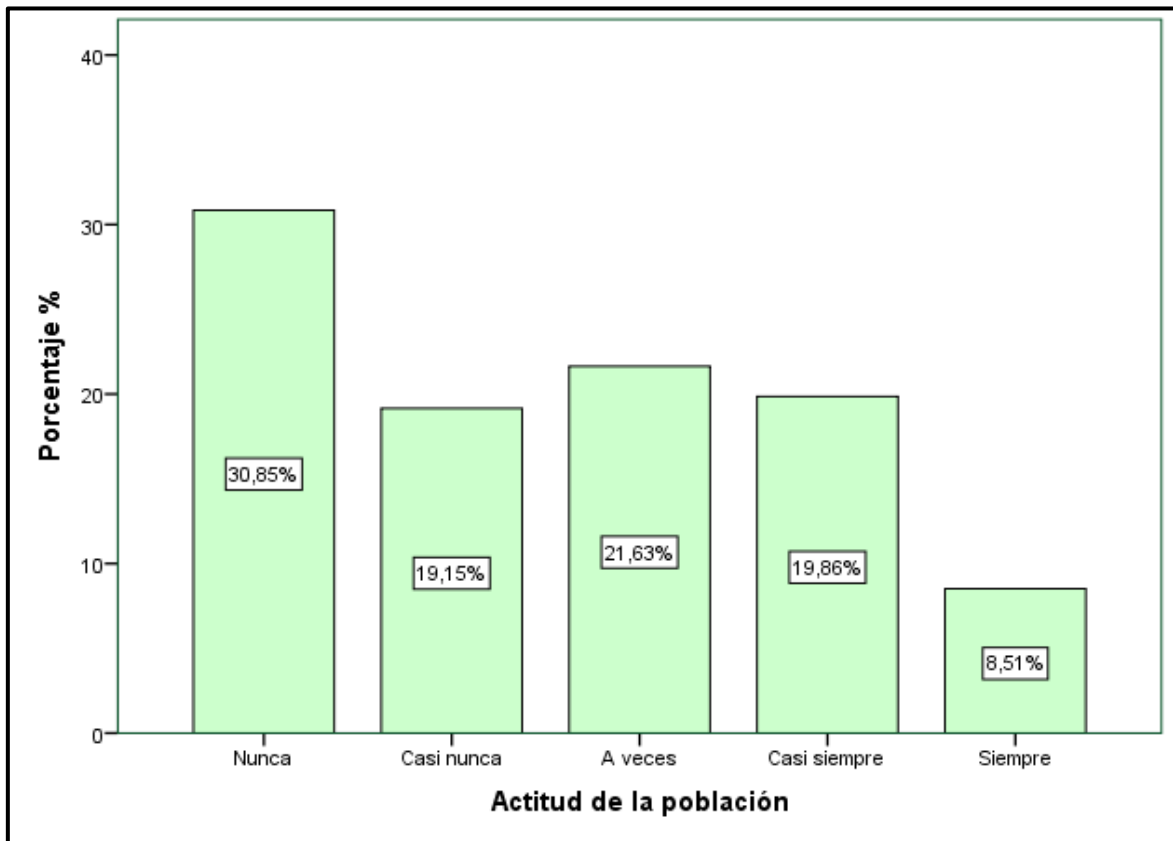
**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.1.2.5.3. Componente 3. Buenas prácticas ambientales**

Dentro del tercer componente denominado buenas prácticas ambientales, se conoció en base en la Figura 10, la cual está relacionada a la frecuencia en que las personas separan los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en sus domicilios. Denotando que existe una mayoría poblacional con el 30,85% quienes mencionaron que nunca realizan la clasificación entre los residuos generados en sus hogares. Al igual que un 19,15% de la población quienes mencionaron que casi nunca realizan esta actividad de clasificación. Seguido del 21,63% los cuales mencionaron que solo a veces separan los residuos. Por lo contrario, un 19,86% de la población manifiesta que casi siempre realiza esta clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos al igual que un 8,51% de la población mencionó que siempre. Evidenciándose de esta manera que mayoritariamente la población no separa los residuos en orgánicos e inorgánicos que se generan en los domicilios lo cual corresponde a una problemática que debe ser solucionada.

**Figura 10.**

*¿Con qué frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?*

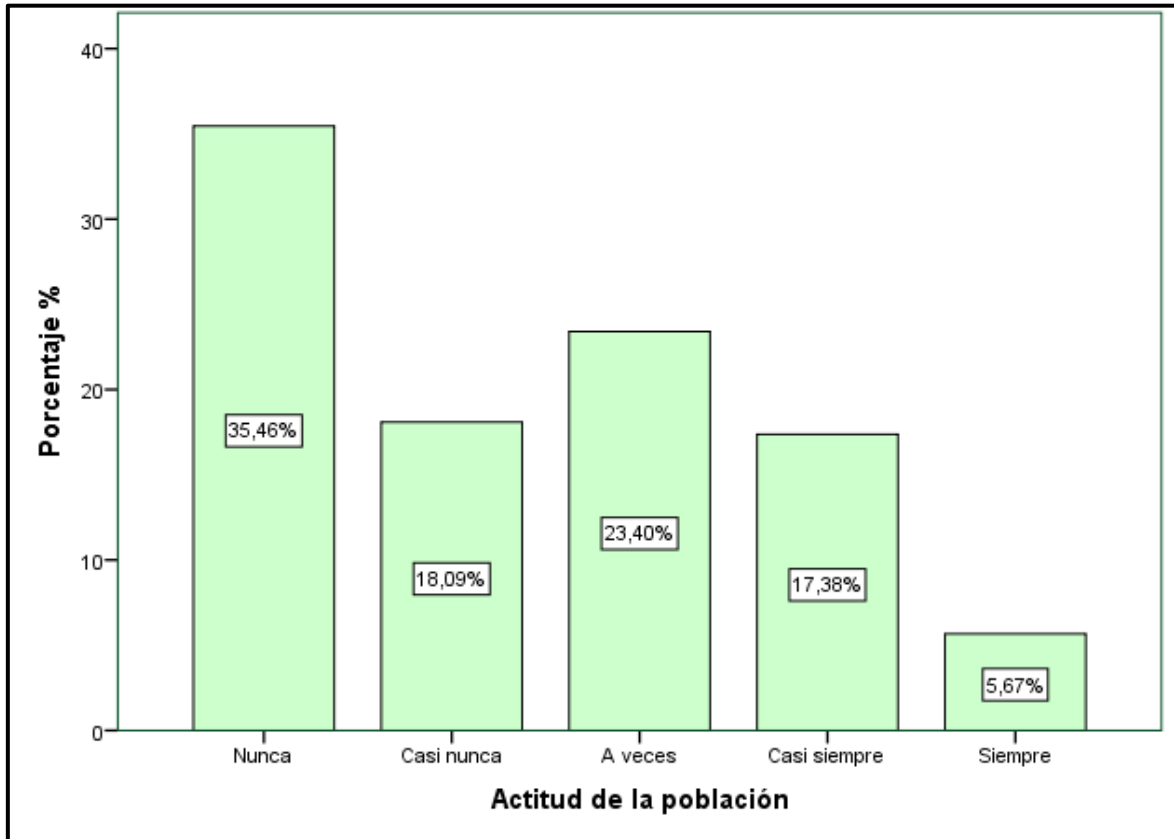


**ELABORADO POR: AUTOR**

De acuerdo con la Figura 11 la cual menciona que si los encuestados identifican los residuos orgánicos de los inorgánicos y los reciclables previo a la entrega al recolector. De lo cual se obtuvo que el 35,46% y 18,09% de la población mencionan que nunca y casi nunca respectivamente identifican los residuos, seguido de un 23,40% de la población quienes indicaron que a veces si identifican los residuos generados en sus hogares. Por lo contrario, existió un 17,38% de la población quienes mencionaron que casi siempre y un 5,67% manifestaron que siempre realizan la identificación previa a la entrega del recolector. Determinando de esta manera que la mayoría poblacional no identifica los residuos que se entregan al recolector.

**Figura 11.**

*¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?*

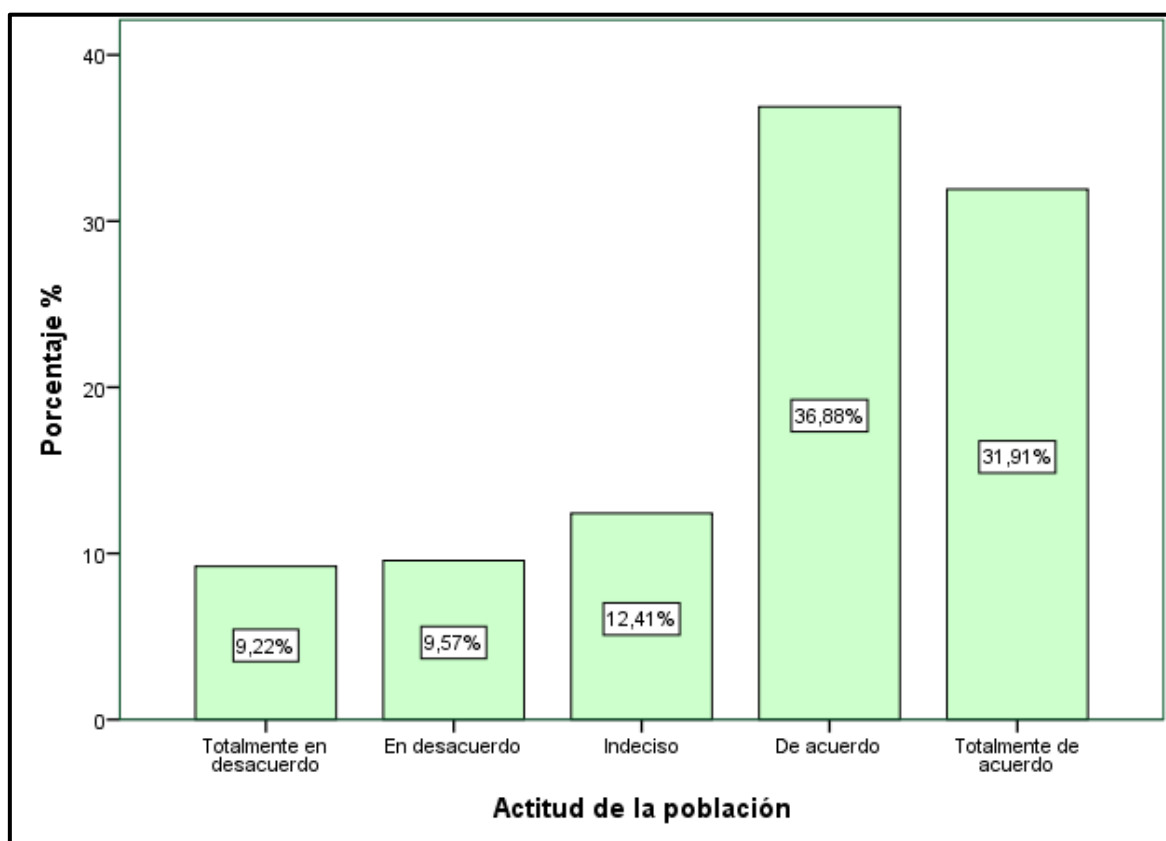


**ELABORADO POR: AUTOR**

En relación con la Figura 12 se determinó que el 36,88% de la población mencionó estar de acuerdo en reciclar los residuos como plásticos, papel, cartón, vidrio, metal, entre otros, además el 31,91% de la población mencionaron estar totalmente de acuerdo en reciclar, evidenciando de esta manera que mayoritariamente la población tiene la predisposición de reciclar los residuos que se genera dentro de sus hogares. No obstante, un 12,41% mencionaron estar indecisos ya que no disponen del tiempo suficiente para realizar esta actividad. Finalmente, se reconoce que un pequeño porcentaje representado en un 9,57% y 9,22% expresaron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en reciclar debido al desconocimiento que presentan en cuanto a los materiales que se pueden reciclar.

**Figura 12.**

*¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.)?*



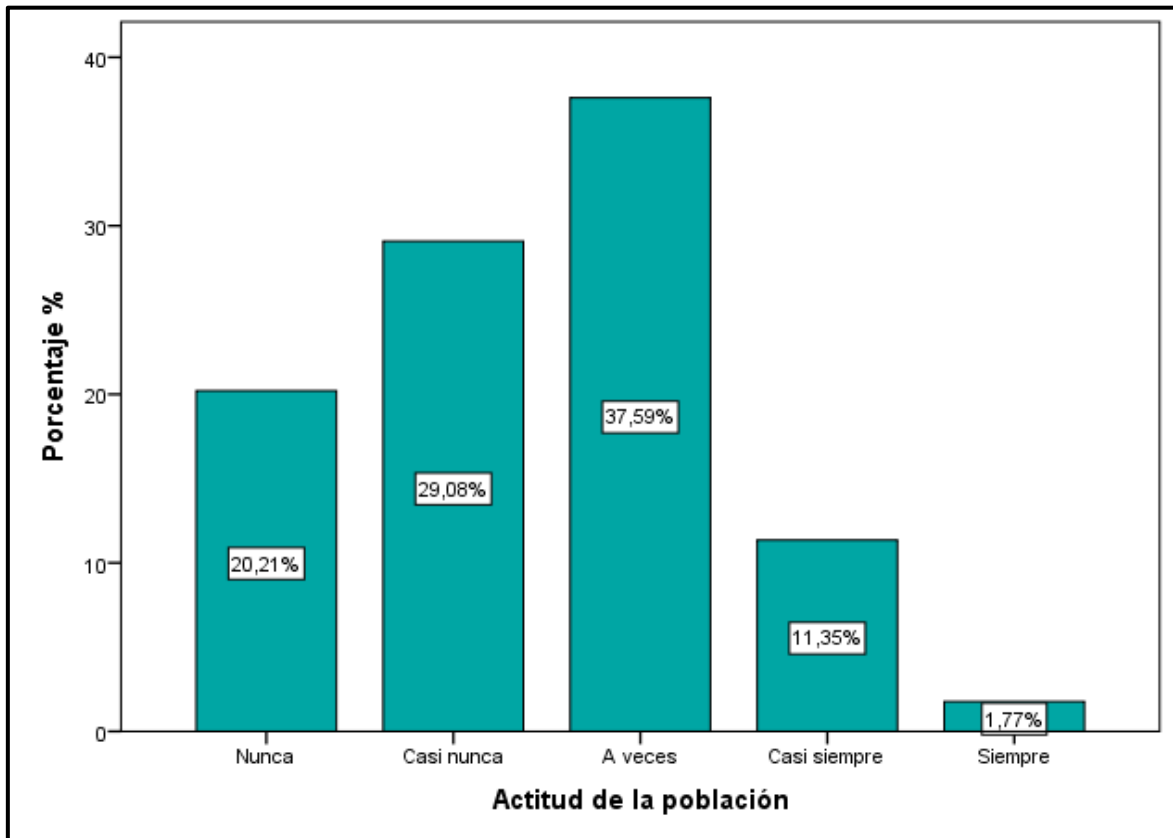
**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.1.2.5.4. Componente 4. Aprovechamiento y gestión de los RSU por parte del GADMUPAN.**

Como se aprecia en Figura 13 los ciudadanos expresaron mayoritariamente con el 37,59% que solo a veces se ha tenido conocimiento que se aprovecha los residuos orgánicos, seguido del 29,08% y el 20,21% quienes mencionaron que casi nunca y nunca el GADMUPAN aprovecha los residuos, por el hecho que no existe una recolección diferenciada lo cual dificulta que se realice un aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos. Cabe mencionar que un pequeño porcentaje de la población representada en un 11,35% y 1,77% afirmaron que casi siempre y siempre se realiza esta fase de la gestión de residuos, en la elaboración de compost orgánico fuera de las instalaciones del relleno sanitario. Evidenciando de esta manera que mayor parte de la población tiene desconocimiento sobre la GRS que realiza el municipio de Pangua.

**Figura 13.**

*¿Cree usted que el GAD Municipal de Pangua aprovecha los residuos orgánicos recolectados?*

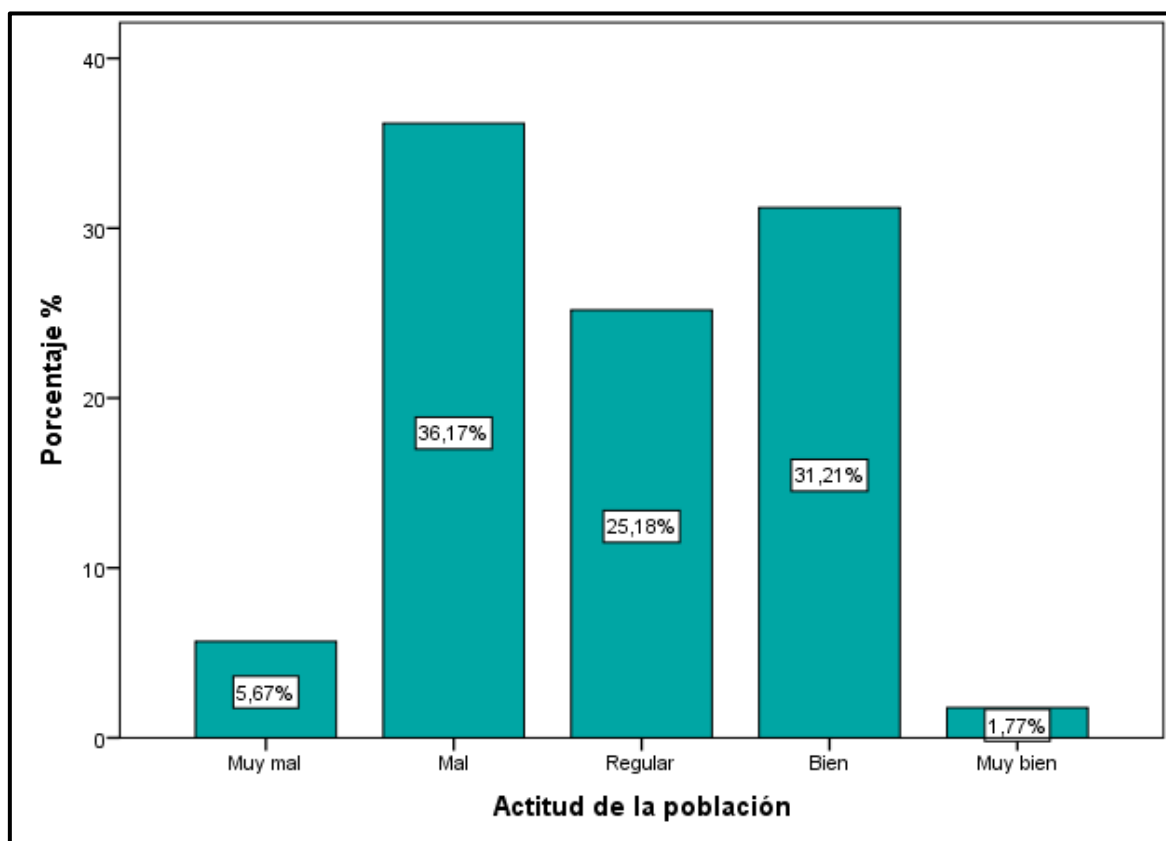


**ELABORADO POR: AUTOR**

En la Figura 14 la cual tiene relación hacia cómo consideran los encuestados la gestión de residuos sólidos que se lleva a cabo en la parroquia El Corazón, en donde se aprecia la mayoría poblacional compuesta por el 36,17% quienes mencionaron que la gestión es mala. Seguido del 25,18% de la población quienes por su parte indicaron que la gestión es regular y un 5,67% de quienes mencionaron que la gestión es muy mala. No obstante, el 31,21% mencionaron que la gestión está bien. Conociéndose de esta manera que mayor parte de la población considera que la gestión que se realiza sobre residuos sólidos urbanos no es buena, por lo cual es necesario analizar esta situación para establecer estrategias de mejora.

**Figura 14.**

*¿Cómo considera usted la gestión de los residuos sólidos en la parroquia El Corazón?*



**ELABORADO POR: AUTOR**

## 4.1.2. Caracterización de los residuos sólidos generados en los domicilios de la parroquia urbana El Corazón

### 4.1.2.1. Producción Per Cápita general

Para el desarrollo de este estudio se recolectó 58 muestras de residuos sólidos a hogares de la zona urbana, dando un total de 210 personas, en el que se identificó que existe un promedio de entre tres a cuatro personas por vivienda, así mismo el promedio de la generación de residuos sólidos por vivienda es de 1,6 kg y una desviación estándar de 0,12 kg/hab/día. En este sentido tras aplicar la fórmula correspondiente se obtuvo una PPC general de la parroquia El Corazón de 0,44 kg/hab/día como se presenta en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Producción Per Cápita general de la parroquia El Corazón*

<b>Datos</b>	<b>Cantidad</b>
Peso Total kg	92,57
Habitantes	210
PPC	0,44

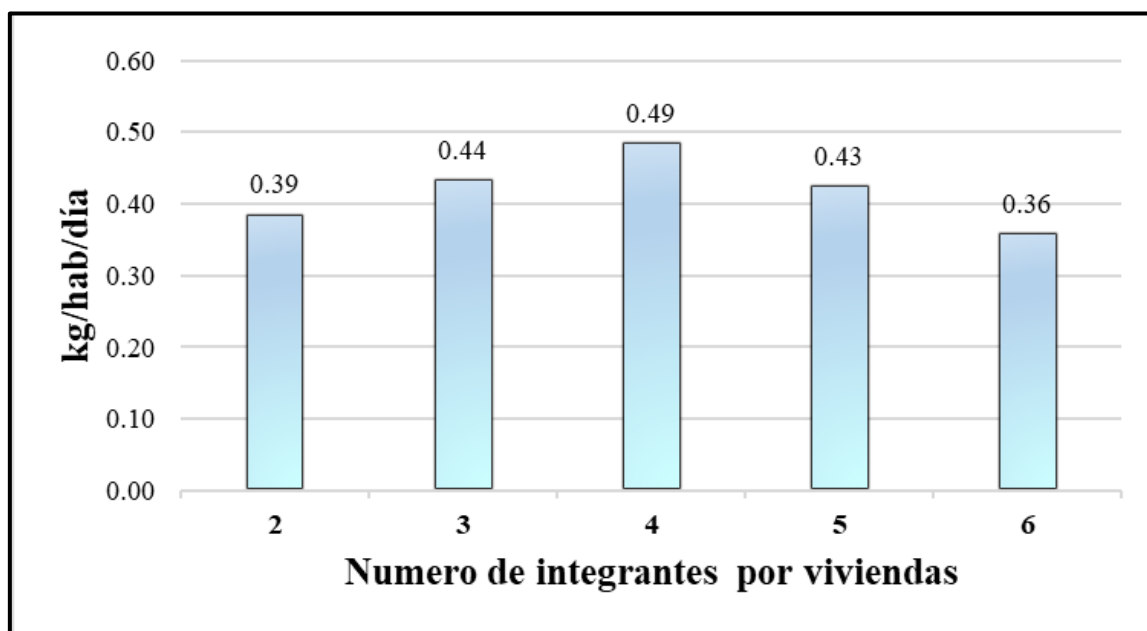
**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.2.1.1. Producción Per Cápita por viviendas según el número de integrantes

En cuanto a la generación de residuos sólidos que se generan en las viviendas, se conoció el promedio de la PPC por el número de integrantes de cada familia. Obteniendo como resultado que existe una mayor producción per cápita de 0,49 kg/hab/día para las familias conformadas por cuatro integrantes. Seguido de 0,44 kg/hab/día generado por las familias de tres integrantes, mientras que las familias compuestas por cinco y seis integrantes generan una PPC de 0,43 kg/hab/día y 0,36 kg/hab/día respectivamente, inferior a los datos detallados anteriormente debido a que en dichas familias existen personas con edades inferiores a los tres años los cuales no son generadores activos de residuos. Finalmente, las familias que poseen dos integrantes tienden a tener una generación de residuos sólidos de 0,39 kg/hab/día como se muestra en la Figura 15.

**Figura 15.**

*Promedio de la Producción Per Cápita por viviendas según el número de integrantes*



**ELABORADO POR: AUTOR**

Por otro lado, también se obtuvo información en cuanto a la cantidad de generación de residuos por núcleo familiar, evidenciándose tras el análisis de datos que existe una prevalencia de familias compuestas por tres personas, pues la Moda refleja un total de 21 familias del global que fueron de 58, de las cuales se obtuvieron los datos para esta investigación. No obstante, también se evidenció que las familias de esta parroquia están compuestas por un número de integrantes de entre dos a seis personas. Para más detalle se evidencia la Tabla 11.

**Tabla 11.**

*Conformación de integrantes por núcleo familiar*

Miembros de familia	Moda
2	8
3	21
4	16
5	11
6	2

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.2.2. Densidad de los residuos sólidos urbanos

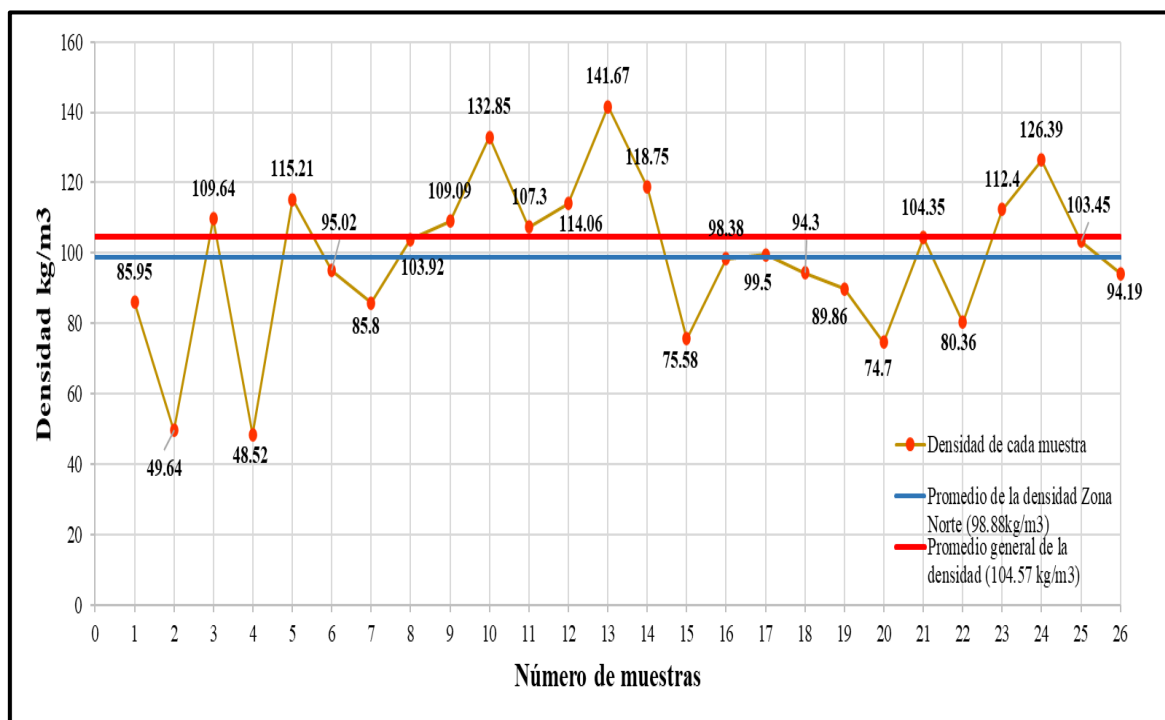
El análisis de la densidad de los RSU se llevó a cabo mediante la división de la parroquia El Corazón en Zona Norte y Zona Sur para posteriormente reflejar datos de manera general.

##### 4.1.2.2.1. Densidad de la Zona Norte

Mediante el muestreo aleatorio se recolectó muestras de RS a 26 viviendas que corresponden a la Zona Norte de la parroquia en estudio, por medio del cual se determinó que la densidad promedio de esta zona es de 98,88 kg/m<sup>3</sup> la cual está representada con una línea horizontal de color azul, en el que las densidades más cercanas al promedio corresponden a las muestras 6, 16, 17. No obstante, estos valores cambian con respecto al promedio de la densidad general de la parroquia, la misma que se encuentra representada con una línea horizontal de color rojo con un valor de 104,57 kg/m<sup>3</sup> siendo las muestras 8, 11, 21, 25 las más cercanas a la densidad general, denotando de esta manera que existe variabilidad entre las muestras como se observa en la Figura 16.

**Figura 16.**

*Densidad de los residuos sólidos urbanos de la Zona Norte*



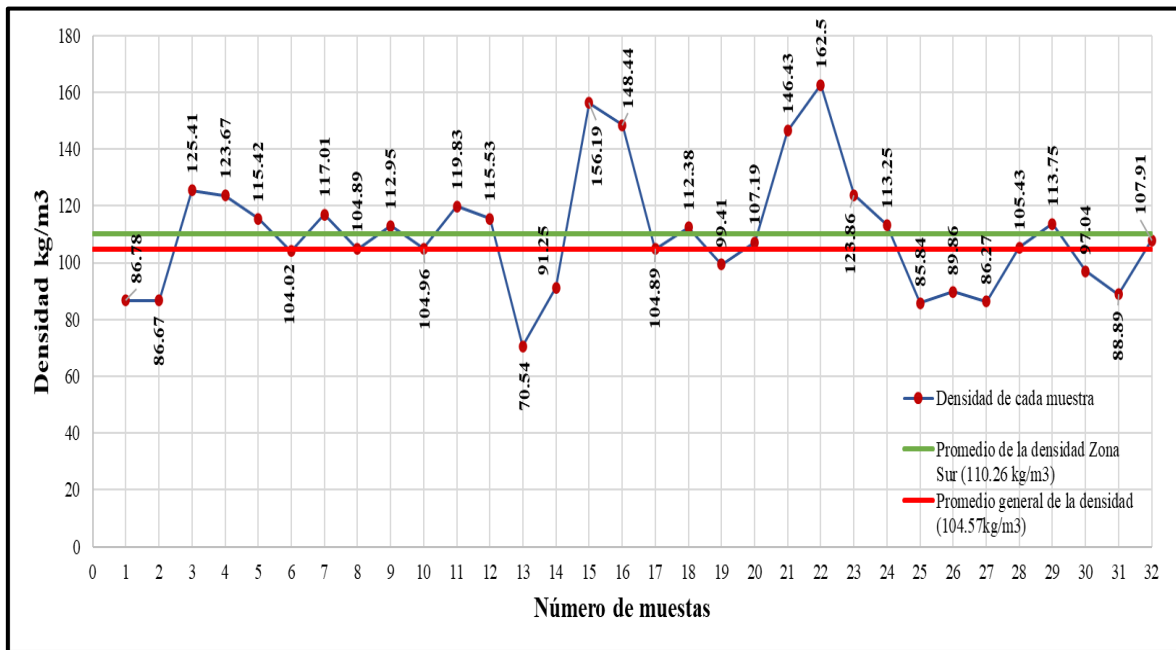
**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.2.2.2. Densidad de la Zona Sur

La zona sur está conformada por 32 muestras de RS obtenidas de viviendas localizadas en esta zona, se obtuvo como resultado que la densidad promedio de la zona sur es de 110,26 kg/m<sup>3</sup> la cual está representada por una línea horizontal de color verde, en la que se precisa las densidades más cercanas al promedio de la zona, siendo las muestras 9, 18, 20, 24, 29, 32. Sin embargo las densidades de las muestras varían con respecto al promedio general de la parroquia, el cual tienen una densidad de 104,57 kg/m<sup>3</sup>, de modo que las muestras 6, 8, 10, 17, 20, 28, 32 son las más cercanas a dicho promedio. En función de aquello es importante reconocer que tanto el valor de la densidad de la zona Sur como el valor de la densidad general de la parroquia tienen una variabilidad mínima, por lo que existen mayor número de densidades que se ajusta a estos promedios como se observa a más detalle en la Figura 17.

**Figura 17.**

*Densidad de los residuos sólidos urbanos de la Zona Sur*



**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.2.2.3. Comparación entre densidades de la Zona Norte y Zona Sur

En la Tabla 12 se presenta una comparación general de los datos obtenidos para la Zona Norte y Zona Sur de la parroquia El Corazón, denotando que entre las dos zonas, la que

presenta mayor densidad es la Zona Sur con un promedio de 110,26 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la de menor densidad corresponde a la Zona Norte con un promedio de 48,52 kg/m<sup>3</sup>, dando a conocer que en la Zona Sur se genera residuos sólidos de mayor masa y menos espacio.

**Tabla 12.**

*Densidad de los residuos generados en la Zona Norte y Sur*

<b>Datos</b>	<b>Zona norte</b>	<b>Zona Sur</b>
Densidad baja kg/m <sup>3</sup>	48,52	70,54
Densidad alta kg/m <sup>3</sup>	141,67	162,5
Promedio	98,88	110,26

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.2.2.4. Densidad general de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón**

Mediante los datos obtenidos a partir de las 58 muestras recolectadas de RS en las viviendas del lugar de estudio de manera aleatoria, se obtuvo como resultado un registro de la densidad más alta que corresponde a 162,5 kg/m<sup>3</sup> y de la densidad más baja con un valor de 48,52 kg/m<sup>3</sup> del total de las muestras, conociéndose también una densidad promedio general de 104,57 kg/m<sup>3</sup> correspondiente a la zona urbana de la parroquia El Corazón, indicando que a partir de estos resultados se puede realizar posteriores estimaciones para la implementación de contenedores de almacenamiento temporal como también para estimar la capacidad requerida del vehículo recolector. En la Tabla 13 se muestran los resultados conseguidos en cuanto a las medidas de tendencia (promedio, mediana, moda) y las medidas de dispersión (desviación estándar, máximo, mínimo, rango y varianza).

**Tabla 13.***Densidad general de los residuos sólidos urbanos*

<b>Densidad general kg/m<sup>3</sup></b>	
Promedio	104,57
Mediana	104,93
Moda	104,89
Desviación estándar	22,13
Máximo	162,5
Mínimo	48,52
Rango	113,98
Varianza	489,87

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.2.3. Composición física de los residuos sólidos urbanos**

Mediante las muestras de residuos sólidos obtenidos de la parroquia El Corazón, se aplicó el método del cuarteo en el que se obtuvo datos porcentuales de cada tipo de residuos tanto para la Zona Norte, Zona Sur y de manera general.

##### **4.1.2.3.1. Composición física de residuos sólidos de la Zona Norte**

De acuerdo a los porcentajes de la caracterización de los residuos sólidos, se conoció que los residuos de mayor generación son los de tipo orgánico, mismo que obtuvo un peso de 22,72 kg del total de la muestra que es 40,17 kg, representando el 56,56% de la totalidad y por ende la mayoría. De igual forma se conoció que el cartón es el segundo residuo que se genera mayoritariamente, pero muy por debajo de los residuos orgánicos con un peso de 2,53 kg representando el 6,3%. Sin embargo, se denotó que el uso de fundas plásticas en esta zona es alto debido que es el tercer residuo de mayor presencia representando el 4,18%. Cabe mencionar también que las botellas de tereftalato de polietileno (PET) son las que menor presencia tuvieron en la muestra con un peso de 0,52 kg que representa tan solo el 1,29% del 100% total. Para más detalle se evidencia en la Tabla 14.

**Tabla 14.***Caracterización de los residuos de la Zona Norte*

<b>Tipos de residuo</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Orgánicos	22,72	56,56
Papel	1,14	2,84
Cartón	2,53	6,3
Inertes (Loza, cerámica, material de construcción)	1,48	3,68
Peligrosos	0,96	2,39
Botellas PET	0,52	1,29
Polietileno	1,25	3,11
Fundas plásticas	1,68	4,18
Polipropileno	1,17	2,91
Poliestireno	0,83	2,07
Rechazos (Papel higiénico, pañales)	1,52	3,78
Electrónicos	1,18	2,94
Textiles	0,72	1,79
Metales	0,65	1,62
Vidrio	0,82	2,04
Madera	1	2,49
<b>Suma total</b>	<b>40,17</b>	<b>100</b>

**ELABORADO POR: AUTOR****4.1.2.3.2. Composición física de los residuos sólidos de la Zona Sur**

En cuanto a la zona Sur de este estudio, se conoció que los residuos de mayor presencia corresponden a los de tipo orgánico, los cuales obtuvieron un peso de 34,99 kg del total de la muestra que es de 52,4 kg, representando de esta manera el 66,77% de la totalidad de residuos generados en esta zona y por ende la mayoría. Seguido de residuos de papel como son periódicos, papel bond, folletos, hojas de cuaderno etc., el cual se genera en una cantidad de 2,63 kg y representa el 5,02 %. Y finalmente el tipo de residuo que minoritariamente se genera pertenece a las botellas PET con un peso total de 0,39 kg y un porcentaje de 0,74%

situación similar a la Zona Norte, para lo cual se evidencia con mayor detalle en la Tabla 15.

**Tabla 15.**

*Caracterización de los residuos de la Zona Sur*

<b>Tipos de residuo</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Orgánicos	34,99	66,77
Papel	2,63	5,02
Cartón	0,97	1,85
Inertes (Loza, cerámica, material de construcción)	0,69	1,32
Peligrosos	0,95	1,81
Botellas PET	0,39	0,74
Polietileno	1,11	2,12
Fundas plásticas	1,94	3,7
Polipropileno	1,19	2,27
Poliestireno	1,18	2,25
Rechazos (Papel higiénico, pañales)	1,78	3,4
Electrónicos	1,22	2,33
Textiles	0,91	1,74
Metales	1,33	2,54
Vidrio	0,56	1,07
Madera	0,56	1,07
<b>Suma total</b>	<b>52,4</b>	<b>100</b>

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.2.3.3. Comparación porcentual sobre los tipos de residuos de la Zona Norte y Zona Sur**

Mediante los datos porcentuales correspondientes a la composición física de cada tipo de residuo se conoció que, entre las dos zonas el residuo que mayoritariamente se generan son los de tipo orgánicos, quienes representan más de la mitad de los residuos producidos con el 56,56% de la Zona Norte y el 66,77% de la Zona Sur. Sin embargo, para la Zona Norte el tipo de residuos que prosigue es de tipo cartón diferente al segundo residuo de mayor

generación en la Zona Sur el cual corresponde al papel, mientras que el de menor porcentaje obtenido en la caracterización son las botellas PET para las dos zonas, debido a que mediante la observación directa en campo se constató la presencia de comerciantes informales quienes realizan la compra de este material en la zona urbana de la parroquia El Corazón.

#### **4.1.2.3.4. Composición física general de los residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón**

En los datos generales tras la caracterización y sumatoria total para cada uno de los tipos de residuos que se genera en la parroquia El Corazón se evidencia que el residuo de mayor generación son los orgánicos con un peso de 57,71 kg representando el 62,34%. Seguido de la generación de papel y fundas plásticas con el 4,07% y 3,91% respectivamente. No obstante, el residuo de menor presencia en la muestra son las botellas PET, pues solo se genera un total de 0,98% del 100% total. En la Tabla 16 se detalla el peso y el porcentaje de cada tipo de residuo.

**Tabla 16.**

*Caracterización general de residuos sólidos urbanos*

<b>Tipos de residuo</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Orgánicos	57,71	62,34
Papel	3,77	4,07
Cartón	3,5	3,78
Inertes (loza, cerámica, material de construcción)	2,17	2,34
Peligrosos	1,91	2,06
Botellas PET	0,91	0,98
Polietileno	2,36	2,55
Fundas plásticas	3,62	3,91
Polipropileno	2,36	2,55
Poliestireno	2,01	2,17
Rechazos (Papel higiénico, pañales)	3,3	3,56

<b>Tipos de residuo</b>	<b>Peso total (kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Electrónicos	2,4	2,59
Textiles	1,63	1,76
Metales	1,98	2,14
Vidrio	1,38	1,49
Madera	1,56	1,69
<b>Suma total</b>	<b>92,57</b>	<b>100</b>

**ELABORADO POR: AUTOR**

### **4.1.3. Diseño de la ruta idónea para la recolección de residuos sólidos urbanos de la parroquia El Corazón**

Mediante las herramientas Network Dataset y Network Analyst del software ArcGIS se realizó el diseño de rutas óptimas para brindar el servicio de recolección selectiva/diferenciada en toda el área urbana.

#### **4.1.3.1. Ruta actual del recorrido realizado por vehículo recolector**

En la Figura 18 se destaca el recorrido total realizado por vehículo recolector del GADMUPAN, mismo que tiene un horario de recolección los días lunes, miércoles y viernes, iniciando su recorrido en la calle Ramón Campaña y Antonio José de Sucre a las 17h00pm, y finaliza en la calle 24 de mayo en los patios vehiculares del municipio de Pangua a las 20h30pm, en el que se observa varios tramos en donde no pasa el vehículo, como en la calle Vía a la sintética, Tnte. Gonzalo Domínguez, la González Suarez y en un tramo de la calle Luis Benedicto Tobar entre la calle Luis Domínguez y 1 de junio. El método de recogida de los residuos sólidos es indiferenciado y se realiza puerta a puerta, ejecutada por dos personas recolectoras, recorriendo una distancia total de 9.9 kilómetros.

Figura 18.

Ruta actual de la recolección de RSU



ELABORADO POR: AUTOR

#### **4.1.3.2. Ruta optimizada para el servicio de recolección de los RSU inorgánicos**

En la Figura 19 se observa el recorrido idóneo propuesto para la recolección de residuos sólidos inorgánicos, en el que claramente se identifica que la ruta abarca toda el área urbana. En este sentido se plantea un horario de recolección los martes y viernes de cada semana, iniciando a las 17h00pm en la en la Av. General Enríquez Gallo límite con la vía que conduce a la parroquia Moraspungo, y finalizando a las 20h10pm en la calle 24 de mayo donde se encuentra el patio vehicular del GADMUPAN, de modo que al día siguiente el vehículo transportará los residuos recolectados hacia el relleno sanitario del cantón Pangua (ver en la figura 20). El recorrido se efectuará con el método de recolección puerta a puerta con un tiempo de recolección por cada vivienda de 0.70 minutos, teniendo una duración total de recorrido de 3 horas con 10 minutos. La recolección se ejecutará con la presencia mínima de dos personas recolectoras y un solo vehículo, el mismo que transitará a una velocidad de 25km/h, recorriendo una distancia total de 9,2 kilómetros con una diferencia de tiempo y distancia de la ruta actual vigente de 700 metros y 20 minutos.

Figura 19.

Ruta idónea para la recolección de RSU inorgánicos



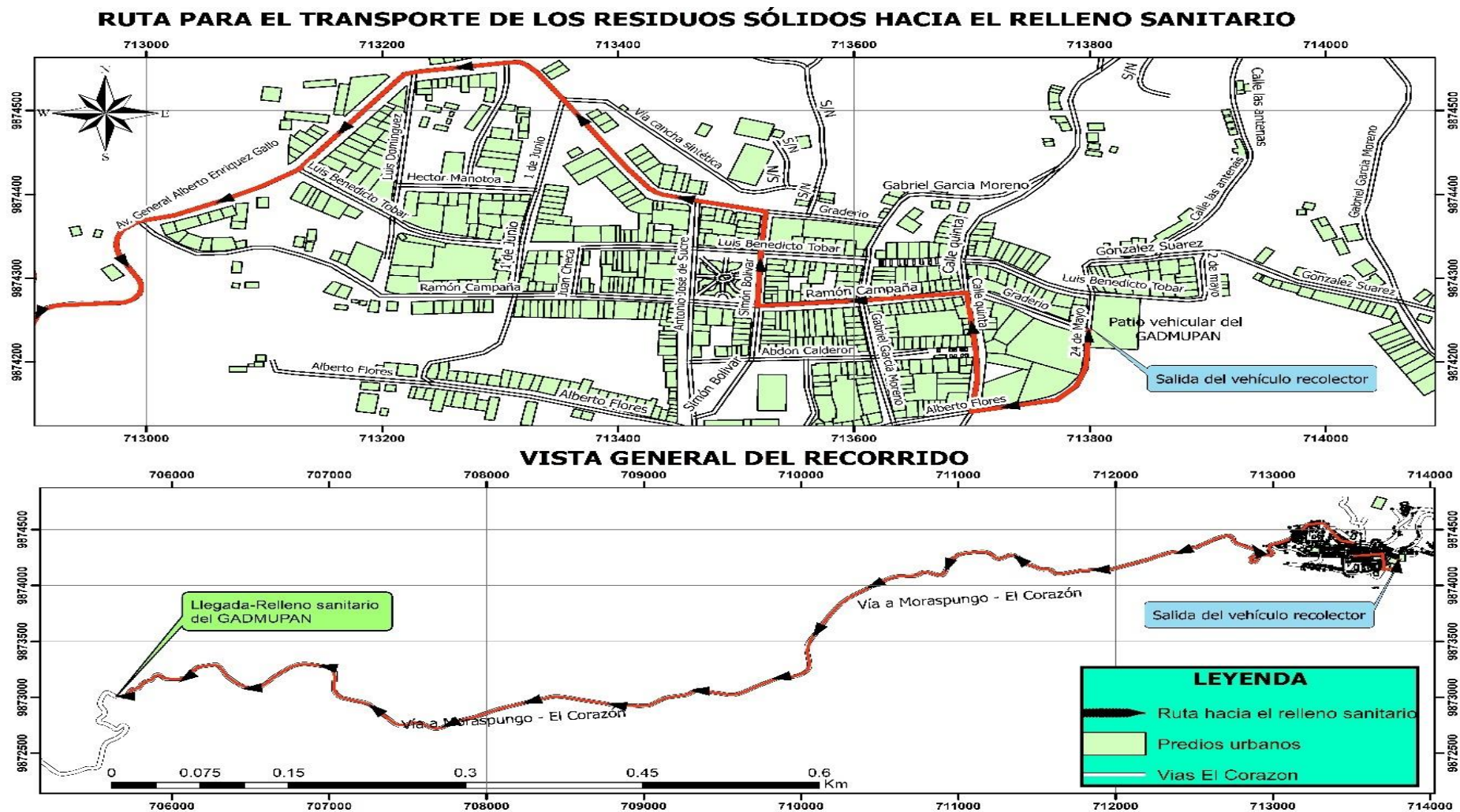
ELABORADO POR: AUTOR

#### **4.1.3.2.1. Ruta para el transporte de los residuos inorgánicos hacia el relleno sanitario del GADMUPAN**

En la Figura 20 se observa la ruta que seguirá el vehículo recolector para el transporte de los residuos inorgánicos desde la última parada temporal realizada en los patios vehiculares del GADMUPAN. Iniciando su recorrido desde este punto, para posteriormente dirigirse por las calles 24 de mayo, Quinta, Ramón Campaña, Simón Bolívar y la Av. General Enríquez Gallo hasta llegar a la vía principal que conduce hacia la parroquia Moraspungo. El recorrido tendrá una distancia total de 12 km y un tiempo de 40 minutos comprendidos desde el punto de salida hasta el punto de llegada que corresponde al relleno sanitario, para lo cual se presenta en el mapa correspondiente con una vista general del recorrido.

Figura 20.

Ruta que conduce hacia el relleno sanitario del cantón Pangua



ELABORADO POR: AUTOR

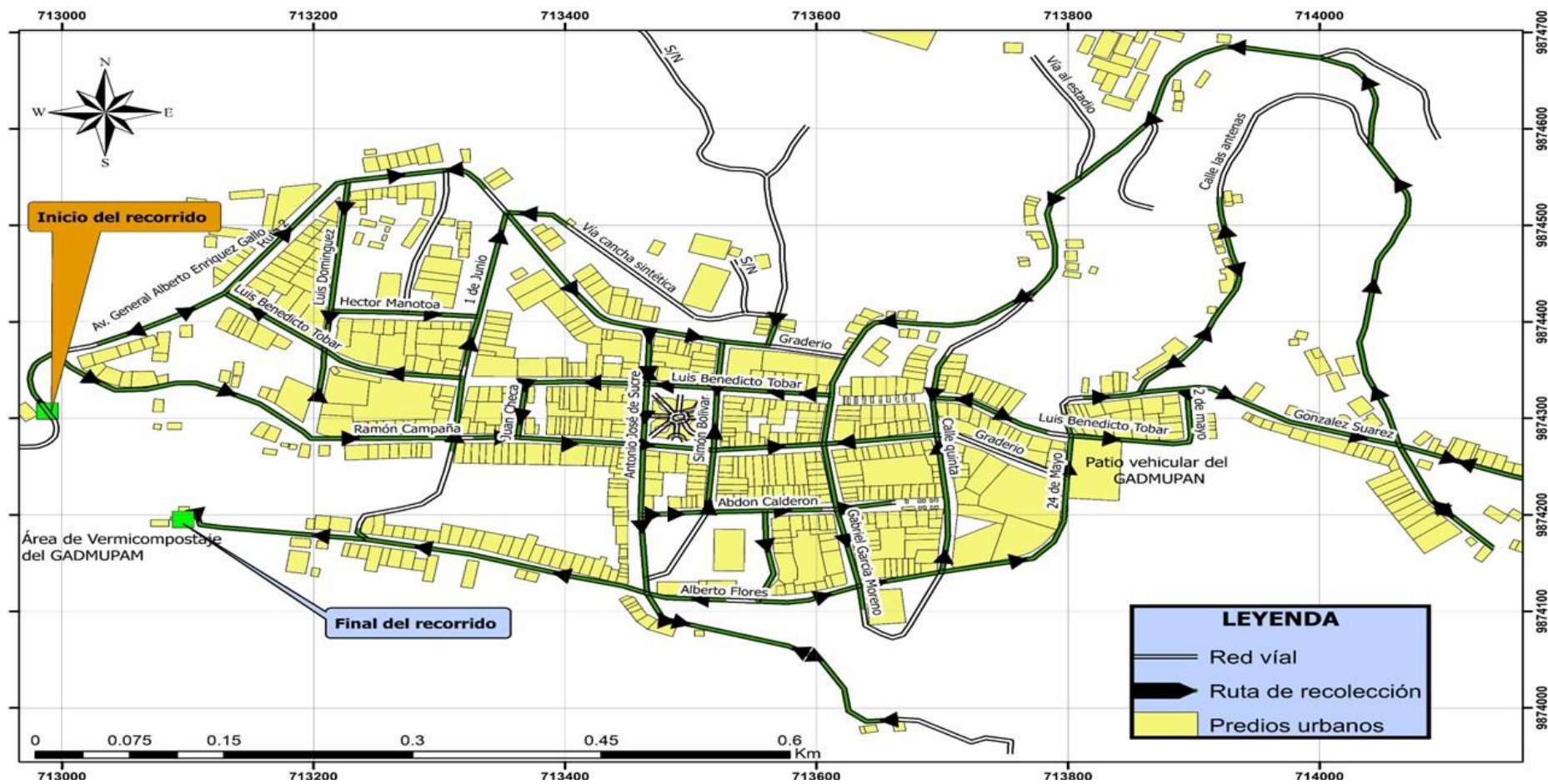
#### **4.1.3.3. Ruta optimizada para el servicio de recolección de los RSU orgánicos**

Se muestra en la Figura 21 el diseño de la ruta de recolección para los residuos sólidos orgánicos generados en la zona urbana de la parroquia El Corazón, en la cual se observa que la ruta en mención abarca toda el área urbana, teniendo como mismo punto de partida lo propuesto para la ruta de recolección de residuos sólidos inorgánicos como lo es la Av. General Enríquez Gallo límite con la vía que conduce a la parroquia Moraspungo, de tal manera que el recorrido empezará a las 17h00pm y tendrá como punto de llegada el último tramo de la calle Alberto Flores a las 19h45pm, debido a que es una área del GADMUPAN donde se realiza vermicompost y compost, para ello el horario de recolección será los lunes y jueves de cada semana, el mismo que será abastecido por dos personas recolectoras y un solo vehículo que transitará a 30 km/h. Por su parte el recorrido se ejecutará bajo el método de recolección puerta a puerta con una duración de 0.50 minutos por vivienda con un tiempo total de 2 horas 45 minutos, en virtud que al ser el mismo tipo de residuos la recolección tiende a ser más fluida, de modo que la distancia total recorrida será de 9,3 kilómetros con una diferencia de tiempo y distancia de la ruta actual vigente de 600 metros y 45 minutos respectivamente.

Figura 21.

Ruta idónea para la recolección de RSU orgánicos

### RUTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA PARROQUIA URBANA EL CORAZÓN



ELABORADO POR: AUTOR

#### 4.1.4. Propuestas sostenibles para el plan de gestión integral de residuos sólidos en la zona urbana de la parroquia El Corazón

Las presentes propuestas se encuentran enfocadas en base a las necesidades que se han encontrado tras el análisis de resultados. Es por ello que, a continuación se presentan las respectivas propuestas de sostenibilidad para el PGIRSU de esta localidad de estudio.

##### 4.1.4.1. Programa de educación ambiental

**Tabla 17.**

*Programa de educación ambiental*

<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>		
<b>Objetivo</b>	Concientizar a la población de la parroquia El Corazón en cuanto a la necesidad de la conservación, protección y sostenibilidad en beneficio del ambiente y del mismo ser humano, por medio de capacitaciones en materia de residuos sólidos.	<b>PGIRS 1</b>
<b>Meta</b>	Se habrá alcanzado un nivel de educación ambiental del 75% en la población de la parroquia urbana El Corazón hasta el 2026.	
<b>Medida</b>	Ejecutar el desarrollo de un programa que permita fomentar la importancia de la minimización en cuanto a la generación de residuos y de su correcto manejo en la fuente, atribuidos a la separación y almacenamiento.  Es por ello que, este programa cubre el desarrollo de procesos de capacitaciones continuas, así como de talleres interactivos que permitan a la comunidad conocer de los beneficios de una buena gestión de los residuos, así como	

	también adquirirán conocimientos básicos sobre clasificar y almacenar los residuos previo al envío en los vehículos recolectores.			
<b>Responsable de la medida</b>	El GAD municipal de Pangua mediante la dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento será quien asuma la responsabilidad de la implementación del programa de educación ambiental, en el que también pueden solicitar apoyo técnico del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.			
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>				
<b>Responsable del control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Plazo para implementarse</b>
		<b>Detalle</b>	<b>\$ Costo</b>	
Director del departamento de Gestión Ambiental y Saneamiento responsable del área de residuos sólidos.	Evidencia por medio de registros de asistencia.	Desarrollo de material audiovisual	50,00	<b>3 años</b>
	Evidencia fotográfica y audiovisual.	Publicidad y convocatoria del programa	250,00	
		Adecuaciones de los lugares de capacitación	110,00	
	Revisión de la implementación de una página web municipal para publicaciones de material educativo.	Gastos de transporte e imprevistos	200,00	
		Creación del sitio web	80,00	
	Facturas de la compra de tachos y fundas para la basura.	Adquisición de tachos	21140,00	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$21830,00</b>	

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.4.2. Programa de emprendimiento sostenible

**Tabla 18.**

*Programa de emprendimiento sostenible*

<b>PROGRAMA DE EMPRENDIMIENTO SOSTENIBLE</b>				
<b>Objetivo</b>	Aprovechar al máximo los residuos sólidos reciclables que son generados en la parroquia urbana El Corazón, generando beneficios económicos y ambientales.			<b>PGIRS 2</b>
<b>Meta</b>	En el 2024, generar ingresos económicos al 10 % de la población a partir del reciclaje de los residuos generados en la localidad y fomentar en la ciudadanía alternativas viables como medio laboral para mejorar la calidad de vida.			
<b>Medida</b>	El desarrollo de este programa ofrece capacitaciones sobre el diseño de un plan de negocios a partir de los residuos sólidos generados con el propósito de obtener beneficios personales, ambientales y locales.			
<b>Responsable de la medida</b>	El GAD municipal de Pangua mediante la dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento junto con las instituciones educativas tanto públicas y privadas.			
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>				
<b>Responsable del control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Plazo para implementarse</b>
		<b>Detalle</b>	<b>\$ Costo</b>	
Director del departamento de Gestión Ambiental y Saneamiento, responsable	Registros de asistencia de los participantes.	Desarrollo de material audiovisual	50,00	<b>2 años</b>
	Evidencia fotográfica y audiovisual.	Publicidad y convocatoria de la capacitación.	250,00	

del área de residuos sólidos junto con el departamento de Obras Públicas del municipio.	Convenios con empresas dedicadas a la compra de materias reciclables.	Técnicos gestores para la ejecución de la campaña.	500,00	
	Registros de pesos y valores obtenidos en la comercialización de los mismos.	Manuales sobre el reciclaje	300,00	
		Centro de acopio de materiales reciclables	5000,00	
		<b>TOTAL</b>		<b>\$6100,00</b>

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.4.3. Programa de capacitación para la elaboración de compost**

**Tabla 19.**

*Programa de capacitación para la elaboración de compost*

<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST</b>		
<b>Objetivo</b>	Fomentar el conocimiento adecuado en los habitantes sobre el aprovechamiento de RSU, mediante la preparación de compost a partir de residuos orgánicos.	<b>PGIRS 3</b>
<b>Meta</b>	Para el 2030, se habrá logrado la reducción del 60% de la presencia de los residuos orgánicos en el relleno sanitario, aumentando así su vida útil.	
<b>Medida</b>	Disponer de un proceso de capacitación continua, con la finalidad de fomentar en las personas conocimientos en la reutilización de desechos orgánicos por medio del desarrollo de compost.	

<b>Responsable de la medida</b>	El GAD municipal de Pangua mediante la dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento en convenio con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.			
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>				
<b>Responsable del control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Plazo para implementarse</b>
		<b>Detalle</b>	<b>\$ Costo</b>	
Director del departamento de Gestión Ambiental y Saneamiento, responsable del área de residuos sólidos.  Funcionarios técnicos del MAGAP.	Evidencia por medio de registros de asistencia.  Elaboración del abono orgánico.  Análisis de la situación actual, al primer año de la culminación del programa de capacitación.	Desarrollo de material audiovisual	50,00	<b>3 años</b>
		Crear cuñas publicitarias por medios digitales.	400,00	
		Manual para la elaboración de compost.	300,00	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$750,00</b>	

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### **4.1.4.4. Programa de capacitación técnica al personal encargado de la recolección de los residuos del GADMUPAN**

**Tabla 20.**

*Capacitación técnica al personal encargado de la recolección de los residuos*

<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA AL PERSONAL ENCARGADO DE LA RECOLECCIÓN DE LOS RSU</b>		
<b>Objetivo</b>	Capacitar a todo el personal encargado de realizar la recolección de los residuos sólidos urbanos en el cantón Pangua.	<b>PGIRS 4</b>

<b>Meta</b>	Se habrá conseguido capacitar al 100% del personal a cargo del servicio de recolección en el cantón Pangua, con el cual se garantizará la prestación de un servicio óptimo y en las condiciones adecuadas.			
<b>Medida</b>	Este programa se realizará por medio de charlas, en el que se abordaran temas correspondientes a una correcta recolección y limpieza, rutas de recolección planificadas, horarios diferenciados de recolección por tipo de residuos, seguridad y salud ocupacional como también la correcta utilización e importancia del equipo de protección personal EPP.			
<b>Responsable de la medida</b>	El GAD municipal de Pangua mediante la dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento			
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>				
<b>Responsable del control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Plazo para implementarse</b>
		<b>Detalle</b>	<b>\$ Costo</b>	
Director del departamento de Gestión Ambiental y Saneamiento, responsable del área de residuos sólidos.	Evidencia fotográfica y audiovisual.	Desarrollo de material audiovisual	50,00	<b>2 años</b>
	Folletos y trípticos realizados.	Material didáctico	50,00	
	Facturas sobre la compra del equipo completo de seguridad personal.	Compra de la indumentaria	1050,00	
		Charla por parte del profesional	100,00	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$1250,00</b>	

**ELABORADO POR: AUTOR**

#### 4.1.4.5. Programa de recolección diferenciada de los residuos sólidos

**Tabla 21.**

*Programa de recolección diferenciada de los residuos sólidos*

<b>PROGRAMA DE RECOLECCIÓN DIFERENCIADA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>					
<b>Objetivo</b>	Promover a las autoridades municipales a la creación de una ordenanza pública sobre la recolección de los residuos, en el que debe constar la obligatoriedad de la ciudadanía en almacenar los residuos de manera diferenciada, a fin de contribuir a la reutilización, aprovechamiento y reciclaje de los mismos.			<b>PGIRS 5</b>	
<b>Meta</b>	Se habrá conseguido la inserción de una ordenanza municipal referente a la recolección diferenciada de residuos en el cantón Pangua.				
<b>Medida</b>	En base a la autonomía que dispone el Gobierno municipal del cantón Pangua, bajo la conformación del consejo municipal serán quienes deban proporcionar una adecuada gestión integral de residuos sólidos, mediante la integración de una ordenanza específica que regule el estricto cumplimiento de la ciudadanía para disponer los residuos de manera diferenciada (orgánicos, reciclables y no reciclables) en los domicilios.				
<b>Responsable de la medida</b>	El Alcalde y Concejales quienes conforman el consejo municipal de Pangua				
<b>ACTIVIDADES DE LA MEDIDA</b>					
<b>Responsable del control</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Plazo para implementarse</b>	
		<b>Detalle</b>	<b>\$ Costo</b>		

<p>Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pangua.</p>	<p>Actas de reuniones del consejo municipal.</p> <p>Constancia de la ordenanza en los boletines oficiales del municipio de Pangua.</p>	<p>Difusión de la información respecto a la nueva ordenanza municipal por medio de fuentes digitales.</p> <p><b>TOTAL</b></p>	<p>200,00</p> <p><b>200,00</b></p>	<p><b>4 años</b></p>
---	--	---	------------------------------------	----------------------

**ELABORADO POR: AUTOR**

## 4.2. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, permiten la comparación con otros estudios. En este sentido mediante el diagnóstico realizado a la población de la zona urbana de la parroquia El Corazón se constató que la recolección por parte del GADMUPAN es ineficiente debido a que la mayoría de la población representada por el 55,67% siente insatisfacción por el servicio que brindan, lo cual se atribuye a la falta de interés en realizar las gestiones pertinentes para brindar un servicio de calidad, concordando con el estudio realizado por Antonio et al., (2017) (60) en donde se analiza el servicio de recolección de los residuos por parte de los municipios, detectando de igual forma cierta deficiencia en el manejo integral de residuos, puesto que se evidencia afectación por la falta de planificación para la gestión de los residuos y esto provoca que el manejo sea totalmente precario, lo que en muchas de las ocasiones ha provocado grandes problemas ambientales, sociales y económicos.

En cuanto a la educación ambiental se obtuvo que gran parte de la población prescinde de conocimientos para dar una buena gestión de los residuos sólidos generados en sus domicilios, sin embargo, los habitantes en su mayoría consideran que se debe realizar campañas de educación ambiental en la parroquia, ya que el 52,13% de la población está de acuerdo en ser partícipes de proyectos de sostenibilidad, mostrando un elevado interés en aspectos ambientales, lo cual coincide con Requena (2018) (61) quien indica, para que la educación ambiental acoja un buen desarrollo es preciso que se dé la acción participativa por parte de los interesados, ya que esta decisión de apoyo permite generar mayor conciencia ambiental.

Los hallazgos determinan que la población no realiza buenas prácticas ambientales, debido a que la mayoría poblacional no suele separar ni identificar los residuos sólidos antes de ser enviados al vehículo recolector, causado por el desconocimiento que poseen. De modo que guarda relación con la investigación de Salgado (2012) (62), quien menciona que para la adopción de buenas prácticas ambientales en cuanto a la separación de los residuos dentro de los hogares depende del conocimiento, la organización, el tiempo y de los factores externos a los hogares que suelen provocar desánimo en la población. Así mismo Muñoz & Rodríguez (2020) (63), en su investigación mencionan que, los factores que inciden en la aplicación de prácticas ambientales en el Ecuador son de carácter demográfico es decir en

donde se encuentra ubicado el hogar, en nivel de educación y el factor económico.

Con relación a la gestión de los residuos sólidos que se realiza, se determinó mediante la percepción de la ciudadanía que existe una gestión deficiente, la cual es realizada por el GADMUPAN, situación similar expresaron León & Plaza (2017) (64), quienes tras el análisis de la gestión de residuos sólidos en el cantón Balzar se consideró que existe una limitada gestión por parte de las autoridades municipales, debido que los residuos no se manejan de forma correcta, la recolección presenta limitaciones tanto a nivel urbano como rural, los residuos no reciben ningún tipo de tratamiento y por ende la disposición final en concebida como antitécnica y contaminante.

En referencia a la Producción Per Cápita en la zona de estudio se obtuvo un valor promedio de 0,44 kg/hab/día, cabe indicar que no existen investigaciones previas referente al tema de estudio en la parroquia urbana El Corazón para realizar una análisis comparativo, sin embargo se tiene registro de la PPC de la parroquia rural de Moraspungo, constituida como la más poblada del cantón Pangua, en el que bajo la investigación realizada por Yépez (2015) (11) estableció que dicha parroquia tienen una PPC de 0,31/kg/hab/día denotando que evidentemente en la zona urbana se genera más residuos, pero el valor obtenido en la zona de estudio según los registro del INEC (2016) (65), está dentro de la PPC a nivel urbano en el Ecuador que es de 0,58 kg/hab/día.

Por otra parte, los resultados con base en la composición física muestran que la mayoría de los residuos sólidos recolectados son de tipo orgánico, representado por el 62,34% del total, debido que el lugar de estudio se encuentra en una zona donde se comercializa constantemente productos de campo, superando así al promedio de generación nacional de residuos orgánicos que es del 58% datos registrados por el INEC (2016) (65). De tal manera que concuerdan con lo expuesto por Cedeño (2021) (66), quien obtuvo el 72% de residuos orgánicos en su investigación realizada en el cantón Valencia, denotando de esta manera que más de la mitad de los residuos recolectados son de origen orgánico, al igual que el estudio realizado por Huamaní et al., (2020) (67), quienes mencionan que en base a la composición física realizada se obtuvo el 42,39% de residuos orgánicos, indicando un valor menor a la mitad pero que corresponde a los residuos de mayor presencia contenidos en las muestras, ya que el 29,78% son residuos de origen no orgánico y el 27,83% son no aprovechables.

En la parroquia urbana El Corazón la gestión integral de residuos sólidos solo cuenta con 3 fases que constituyen a la recolección, transporte y disposición final, de modo que en base a la observación directa realizada el servicio de recolección solo cubre el 90% del área urbana debido a una deficiente planificación. En este contexto similares resultados obtuvo Yunda (2021) (68), en su investigación realizada en el cantón Quinsaloma en donde también se ejecuta las 3 fases de gestión mencionadas anteriormente con la diferencia en la cobertura de abastecimiento que proporciona el vehículo recolector ya que en la zona urbana es del 100% y de la zona rural el 70%.

Con referencia al diseño de la ruta optimizada se estableció bajo la identificación en campo de la ruta actual y en base a aquello se trazó recorridos enfocados en brindar una recolección selectiva, en este sentido se ha creado dos rutas tanto para la recolección de residuos orgánicos, como para los inorgánicos, de tal manera que la primera ruta cuenta con una distancia total de recorrido correspondiente a 9,3 km con un horario establecido de dos veces por semana, así mismo el recorrido total que realizará el vehículo recolector en la zona urbana para los residuos inorgánicos es de 9,2 km los cuáles serán ejecutados dos veces por semana dando un total de cuatro días de recolección en el que, ambos recorridos son establecidos para ejecutarse en el transcurso de la tarde-noche. Cabe mencionar que no se registran investigaciones similares en la parroquia El Corazón que permita la comparación de estos escenarios. Sin embargo, en el estudio realizado por Cusco & Picón (2015) (69), tiene características similares a lo expuesto, debido que ellos previo al diseño de las rutas optimizadas primero identifican la ruta vigente y realizan el análisis comparativo entre rutas propuestas.

Respecto a las propuestas sostenibles se elaboraron cinco programas enfocados a contrarrestar los problemas ambientales identificados, por lo que el programa de educación ambiental tiene un presupuesto de 21830 USD y un plazo a implementarse de tres años, diferente a lo expuesto en el estudio de Paredes (2018) (70) en el cantón Macará, quien establece el mismo programa pero con un costo presupuestario de \$ 4970 USD y un plazo de un año. Así también el programa de capacitación técnica al personal encargado de la recolección de los RSU propuesto por Charpentier (2014) (71) tiene un costo de 15860 USD y un plazo a implementarse de un año contrario al programa de este estudio, el cual tiene un costo de 1250 USD y un plazo de implementación correspondiente a dos años, deduciendo que estas diferencias se debe a la dimensión de la ejecución de los programas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

La parroquia El Corazón carece de un sistema de recolección óptimo, ya que mediante el análisis del primer componente sobre la eficiencia del servicio para la recolección de residuos sólidos urbanos, se constató que no existe satisfacción por parte de los usuarios, por ausencia del cumplimiento en cuanto al servicio de barrido y limpieza de las vías y espacios públicos como de la recolección de los residuos en los domicilios, debido a la falta de compromiso de las autoridades municipales para establecer una adecuada planificación.

De acuerdo con el segundo componente sobre la educación ambiental, se corroboró que la mayor parte de la población está de acuerdo que el GADMUPAN quien es la entidad encargada de la gestión de los residuos realice campañas de educación ambiental, puesto que es inexistente este tipo de programas en la zona de estudio, pese a que la población en su gran mayoría está de acuerdo en ser partícipes de este tipo de programas, como también de proyectos de sostenibilidad que se realicen dentro de la parroquia El Corazón.

De igual forma en el tercer componente se conoció que la población no desarrolla procesos de buenas prácticas ambientales desde sus domicilios, ya que no realizan la respectiva separación de residuos y tampoco identifican sus bolsas de basura previo a la entrega al recolector, debido que no poseen el conocimiento suficiente para diferenciarlo. No obstante, a pesar del desconocimiento que posee la población, pues también existe predisposición por aprender y subsanar esta problemática.

En cuanto al cuarto componente se consiguió conocer que los residuos generados en la zona de estudio son ocasionalmente aprovechados por parte del GADMUPAN. Sin embargo, esto no enmienda la percepción de la población ya que en su mayoría mencionaron que la gestión de los residuos es mala.

Con respecto a la caracterización de los residuos sólidos, se calculó la PPC obteniendo un valor general de 0,44 kg/hab/día, mientras que las densidades de los residuos, tanto de la Zona Norte como de la Zona Sur es de 98,88 kg/m<sup>3</sup> y 110,26 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, dando a conocer que en la Zona Sur existe la presencia de residuos con mayor peso respecto al volumen, y en base aquellas densidades se calculó la densidad general de la parroquia El Corazón dando un valor promedio de 104,57 kg/m<sup>3</sup>.

Mediante la composición física de los RSU, se determinó que en la Zona Norte y en la Zona Sur se generan mayoritariamente residuos de origen orgánico con el 56,56% y el 66,77% respectivamente. De este modo se precisa que en la parroquia El Corazón los residuos de mayor presencia corresponde a orgánicos con un valor promedio de 62,34%, seguido de los residuos de papel con el 4,07% y fundas plásticas con el 3,91%, mientras que el residuo de menor presencia corresponde a las botellas PET en el que tan solo se obtuvo un 0,98%, debido a que en el lugar de estudio existe la presencia de comerciantes informales que realizan la compra de este tipo de residuo.

Por otro lado, la ruta actual vigente que opera en la parroquia El Corazón tiene varias deficiencias, ya que no existe una ruta planificada, y no se acata los horarios de recolección establecidos por el GADMUPAN, en este sentido el recorrido actual que realiza el vehículo recolector es de 9,9 km y tarda un tiempo de 03h30 minutos, en el que bajo el modelamiento en el software ArcGIS se constató que el recorrido no abarca toda el área urbana, considerándose un problema para la población.

En base al modelamiento optimizado de las rutas para la recolección de los RSU, se generó dos rutas enfocadas al cumplimiento de un modelo de recolección selectiva, tanto para residuos de tipo orgánico y para residuos inorgánicos, en el que para ambas rutas se estableció parámetros de optimización de tiempo, distancia y el cubrimiento de toda el área urbana, por cuanto el primer escenario de la ruta para orgánicos tendrá un recorrido total de 9,3km y una duración de 02h45 minutos y el segundo escenario para la recolección de los residuos inorgánicos se recorrerá una distancia total de 9,2 km con una duración de 03h10 minutos, en el que para ambos casos se cubre el 100% del área urbana.

En lo concerniente a las propuestas de sostenibilidad se establecieron cinco programas que corresponden a educación ambiental, emprendimiento sostenible, capacitación para la elaboración de compost, capacitación técnica al personal encargado de la recolección de RSU y el programa de recolección diferenciada de los residuos, en el que todas estas iniciativas están enfocadas en el bienestar social y ambiental, a fin de mejorar la gestión integral de residuos sólidos en la parroquia El Corazón.

## 5.2. Recomendaciones

Tras el diagnóstico realizado referente al servicio de recolección para residuos, es necesario ejecutar una evaluación a esta fase de gestión, para determinar los puntos críticos que impiden brindar un servicio de calidad y calidez a los habitantes de la parroquia El Corazón.

La ciudadanía no cuenta con conocimientos básicos en cuanto a buenas prácticas ambientales, por lo que es recomendable que se ejecute programas de educación ambiental, con la finalidad de proporcionar a la ciudadanía toda la información necesaria para proteger y conservar el medio ambiente.

Debido a que la mayor parte de la generación de residuos sólidos urbanos corresponde a material orgánico, se utilizaría este residuo como materia prima para la elaboración del compost o humus a partir de la lombrí-compost.

Teniendo en cuenta la PPC de esta población se debe tomar medidas estratégicas como la implementación de políticas de gestión eficientes y la promoción de una economía circular que permita reducir la generación de residuos sólidos.

Impulsar la creación de un centro de acopio para materiales reciclables, con el fin de incentivar a la población a separar los residuos en la fuente.

Se debe realizar un estudio puntualizado de las rutas para la recolección de RSU para determinar las rutas más eficientes posibles.

Es conveniente que se consideren las propuestas desarrolladas en esta investigación con la finalidad de lograr una gestión de residuos sólidos de manera sostenible.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

1. Banco Mundial. Manejo de residuos sólidos [Internet]. 2019 [citado 25 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>
2. Segura Á, Rojas L, Pulido Y. Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revistas Espacios* [Internet]. 2020;22. Disponible en: <https://ww.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
3. Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Van Woerden F. What a Waste 2.0 : A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Group [Internet]. 2018;1-38. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
4. Zhuang Y, Wu SW, Wang YL, Wu WX, Chen YX. Source separation of household waste: A case study in China. *Waste Management*. 2008;28(10):2022-30.
5. Tadesse T, Ruijs A, Hagos F. Household waste disposal in Mekelle city, Northern Ethiopia. *Waste Management*. 2008;28(10):2003-12.
6. Abarca L, Maas G, Hogland W. Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo. *Revista Tecnología en Marcha*. 2015;28(2):141.
7. Gallegos M, Latorre S. Análisis de alternativas para una gestión integral de residuos sólidos: El caso de la Ciudad de Latacunga, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* [Internet]. 2021;34(1):128-54. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/395609/489200>
8. MAE. Programa ‘PNGIDS’ Ecuador – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. 2012 [citado 6 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
9. INEC. Boletín Técnico N° 02-2019-GAD Municipales [Internet]. Gestión de residuos sólidos. 2020. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2019/Residuos\\_solidos\\_2019/Boletin\\_Tecnico\\_Residuos\\_2019\\_v05\\_2.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Residuos_solidos_2019/Boletin_Tecnico_Residuos_2019_v05_2.pdf)
10. GADM de Pangua. Boletín diario. Registro Oficial es una marca registrada de la Corte Constitucional del Ecuador [Internet]. Quinto Suplemento del Registro Oficial No.

913. 2016. p. 41-5. Disponible en: <https://1library.co/article/el-gobierno-autonomo-descentralizado-del-canton-pangua.y96p1jll>
11. Yépez LN. Optimización del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua – provincia de Cotopaxi [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/106>
  12. Alayón E. Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. Revista INVENTUM [Internet]. 2 de febrero de 2021;15(29):76-94. Disponible en: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2522>
  13. Haro J. Modelo administrativo para realizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el distrito metropolitano de Quito [Internet]. Repositorio Escuela Politécnica Nacional. Facultad Ciencias Administrativas. Escuela Politécnica Nacional; 2015. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10378/3/CD-6177.pdf>
  14. Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Ley de residuos sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal [Internet]. 2003;1-50. Disponible en: [https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2019/LEY\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_25\\_06\\_2019.pdf](https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2019/LEY_RESIDUOS_SOLIDOS_25_06_2019.pdf)
  15. Sztern D, Pravia MA. Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos [Internet]. Presidencia de la República oficina de planeamiento y presupuesto unidad de desarrollo municipal. 2020. p. 65. Disponible en: <https://fdocuments.ec/document/manual-para-la-elaboracion-de-compost-bases-conceptuales-y-ops-a-requerimientos.html?page=1>
  16. Foolmaun RK, Chamilall DS, Munhurrún G. Overview of non-hazardous solid waste in the small island state of Mauritius. Resources, Conservation and Recycling [Internet]. 2011;55(11):966-72. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344911000875>
  17. Jara J. Manejo y caracterización de residuos sólidos urbanos de la Provincia de Chimborazo-Ecuador y su potencial uso en la agricultura [Internet]. Vol. 1. Escuela Superior Politécnica de Orihuela; 2014. Disponible en: [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2003/1/TFM Jara Samaniego%2C Janneth.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2003/1/TFM%20Jara%20Samaniego%20Janneth.pdf)

18. Fernández A. La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. *Revista Cubana de Química*. 2005;XVII(3):35-9.
19. Chacín CP de. Manejo integrado de residuos sólidos: programa de reciclaje Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación* [Internet]. 2008;173-200. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140378008.pdf>
20. MAE. Reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente [Internet]. Acuerdo Ministerial 061. 2015. p. 1-157. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf>
21. Nieva J, Martínez C. Un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Revista Científica Universidad y Sociedad* [Internet]. 2016;8:150. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>
22. Cespón M, Castro R, Curbelo G, Varela D. Financial and ecological diagnosis of the supply chain for recycling plastics in the Cuban business context. *Estudios Gerenciales*. 2015;31(136):347-58.
23. Hussain CM, Paulraj MS, Nuzhat S. Source reduction, waste minimization, and cleaner technologies. En: Hussain CM, Paulraj MS, Nuzhat SBT-SR and WM, editores. *Source Reduction and Waste Minimization* [Internet]. Elsevier; 2022. p. 23-59. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243206000022>
24. Torri S. ¿Qué es un relleno sanitario? Centro de Estudios y Desarrollo de Políticas Públicas [Internet]. 2017; Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Silvana-Torri/publication/319624681\\_Que\\_es\\_un\\_relleno\\_sanitario/links/59bbd53d458515e9cfc78e2c/Que-es-un-relleno-sanitario.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Silvana-Torri/publication/319624681_Que_es_un_relleno_sanitario/links/59bbd53d458515e9cfc78e2c/Que-es-un-relleno-sanitario.pdf)
25. Vélez A, Peñafiel P, Heredia M, Barreno S, Chávez J. Propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos domésticos en la comunidad Waorani Garenó de la Amazonía ecuatoriana. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2019;12(2):33-45.
26. Barrachina J. Características y valorización de los residuos de origen urbano [Internet]. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. 2015. Disponible en: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2027/1/TFM Rico Barrachina, Javier.pdf>

27. Von A. Los Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza* [Internet]. 2006;11(1):107-16. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/360/36012424010.pdf>
28. Pucha F, Fries A, Cánovas F, Oñate F, González V, Pucha D. Fundamentos de SIG [Internet]. Ediloja Cia. Ltda. 2017. 86 p. Disponible en:  
[http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro\\_sig.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf)
29. ESRI. ArcGIS Network Analyst Tutorial [Internet]. 2008. Disponible en:  
[https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/Network\\_Analyst\\_Tutorial.pdf](https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/Network_Analyst_Tutorial.pdf)
30. Serna C, García J, Flórez O. Análisis de rutas de transporte de pasajeros mediante la herramienta network analyst de Arcgis. Caso aplicado en la ciudad de Medellín. *Revista Ingenierías USBMed*. 2016;7(2):89-95.
31. Sánchez M del P, Cruz JG, Maldonado PC. Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*. 2020;11(2):321-36.
32. Ugwu CO, Ozoegwu CG, Ozor PA. Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon* [Internet]. 2020;6(6):e04255. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255>
33. Alvarado L, Cabrera J. Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito de Caleta de Carquín [Internet]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. [Huacho-Perú]; 2020 [citado 31 de octubre de 2022]. Disponible en:  
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4206>
34. Azam M, Jahromy S, Raza W, Raza N, Lee SS, Kim KH, et al. Status, characterization, and potential utilization of municipal solid waste as renewable energy source: Lahore case study in Pakistan. *Environment International* [Internet]. 2020;134(July 2019):105291. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105291>
35. Xiao S, Dong H, Geng Y, Francisco M, Pan H, Wu F. An overview of the municipal solid waste management modes and innovations in Shanghai, China. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020;27(24):29943-53.

36. Adeniran A, Nubi A, Adelopo A. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. Waste Management [Internet]. 2017;67:3-10. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.002>
37. Constitución de la República del Ecuador. Sección segunda Ambiente sano [Internet]. 2011. Disponible en: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
38. ONU. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [Internet]. 1998. Disponible en:  
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
39. COA. Código Orgánico del Ambiente [Internet]. 2018. Disponible en:  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
40. RCOA. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [Internet]. 2019. Disponible en: [https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE.pdf](https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO_AL_CODIGO_ORGANICO_DEL_AMBIENTE.pdf)
41. Congreso Nacional del Ecuador. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. 2004.
42. Ministerio del Ambiente A y TE. Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos [Internet]. TULSMA. 2010. Disponible en:  
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/55/LIBRO VI Anexo 6 MAnejo desechos solido no peligrosos.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/55/LIBRO_VI_Anexo_6_MAnejo_desechos_solido_no_peligrosos.pdf)
43. COOTAD. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización [Internet]. Vol. 2, Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010. 2010. Disponible en: [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
44. GADM de Pangua. Ordenanza municipal de la gestión integral de residuos sólidos, del cantón Pangua. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pangua. 2016. p. 1-18.
45. Aguilar S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco [Internet]. 2005;11. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

46. Rivadeneira J, Suárez A, Barrera M. Análisis general del spss y su utilidad en la estadística. Revista E - IDEA [Internet]. 2020;2(4):17-25. Disponible en: <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/eidea/article/view/19/19>
47. Avila HF, González MM, Licea SM. La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? Didasc@lia: Didáctica y Educación [Internet]. 30 de septiembre de 2020 [citado 3 de julio de 2022];11(3):62-79. Disponible en: <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992>
48. CEPIS/OPS. Método sencillo del análisis de residuos sólidos [Internet]. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. 2002. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.htm>
49. Peñafiel P, Cazares K, Quilligana A, Pasquel A. Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos domésticos en la comunidad Cofán A I Dureno de la Amazonía ecuatoriana. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías [Internet]. 2020;12(2):6. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/1889/2173/>
50. Ponce J. Modelación: Vaciado de recipientes [Internet]. The University of Queensland. 2013. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/236618941\\_Modelacion\\_Vaciado\\_de\\_recipientes](https://www.researchgate.net/publication/236618941_Modelacion_Vaciado_de_recipientes)
51. Cantanhede A, Monge G, Sandoval L, Caycho C. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Revista AIDIS. 2005;1(1).
52. Sarmiento A. Caracterización del manejo de residuos sólidos en el distrito de desaguadero Puno-Perú. Investigaciones Altoandinas [Internet]. 30 de abril de 2015;17(1):65-72. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5157113>
53. Bhambulkar A. Municipal Solid Waste Collection Routes Optimized With ARC GIS Network Analyst. International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies. 2011;11(1):202-7.

54. Zamora R. Propuesta de optimización del sistema de rutas para la recolección de residuos sólidos del cantón Paltas, provincia de Loja [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2022. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59672>
55. Vu HL, Ng KTW, Fallah B, Richter A, Kabir G. Interactions of residential waste composition and collection truck compartment design on GIS route optimization. *Waste Management* [Internet]. 2020;102:613-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.028>
56. Sun L, Wang K, Xu L, Zhang C, Balezentis T. A time-varying distance based interval-valued functional principal component analysis method – A case study of consumer price index. *Information Sciences* [Internet]. 2022;589:94-116. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025521013347>
57. Martínez Á, Braña B, Martín C, Vázquez M, Rumbo JM, López J, et al. Diseño y validación de un instrumento sobre calidad de la planificación anticipada de decisiones para profesionales. *Gaceta Sanitaria* [Internet]. 2022;36(5):401-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911121003162>
58. Grupo de Petrología Aplicada. Práctica 5. Análisis Multivariante con SPSS. Reducción de Datos: Análisis de Componentes Principales y Factorial. [Internet]. Universidad de Alicante. 2020. Disponible en: <https://pdfslide.net/documents/practica-5-analisis-multivariante-con-spss-reduccion-de-datos-analisis-de-componentes.html?page=3>
59. UCLA. Principal Components (PCA) and Exploratory Factor Analysis (EFA) with SPSS [Internet]. *Advanced Research Computing*. 2021 [citado 17 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://stats.oarc.ucla.edu/spss/seminars/efa-spss/>
60. Alejandrina A, Vásquez J, Medina J, Cruz Z. Determinación de tiempo estándar en los camiones para la recolección de residuos sólidos en Altamira Tamaulipas. *Operaciones Tecnológicas*. 2017;I(4):31-43.
61. Requena Y. Investigación Acción Participativa y Educación Ambiental. *Revista Científica*. 2018;3(7):289-308.
62. Salgado J. Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*. 2012;14(2):91-112.

63. Muñoz M, Rodríguez E. Factores que inciden en el nivel de aplicación de prácticas ambientales en los hogares del Ecuador en el año 2017 [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2020. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21221/1/T-UCE-0005-CEC-307.pdf>
64. León V, Plaza A. Análisis de la gestión de los residuos sólidos en el cantón Balzar - provincia del Guayas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017.
65. INEC. Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales [Internet]. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2016. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Gestion\\_Integral\\_de\\_Residuos\\_Solidos/2016/Presentacion Residuos Solidos 2016 F.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion_Residuos_Solidos_2016_F.pdf)
66. Cedeño J. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos del cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2021.
67. Huamaní C, Tudela J, Huamaní A. Gestion de residuos solidos de la ciudad de Juliaca. Journal of High Andean Research [Internet]. 2020;22(1):106-15. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100106&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100106&script=sci_arttext)
68. Yunda F. Diseño de la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Quinsaloma, provincia de los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2021.
69. Cusco J, Picón K. Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG. Universidad de Cuenca; 2015.
70. Paredes L. Propuesta de plan de gestión integral para los residuos sólidos domiciliarios generados en la cabecera cantonal de Macará, provincia de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja; 2018.
71. Charpentier L. Propuesta de un plan de gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para la ciudad de Esmeraldas, provincia de Esmeraldas, Ecuador mediante un modelo espacial [Internet]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2014. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8234/T-ESPE-047875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Anexos

Anexo 1. Formato de encuesta aplicada a la población de la parroquia El Corazón



# Universidad Técnica Estatal de Quevedo

## Facultad de Ciencias de la Ingeniería

### Carrera de Ingeniería Ambiental



## ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE LA PARROQUIA EL CORAZÓN SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

### Ámbito Social

#### 1. Género

- Masculino
- Femenino

#### 2. Rango de edad

- 18-20 años
- 21-30 años
- 31-40 años
- 41-50 años
- 51 a 60 años
- Más de 60 años

#### 3. Nivel de educación

- Básica
- Bachillerato
- Tercer nivel
- Cuarto nivel
- Ninguna

### Conocimiento general

#### 4. ¿Con qué frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?

- Nunca
- Casi nunca

- A veces
  - Casi siempre
  - Siempre
- 5. ¿Considera usted que separando los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio puede facilitar el aprovechamiento de los mismos?**
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Indeciso
  - De acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
- 6. ¿Con qué frecuencia usted separa los residuos domésticos peligrosos como (medicamentos caducados, mascarillas, pilas, pinturas etc.)?**
- Nunca
  - Casi nunca
  - A veces
  - Casi siempre
  - Siempre
- 7. ¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.)?**
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Indeciso
  - De acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
- 8. ¿Cuál es el material que usted utiliza para almacenar los residuos generados en su domicilio previo a la entrega al recolector?**
- Fundas plásticas para basura
  - Saquillos
  - Tachos de plástico
  - Cajas de cartón
  - Otros
- 9. ¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?**

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

**10. ¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?**

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

**11. ¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?**

- Siempre
- Casi siempre
- A veces
- Casi nunca
- Nunca

**12. ¿Considera usted que la acumulación de residuos sólidos atrae vectores como (mosquitos, piojos, garrapatas, ratas etc.)?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**13. ¿Cuál es la frecuencia que se recogen los residuos en su domicilio?**

- Diariamente
- 1 vez por semana
- 2 veces por semana
- 3 veces por semana
- No transita

**14. ¿Cuál es el horario de su preferencia para que se realice la recolección de los residuos sólidos?**

- Horario en el mañana
- Horario en la tarde
- Horario en la noche

**15. ¿Considera usted que el vehículo recolector es suficiente para realizar el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**16. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos realizados por el GAD Municipal de Pangua dentro de la parroquia El Corazón?**

- Muy insatisfecho
- Insatisfecho
- Indeciso
- Satisfecho
- Muy satisfecho

**17. ¿Cree usted que el GAD Municipal de Pangua aprovecha los residuos orgánicos recolectados?**

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

**18. ¿Con qué frecuencia usted reutiliza los residuos sólidos como (botellas plásticas, papel, cartón, metal etc.)?**

- Nunca
- Casi Nunca
- A veces
- Casi siempre

- Siempre

**19. ¿Considera usted que se deben ubicar contenedores específicos en la parroquia El Corazón para depositar residuos reciclables?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**20. ¿Cree usted que la disposición final de los residuos sólidos en el relleno sanitario sin separación previa sea correcta?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**21. ¿Cómo considera usted la gestión de los residuos sólidos en la parroquia El Corazón?**

- Muy mal
- Mal
- Regular
- Bien
- Muy bien

**22. ¿Considera usted que el GAD Municipal de Pangua debe realizar campañas de educación ambiental enfocadas a minimizar la generación de residuos sólidos en los domicilios?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**23. ¿Le gustaría participar en proyectos de sostenibilidad?**

- Totalmente en desacuerdo

- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**24. ¿Le gustaría estar informado sobre la gestión de residuos sólidos urbanos que se realiza en la parroquia El Corazón?**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

**Anexo 2.** Aplicación de encuestas por vivienda en la parroquia El Corazón



**Imagen 1.** Encuesta realizada en la parte sur de la parroquia El Corazón.



**Imagen 2.** Encuesta realizada en la parte norte de la parroquia El Corazón.

### Anexo 3. Procesamiento de los datos obtenidos en las encuestas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1. Genero	2. Rango de edad	3. Nivel de educación	4. ¿Con que frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su casa?	5. ¿Considera usted que separando los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio puede facilitar el aprovechamiento de los caducados?	6. ¿Con que frecuencia usted separa los residuos domésticos peligrosos como (medicamentos caducados	7. ¿Estaría usted dispuesto a reciclar residuos como (plásticos, papel, cartón, vidrio, metal etc.?	8. ¿Cuál es el material que usted utiliza para almacenar los residuos generados en su domicilio previo a la entrega al recolector?	9. ¿Usted identifica los residuos en (orgánicos, inorgánicos y reciclables) previo a la entrega al recolector?	10. ¿Usted considera que se realiza el barrido y limpieza de las vías o espacios públicos antes de la recolección?	11. ¿Usted ha observado depósitos de residuos sólidos en terrenos baldíos o en vías públicas?
Femenin	Mas de 60	Básica	3	1	2	1	Saquillos	4	1	1
Masculin	41-50 años	Básica	1	3	4	3	Saquillos	1	1	3
Femenin	Mas de 60	Ninguna	1	3	3	1	Saquillos	2	1	3
Femenin	21-30 años	Bachiller	1	4	1	1	Saquillos	1	3	2
Femenin	31-40 años	Bachiller	5	4	3	4	Saquillos	5	3	3
Femenin	41-50 años	Bachiller	1	3	4	2	Fundas plasticas para	1	3	3
Femenin	31-40 años	Básica	3	4	3	4	Fundas plasticas para	4	3	3
Femenin	51-60 años	Básica	5	5	5	4	Tachos de plásticos	3	4	3
Masculin	21-30 años	Bachiller	4	4	4	4	Saquillos	3	1	1
Femenin	31-40 años	Básica	2	4	2	2	Fundas plasticas para	2	3	3
Masculin	41-50 años	Bachiller	2	3	1	1	Fundas plasticas para	1	3	3
Masculin	Mas de 60	Tercer	5	5	3	5	Fundas plasticas para	4	3	4
Femenin	41-50 años	Básica	1	4	1	4	Tachos de plásticos	1	4	4
Femenin	31-40 años	Básica	3	4	1	3	Saquillos	1	3	3

Imagen 3. Tabulación de las respuestas obtenidas en el software Microsoft Excel

Datos preparados para ACP y Fiabilidad.sav [Conjunto\_de\_datos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Pérdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	@1.Genero	Cadena	9	0	1. Genero	Ninguna	Ninguna	9	Izquierda	Nominal	Entrada
2	@2.Rangod...	Cadena	15	0	2. Rango de edad	Ninguna	Ninguna	15	Izquierda	Nominal	Entrada
3	@3.Nivelde...	Cadena	12	0	3. Nivel de edu...	Ninguna	Ninguna	12	Izquierda	Nominal	Entrada
4	@4.¿Conqu...	Numérico	12	1	4. ¿Con que fre...	{1,0, Nunca}...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
5	@5.¿Consi...	Numérico	12	1	5. ¿Considera ...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
6	@6.¿Conqu...	Numérico	12	1	6. ¿Con que fre...	{1,0, Nunca}...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
7	@7.¿Estari...	Numérico	12	1	7. ¿Estaría ust...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
8	@8.¿Cuál...	Cadena	29	0	8. ¿Cuál es el ...	Ninguna	Ninguna	29	Izquierda	Nominal	Entrada
9	@9.¿Usted...	Numérico	12	1	9. ¿Usted ident...	{1,0, Nunca}...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
10	@10.¿Uste...	Numérico	12	1	10. ¿Usted con...	{1,0, Nunca}...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
11	@11.¿Uste...	Numérico	12	1	11. ¿Usted ha ...	{1,0, Siempr...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
12	@12.¿Cons...	Numérico	12	1	12. ¿Considera...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
13	@13.¿Cuál...	Cadena	19	0	13. ¿Cuál es la...	Ninguna	Ninguna	19	Izquierda	Nominal	Entrada
14	@14.¿Cuál...	Cadena	21	0	14. ¿Cuál es el...	Ninguna	Ninguna	21	Izquierda	Nominal	Entrada
15	@15.¿Cons...	Numérico	12	1	15. ¿Considera...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
16	@16.¿Cuál...	Numérico	12	1	16. ¿Cuál es s...	{1,0, Muy in...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
17	@17.¿Cree...	Numérico	12	1	17. ¿Cree uste...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
18	@18.¿Conq...	Numérico	12	1	18. ¿Con que fr...	{1,0, Nunca}...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
19	@19.¿Cons...	Numérico	12	1	19. ¿Considera...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
20	@20.¿Cree...	Numérico	12	1	20. ¿Cree uste...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
21	@21.¿Cóm...	Numérico	12	1	21. ¿Cómo con...	{1,0, Muy m...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
22	@22.¿Cons...	Numérico	12	1	22. ¿Considera...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
23	@23.¿Legu...	Numérico	12	1	23. ¿Le gustar...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
24	@24.¿Legu...	Numérico	12	1	24. ¿Le gustar...	{1,0, Totalm...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada

Vista de datos Vista de variables

Imagen 4. Preparación de los datos en el software SPSS V.22

**Escala: Encuesta**

**Resumen de procesamiento de casos**

Casos	Válido	N	%
	Válido	282	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	282	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,815	18

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
4. ¿Con que frecuencia usted separa los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio?	53,876	71,917	,568	,795
5. ¿Considera usted que separando los residuos orgánicos e inorgánicos en su domicilio puede facilitar el	52,628	76,441	,479	,802

**Imagen 5.** Obtención del Alfa de Cronbach

**Anexo 4.** Entrevista al director encargado de la dirección de gestión ambiental y saneamiento del GAD municipal de Pangua.

**Entrevista al director de la dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Pangua**



**1. ¿Actualmente la parroquia El Corazón cuenta con un plan de gestión integral de residuos sólidos?**

Si cuenta

**2. ¿Cuáles son las fases de gestión de residuos sólidos que se realiza en la parroquia El Corazón?**

Actualmente se realiza:

- Almacenamiento temporal (viviendas)
- Recolección
- Transporte
- Disposición final

**3. ¿Realizan la declaración anual de los residuos sólidos no peligrosos ante Autoridad Ambiental Nacional, según lo estipulado en el Art. 60 literal h del Acuerdo N° 061 de la Reforma del Libro VI del TULSMA?**

Se realizó la última declaración en el año 2020

**4. ¿Existen Ordenanzas Municipales de residuos y cuáles son sus fortalezas y debilidades?**

Si existe la ordenanza que regula la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Pangua.

**Fortalezas**

- Dentro de la ordenanza existe sanciones por el incumplimiento, las mismas que se aplican dependiendo la contravención que sea cometida por los habitantes.
- Existe horarios de recolección
- El cantón cuenta con un relleno sanitario propio.

**Debilidades**

- No se cuenta con el apoyo de la ciudadanía para minimizar la contaminación visual y ambiental por la generación de los residuos en las calles y espacios verdes.
- Falta de maquinaria para la operación del relleno sanitario.
- Apoyo por el ente sancionador de la institución para que se cumpla la ordenanza

**5. ¿Dentro de las Ordenanzas existen sanciones para las personas que incumplan la adecuada gestión de los residuos sólidos y cuáles son las sanciones?**

Si existe, contravenciones de primera, segunda, tercera y cuarta clase.

**6. ¿Cuenta actualmente con programas de educación ambiental para la ciudadanía de El Corazón?**

Actualmente se va a trabajar con los colegios en los campos de acción.

**7. ¿Cuáles son los principales problemas que presentan actualmente en cuanto a la gestión de residuos sólidos y cuáles serían sus causas?**

No existe concientización de la ciudadanía en cuanto a la contaminación que causa arrojar los desperdicios a las vías, cuencas y esteros.

**8. ¿Cuántos vehículos tiene a disposición para la recolección en la zona urbana y cuáles son sus características?**

Se cuenta con 2 vehículos.

- 1 vehículo recolector Hino GH de 20 yardas cúbicas
- 1 vehículo tipo volqueta Hino GH

**9. ¿Cuál es la frecuencia que realizan el mantenimiento a los vehículos recolectores y por qué?**

Se realiza cada 3 meses, debido a la falta de presupuesto

**10. ¿Qué método de recolección se aplica en la zona urbana de la parroquia El Corazón?**

Recolección a pie de vereda

**11. ¿Cómo se determinan los horarios para la recolección en la parroquia El Corazón?**

Fueron determinados en base a la necesidad de la ciudadanía, también se analizó el horario en el que la mayoría de la ciudadanía se encuentra en sus hogares, por ello se determinó iniciar a partir de las 17h00.

**12. ¿Con cuántos empleados trabajan dentro del sistema de recolección de residuos sólidos para la parroquia El Corazón?**

3 empleados realizan la recolección de residuos sólidos.

**13. ¿El GAD Municipal de Pangua cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos?**

Si cuenta con un relleno sanitario propio, el mismo que tiene la licencia ambiental.

**14. ¿Realizan algún tipo de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la parroquia matriz El Corazón?**

Se aprovecha los residuos sólidos reciclables.

**15. ¿Cuál es la cantidad de residuos sólidos diarios, mensuales y anuales que ingresan al relleno sanitario y cuál es la Producción Per Cápita?**

Ingresan aproximadamente 7 toneladas diarias.

No se registran datos de la Producción Per Cápita de la parroquia El Corazón.

**16. ¿Existe incremento en la generación de los residuos en la parroquia El Corazón y a que se atribuye?**

Si existe incremento, se evidencia que incide en el crecimiento poblacional de la localidad.

**17. ¿Los residuos sólidos generados en la parroquia El Corazón reciben algún tipo de tratamiento previo a la disposición final?**

No se realiza tratamiento previo.

**18. ¿Promueven iniciativas sociales para reducir o minimizar la generación de residuos sólidos en la parroquia El Corazón?**

No existe.

**Anexo 5.** Ejecución de la entrevista en el Municipio del cantón Pangua.



**Imagen 6.** Entrevista al Ing. Luis Guzmán director encargado de la dirección de gestión ambiental y saneamiento.

**Anexo 6.** Coordenadas de las viviendas en donde se obtuvo las muestras de residuos sólidos.

<b>Puntos de muestro (Viviendas)</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
<b>1</b>	713135	9874439
<b>2</b>	713132	9874431
<b>3</b>	713155	9874461
<b>4</b>	713202	9874521
<b>5</b>	713215	9874434
<b>6</b>	713215	9874440
<b>7</b>	713260	9874549
<b>8</b>	713299	9874555
<b>9</b>	713613	9874234
<b>10</b>	713522	9874321
<b>11</b>	713519	9874272
<b>12</b>	713520	9874267
<b>13</b>	713522	9874267
<b>14</b>	713533	9874268
<b>15</b>	713552	9874268
<b>16</b>	713553	9874268
<b>17</b>	713610	9874312
<b>18</b>	713612	9874321
<b>19</b>	713694	9874292
<b>20</b>	713689	9874282
<b>21</b>	713692	9874329
<b>22</b>	713696	9874351
<b>23</b>	713621	9874355
<b>24</b>	713598	9874368
<b>25</b>	713591	9874370
<b>26</b>	713607	9874268
<b>27</b>	713602	9874206
<b>28</b>	713577	9874205
<b>29</b>	713529	9874204

<b>Puntos de muestro (Viviendas)</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
<b>30</b>	713499	9874200
<b>31</b>	713492	9874200
<b>32</b>	713472	9874202
<b>33</b>	713462	9874201
<b>34</b>	713476	9874118
<b>35</b>	713496	9874115
<b>36</b>	713501	9874115
<b>37</b>	713525	9874111
<b>38</b>	713542	9874110
<b>39</b>	713435	9874131
<b>40</b>	713341	9874151
<b>41</b>	713379	9874144
<b>42</b>	713362	9874289
<b>43</b>	713364	9874312
<b>44</b>	713380	9874335
<b>45</b>	713386	9874339
<b>46</b>	713484	9874386
<b>47</b>	713513	9874381
<b>48</b>	713857	9874274
<b>49</b>	713876	9874276
<b>50</b>	713899	9874288
<b>51</b>	713897	9874309
<b>52</b>	713895	9874334
<b>53</b>	713889	9874332
<b>54</b>	713858	9874331
<b>55</b>	714067	9874256
<b>56</b>	714079	9874270
<b>57</b>	714097	9874263
<b>58</b>	714018	9874282

**Anexo 7.** Caracterización de los residuos sólidos.



**Imagen 7.** Recolección de residuos de los domicilios.



**Imagen 8.** Almacenamiento de las muestras recolectadas.



**Imagen 9.** Pesaje de cada una de las muestras.



**Imagen 10.** Peso de las muestras de residuos sólidos.



**Imagen 11.** Medición de la altura de los residuos sólidos de cada muestra.



**Imagen 12.** Aplicación del método de cuarteo.

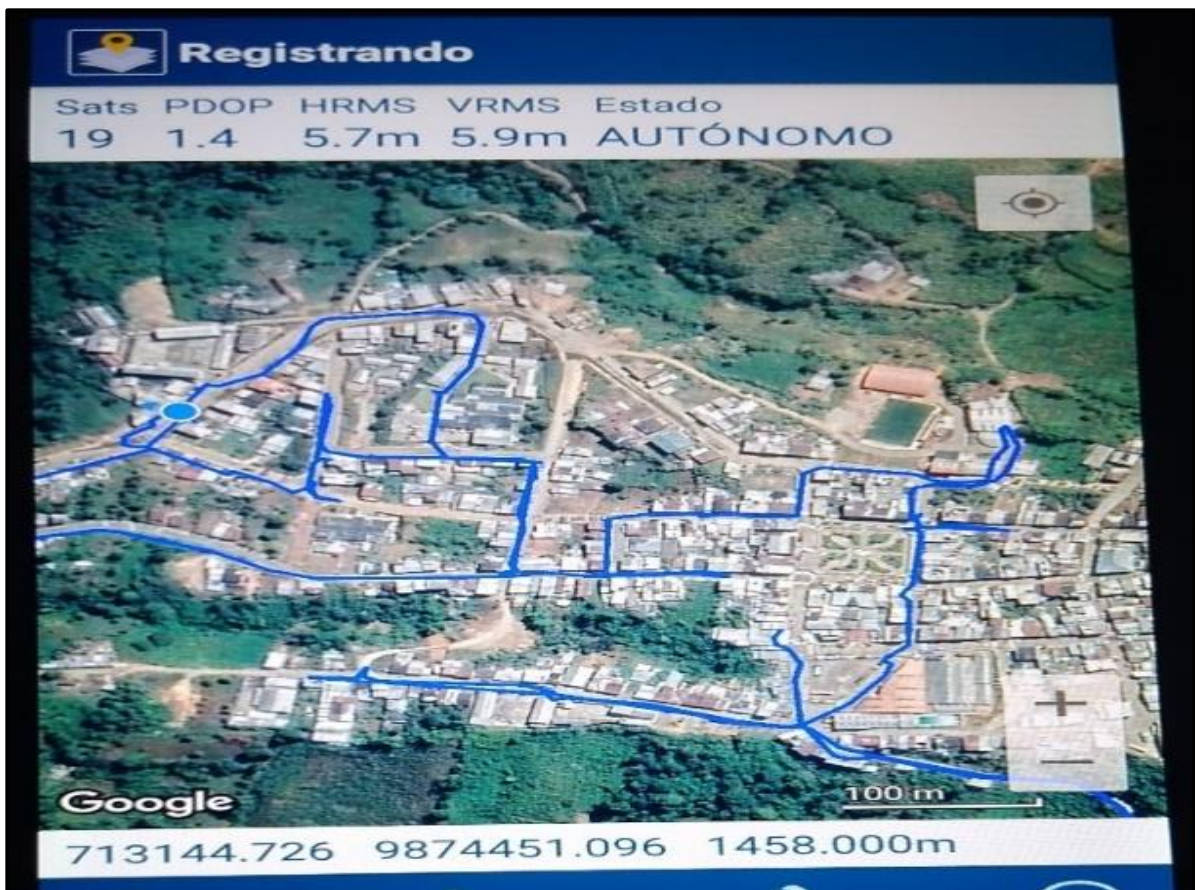
**Anexo 8.** Personal encargado del GADMUPAN para la recolección de la basura en la parroquia El Corazón y trazado de la ruta actual.



**Imagen 13.** Conductor encargado del vehículo recolector.



**Imagen 14.** Personal para la recolección de la basura.



**Imagen 15.** Trazado de la ruta actual mediante líneas en el GPS.

## Anexo 9. Diseño de la ruta óptima para la recolección de residuos sólidos.

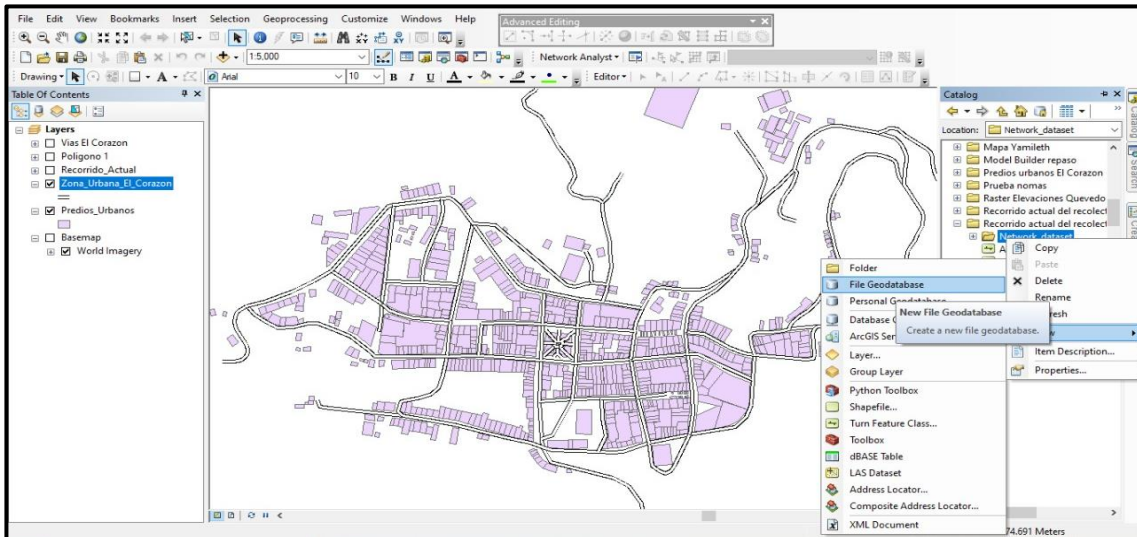


Imagen 16. Creación del Geodatabase en el software ArcGIS.

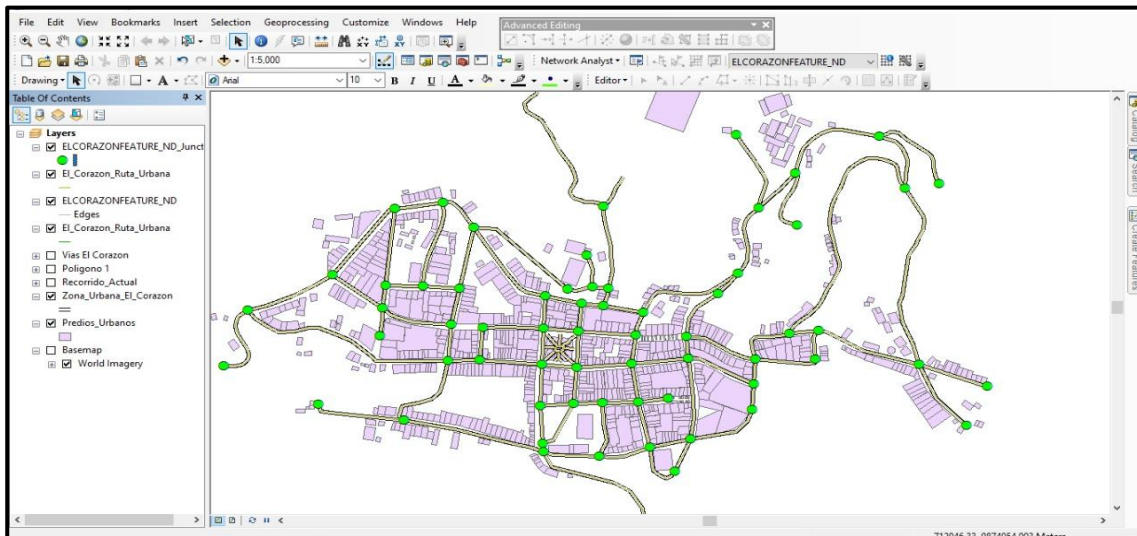


Imagen 17. Creación del Network dataset en el software ArcGIS.

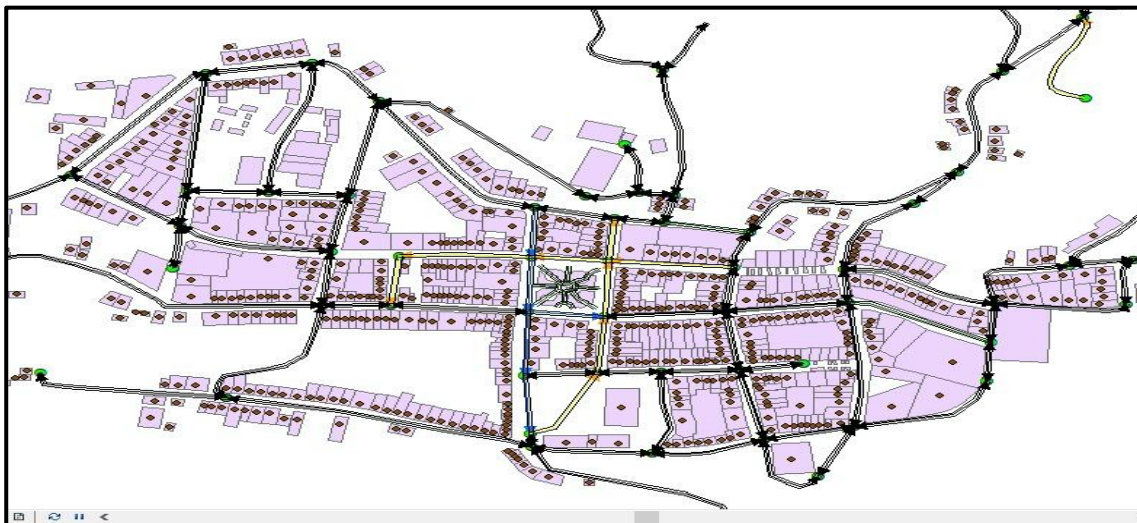


Imagen 18. Dirección de las vías FT, TF Y BI en el software ArcGIS.