



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja

Trabajo de Integración Curricular
previa a la
obtención del título de Ingeniera Ambiental

AUTORA:

María Carolina Paz Cumbicos

DIRECTOR:

Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc.

Loja – Ecuador
2025

Certificación

Loja, 6 de agosto de 2024

Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniería Ambiental**, de la autoría de la estudiante **María Carolina Paz Cumbicos**, con cédula de identidad Nro. **1105248510**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **María Carolina Paz Cumbicos**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma



Cédula: 1105248510

Fecha: 11 de marzo de 2025

Correo electrónico: maria.c.paz@unl.edu.ec

Celular: 0987562765

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta de reproducción parcial o total, y publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular

Yo **María Carolina Paz Cumbicos**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniera Ambiental**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de integración curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los once días del mes de marzo del dos mil veinte y cinco.

Firma: 

Autora: María Carolina Paz Cumbicos

Cédula: 1105248510

Dirección: Barrio San Pedro

Correo electrónico: maria.c.paz@unl.edu.ec

Teléfono: 0987562765

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de integración curricular: Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico el resultado de mi esfuerzo de tantos años a Dios y a la Virgencita, por guiarme en cada paso de este viaje académico, protegerme y darme la fuerza para perseverar y alcanzar este logro.

A mi querida madre, Carmen Cumbicos por ser mi pilar fundamental, mi apoyo incondicional y mi fuerte inspiración, te amo y te agradezco todo lo que haces por mí; este trabajo es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio. A mi padre, Ángel Paz, el hombre que me dio la vida y me enseñó a vivirla. A mi mamita Rosa Cumbicus (+) quien ha sido mi mayor fuerza de vida, te amo y gracias por guiarme y cuidarme desde el cielo.

A mis Hnos. José, Segundo, Jorge, Mariela, por su infinito apoyo incondicional y sus valiosos consejos, que me han convertido en la persona que soy hoy. A mi Hna. Gloria, gracias por traer al mundo al ser que le dio sentido a mi vida, mi niño Jeremy. A mi Hno. Herman, mi faro al iniciar la universidad, gracias por cuidarme y prohibirme salir al mundo exterior. A mi otra mitad, mi querido Hno. Leo, mi negrito te amo con todo mi corazón, gracias por tu apoyo, por todas las veces que pusiste mis necesidades antes que las tuyas, eres mi lugar seguro, mi refugio en el mundo. A mi Hna. Naty, mi amiga confidente de muchas locuras, y a mis bebés Stef y Danny, gracias por despertar mi niña interior, por su amistad, su cariño y por estar siempre presentes en mi vida. A mis adorados sobrino/as, ustedes mi mayor inspiración, su alegría me hace vivir cada día, gracias por ser mi luz y mi motivación. A mis cunado/as, y a todos mis demás familiares, gracias por su amor y apoyo. Los amo a todos y a cada uno. ¡Este logro académico es de ustedes también! es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida.

A mi Naye, gracias por tu compañía y apoyo incondicional en el proceso de este trabajo y vida universitaria. A mi Heidi boni, mi segunda guía de tesis. Su amistad es un regalo que valoro mucho y que ha enriquecido mi vida y carrera de manera significativa.

A mí, por ser fuerte, valiente y capaz de lograr todo lo que me proponga. Por la valentía que me anima a seguir mis sueños, por la resiliencia que me permite aprender de cada error y crecer con cada experiencia. Por amarme tal como soy, con mis virtudes y defectos. *To KQ, for being part of my story and growth, I love you so much, flako.*

María Carolina Paz Cumbicos

Agradecimiento

A Dios y la Virgencita, por hacer posible este logro.

A mis queridos padres, Carmen Cumbicos y Ángel Paz, pilares fundamentales en mi vida, gracias por su amor, apoyo y consejos, que me han guiado en cada paso del camino. En especial a mi querida madre, cuyo amor y sabiduría me han moldeado como la mujer que soy hoy, gracias por ser un ejemplo a seguir. Este trabajo es un tributo a tu dedicación, esfuerzo y amor. Gracias, ama, por cuidar de mis bebés perrunos y gatitos mientras estudiaba y estaba fuera de casa, por recibirme con mucho amor cada vez que iba a casa, por todas las veces que me mandaste comida preparada y me guardabas para cuando llegara a casa, por cada vez que me aconsejabas sin ponerme límites ni prohibirme nada. Gracias por la confianza durante estos cinco años de carrera, gracias por el día que hablaste conmigo y liberaste mis decisiones, Te amo Ama. Gracias, especialmente, por tus oraciones, que me han dado fuerza y esperanza en cada desafío. A mis adorados Hnos./Hnas. gracias por su apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica. Su aliento y motivación fueron fundamentales para alcanzar este logro tan importante en mi vida. Gracias también por el regalo más valioso que me han dado, mis sobrino/as, que me han convertido en tía. “A mi amigo confidente, mi Negrito, gracias por siempre estar a mi lado y apoyarme en todo momento. Gracias hermano mío, por todas las veces que tu sueldo se convirtió en el mío; Te amo”

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, de manera especial a la Carrera de Ingeniería Ambiental, y planta docente que la conforma. A mi paciente director de tesis Ingeniero Mgs, Santiago García, cuya orientación, conocimiento y apoyo invaluable han sido fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo investigativo.

Expreso mi sincero agradecimiento a los miembros del tribunal: Ecól. Katusca Valarezo, Ph.D. Aurita Paucar e Ing, Diana Ochoa por su tiempo y dedicación brindada para la perfección de mi trabajo de investigación. A mi apreciada institución la “Unidad Educativa Fiscomisional Santiago Fernández García”, por su apoyo logístico brindado durante el desarrollo de mi investigación.

A mis queridas Naye y Heidy, gracias por ser mucho más que compañeras de aula, gracias por su amistad y apoyo, y por todas las veces que su casa se convirtió en mi refugio. A Dianita, mi maquilladora estrella, gracias por las veces que me transformaste de atra*en atractiva. A Miguelito, por las veces que te convertiste en mi profe de inglés.

María Carolina Paz Cumbicos

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Residuos Sólidos Urbanos	7
4.2. Caracterización de Residuos Sólidos.....	7
4.3. Composición de Residuos Sólidos.....	7
4.4. Fases de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos	8
4.4.1. Separación en la fuente	8
4.4.2. Almacenamiento temporal.....	9
4.4.3. Barrido y limpieza	9
4.4.4. Recolección y transporte.....	10
4.4.5. Acopio y/o transferencia.....	11
4.4.6. Aprovechamiento y tratamiento	12
4.4.7. Disposición final.....	14
4.5. Impactos generados por el manejo inadecuado de RSU.....	14
4.6. Normativa Ambiental Ecuatoriana para el manejo de RSU	15

5. Metodología	17
5.1. Área de estudio	17
5.2. Métodos	18
5.2.1. Caracterización de los residuos sólidos urbanos	18
5.2.2. Diagnóstico del manejo actual de RSU parroquia urbana Cariamanga.....	26
5.2.2.1. Análisis de las fases del manejo de los RSU	27
5.2.2.2. Lista de chequeo	28
5.2.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU parroquia urbana Cariamanga	28
6. Resultados.....	30
6.1. Caracterización de la generación de RSU parroquia urbana Cariamanga	30
6.1.1. Determinación del número representativo de muestras para cada estrato.....	30
6.1.2. Generación per cápita (GPC) y generación total diaria (GTD)	31
6.1.3. Composición física de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga	32
6.1.4. Volumen de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga	34
6.1.5. Densidad de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga.....	34
6.1.6. Estimación de la proyección futura de RSU para la parroquia urbana Cariamanga ..	35
6.2. Diagnóstico del manejo de RSU de la parroquia urbana Cariamanga.....	35
6.2.1. Análisis de las fases del manejo de los residuos sólidos urbanos.....	35
6.2.1.1. Componente Manejo.....	35
6.2.1.2. Componente Social	45
6.2.1.3. Componente de Impactos.....	46
6.2.1.4. Componente Normativo.....	46
6.2.2. Lista de chequeo	47
6.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU en la parroquia urbana Cariamanga	49
7. Discusión	65
8. Conclusiones	72
9. Recomendaciones	73
10. Bibliografía	74
11. Anexos	84

Índice de tablas:

Tabla 1. Rangos de tamaño de muestras del estrato domiciliario	19
Tabla 2. Rangos de tamaño de muestras por generadores comerciales	19
Tabla 3. Codificación empleada en el muestreo para los tres estratos.....	20
Tabla 4. Registro del peso diario y generación per cápita de RSU.....	22
Tabla 5. Clasificación en componentes de los RSU	24
Tabla 6. Determinación del número de muestras por estrato.....	31
Tabla 7. Estimación de la GPC y GPD de la parroquia urbana Cariamanga para el año 2034 ...	35
Tabla 8. Capacitación y Educación Ambiental.....	49
Tabla 9. Aprovechamiento de residuos orgánicos.	53
Tabla 10. Separación en la fuente.	54
Tabla 11. Mejoramiento del relleno sanitario.	57
Tabla 12. Plan de acción de seguridad y salud ocupacional para los trabajadores.	61

Índice de figuras:

Figura 1. Mapa de localización geográfica de la parroquia urbana Cariamanga.....	17
Figura 2. Etiquetas domiciliarias para la caracterización de RSU por estrato.....	21
Figura 3. Fases de manejo de los residuos y desechos sólidos no peligrosos.....	28
Figura 4. Promedio de generación per cápita por estrato	31
Figura 5. Promedio de generación total diaria por estrato.....	32
Figura 6. Composición física RSU estrato domiciliario de la parroquia urbana Cariamanga.....	32
Figura 7. Composición física RSU estrato comercial de la parroquia urbana Cariamanga.....	33
Figura 8. Composición física RSU estrato institucional de la parroquia urbana Cariamanga.....	33
Figura 9. Volumen de RSU por estrato de la parroquia urbana Cariamanga	34
Figura 10. Densidad de RSU por estrato de la parroquia urbana Cariamanga	34
Figura 11. Formas de almacenamiento de basura por parte de los pobladores	36
Figura 12. Barrido y limpieza de calles y frecuencia en la parroquia Cariamanga.	37
Figura 13. Servicio de recolección de RS, GAD Municipal Calvas.....	38
Figura 14. Frecuencia de recolección de RSU en la parroquia Cariamanga	38
Figura 15. Problemas identificados en el servicio de recolección en la parroquia Cariamanga..	39
Figura 16. Vehículos recolectores del GAD Municipal de Calvas.....	40
Figura 17. Operarios del servicio de recolección.	40
Figura 18. Relleno sanitario de los RSU comunes del cantón.....	41
Figura 19. Celda residuos biopeligrosos.....	42
Figura 20. Disposición final de los RSU.	42
Figura 21. Área de reciclaje del relleno sanitario.	43
Figura 22. Área de compostaje y lombricultura	44
Figura 23. Piscina de lixiviados.....	45
Figura 24. Problemas por el manejo inadecuado de RSU.	46
Figura 25. Ubicación de infraestructura para guardar pertenencias y herramientas de trabajadores	48

Índice de anexos:

Anexo 1. Aprobación para el trabajo de muestreo en la parroquia urbana Cariamanga.	84
Anexo 2. Aprobación de las instituciones para el desarrollo del muestreo.	86
Anexo 3. Etiquetas codificadas para cada estrato muestreado.	89
Anexo 4. Diseño de la entrevista dirigida al técnico del departamento de gestión ambiental e Higiene del GAD Municipal Calvas.	90
Anexo 5. Diseño de la entrevista para el estrato institucional.	91
Anexo 6. Diseño de la entrevista dirigida a los conserjes de cada institución.	92
Anexo 7. Diseño de la encuesta para el estrato domiciliario y comercial.	93
Anexo 8. Socialización con las autoridades competentes.	95
Anexo 9. Proceso de etiquetado de los tres estratos.	99
Anexo 10. Recolección y transporte de bolsas plásticas.	99
Anexo 11. Pesaje de los residuos sólidos recolectados.	100
Anexo 12. Proceso de la composición física de los residuos sólidos.	101
Anexo 13. Mapa de la red de recolección de residuos de la ciudad de Cariamanga.	101
Anexo 14. Lista de chequeo.	103
Anexo 15. Vías de acceso al relleno sanitario del cantón Calvas.	106
Anexo 16. Maquinaria.	106
Anexo 17. Impermeabilización de la celda con geomembrana.	106
Anexo 18. Permiso para la visita técnica.	108
Anexo 19. Certificado de traducción del abstract.	109

1. Título

Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja.

2. Resumen

El manejo inadecuado de los residuos sólidos, se identifica como uno de los principales problemas que genera impactos negativos al ambiente y salud pública a nivel mundial. En este contexto, el presente estudio se enfoca en evaluar el manejo actual de los residuos generados en la parroquia urbana Cariamanga, con la finalidad de proponer alternativas de mejora sobre el manejo de los residuos, para ello se realizó la caracterización y composición de los residuos sólidos de los estratos domiciliario, comercial e institucional. Asimismo, se realizó el diagnóstico del manejo actual de los residuos, a través de la descripción de los componentes: manejo, social, impactos y normativa, mismos que permitieron identificar los principales problemas. A partir de estos problemas identificados se propusieron alternativas de mejora, es así que la presente investigación se obtuvo que la generación per cápita domiciliaria es de 0,67 kg/hab/día, y la generación total diaria del estrato domiciliario es de 9,14 ton/día de residuos, de los cuales el 47,39 % son residuos orgánicos domiciliarios y 52,61 % corresponden a inorgánicos. Además, se identificó que los principales problemas que presenta la parroquia urbana Cariamanga en el manejo de residuos, la falta de separación en la fuente domiciliaria, aprovechamiento, falta de sensibilidad ambiental, ausencia de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, adecuación del relleno sanitario y actualización de la ordenanza para su posterior aplicación. Se propusieron programas de capacitación y educación ambiental, aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, como alternativas que pretenden concientizar la población, así como prevenir y mitigar impactos negativos generados por el manejo inadecuado de residuos sólidos.

Palabras clave: Caracterización, residuos sólidos, gestión de residuos sólidos, generación.

Abstract

The improper management of solid waste is identified as one of the main problems generating negative impacts on the environment and public health worldwide. In this context, the present study focuses on evaluating the current management of waste generated in the urban parish of Cariamanga, with the aim of proposing improvement alternatives for waste management. To this end, the characterization and composition of solid waste from the residential, commercial, and institutional sectors were carried out. Likewise, a diagnosis of the current waste management was conducted through the description of its components: management, social aspects, impacts, and regulations, which allowed the identification of the main issues. Based on these identified problems, improvement alternatives were proposed. Thus, this research determined that the per capita household generation is 0.67 kg/inhabitant/day, and the total daily generation of the residential sector is 9.14 tons/day of waste, of which 47.39% are organic household waste and 52.61% correspond to inorganic waste. Additionally, it was identified that the main problems faced by the urban parish of Cariamanga in waste management include the lack of waste separation at the source in households, waste recovery, lack of environmental awareness, absence of utilization of organic and inorganic waste, adaptation of the sanitary landfill, and updating of the ordinance for its subsequent implementation. Training and environmental education programs, as well as the utilization of organic and inorganic waste, were proposed as alternatives aimed at raising population awareness and preventing and mitigating the negative impacts caused by improper solid waste management.

Keywords: Characterization, solid waste, solid waste management, generation.

3. Introducción

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRS) es de suma importancia para el cuidado del ambiente, proteger la salud humana y mejorar la calidad de vida de la sociedad. Los residuos sólidos urbanos (RSU) se producen de las actividades de consumo diario, que se ven influenciadas por la combinación de altas tasas de hábitos individuales de consumo, densidad poblacional (Ceballos y Flores, 2022), junto con la urbanización, crecimiento desmedido de la población, desarrollo económico y altos niveles de vida (Sierra, 2023), los mismos que se clasifican de acuerdo con su origen en: domiciliario, comercial e institucional y hospitalarios (Código Orgánico del Ambiente [COA], 2017). En la actualidad, la generación de RSU a nivel mundial alcanza los 2 millones de toneladas y se prevee que aumente a 3,4 mil millones de toneladas para el 2050 (Liu et al., 2021). Según Cabrera (2023), el 67 % de estos residuos sólidos se depositan en rellenos sanitarios, el 27 % va a vertederos controlados y solo se aprovecha el 4,5 %.

El manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos está constituido por diversas fases, desde la generación, separación en la fuente, almacenamiento temporal, barrido y limpieza, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [RECODA], 2019). Sin embargo, solo el 19,8 % de los municipios de América Latina y El Caribe cuentan con planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, mientras que el 2,2 % lleva a cabo programas de reciclaje (Rodríguez y Baca, 2022). El manejo inadecuado de los residuos representa uno de los principales problemas a nivel global, con implicaciones económicas, sociales, culturales y especialmente ambientales (Sornoza y García, 2023).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2020), en América Latina el promedio de generación per cápita (GPC) es de 1 kg/ha/día de RSU, lo que equivale a una producción total de 540 000 toneladas. Según la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas [AME] (2022), en Ecuador se recoge un promedio de 143 934 toneladas de RSU al día, de los cuales, el 54,5 % de los municipios en Ecuador cuentan con rellenos sanitarios para la disposición final de RS, el 28 % utilizan celdas emergentes y el 17,3 % hace esta disposición en botaderos.

De acuerdo al Código de la Organización Territorial, Autonomía y Descentralización [COOTAD] (2017), en su Art. 55 los GADs municipales tienen la responsabilidad directa del manejo y gestión de los residuos sólidos generados en sus respectivas localidades como un servicio básico; no obstante, Arteta et al. (2021) mencionan que la falta de recursos económicos, educación, cultura ambiental, concientización y la búsqueda de tecnologías e implementación de alternativas de manejo de residuos sólidos, contribuyen a que este manejo se realice de manera ineficiente. Además, la salud humana y el ambiente han resultado afectados negativamente debido a que estos residuos terminan en lugares inapropiados como carreteras, áreas protegidas y fuentes de aguas, lo que impide los servicios de recolección, tratamiento, valorización y disposición final de RS, generando efectos negativos, contaminación, riesgos sanitarios, impactos al ambiente, afectaciones a la salud y problemas sociales (Niezwida et al., 2023).

Por otra parte, en Ecuador el 60,9 % de los GAD municipales en la región sierra cuentan con instalaciones para desechar los residuos sólidos, tal como lo señala el (Instituto de Estadísticas y Censo [INEC], 2022). La ciudad de Loja se distingue por sus programas de separación en la fuente, recolección y aprovechamiento. Es importante destacar que estos residuos no solo pueden ser vistos como contaminantes, sino que también son una oportunidad para generar ingresos económicos mediante su tratamiento y aprovechamiento. Además de incorporar normativas que consideren las respectivas sanciones específicas al incumplimiento del manejo de los RSU (Mendieta et al., 2020).

En lo referente al cantón Calvas la situación no difiere, existen deficiencias que necesitan atención inmediata y acciones concretas en la prestación de servicios públicos municipales, como el manejo de los residuos sólidos urbanos. Actualmente el relleno sanitario recolecta 12 toneladas de RSU diarios, con una cobertura de recolección del 95 % en el área urbana; sin embargo, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (2019), la cobertura de recolección en el cantón es baja, ya que no se lleva a cabo una recolección diferenciada. Además, no realiza el reciclaje de los residuos y el tratamiento que recibe no es adecuado, asimismo, no existe clasificación en la fuente, ni un manejo adecuado para su disposición final en el relleno sanitario.

Actualmente, el cantón Calvas tiene un relleno sanitario que está por cumplir su vida útil, presenta graves problemas como la falta de tratamiento de lixiviados y gases emanados por

procesos anaeróbicos de la degradación de la fracción orgánica de los residuos sólidos, el área de compostaje actualmente no está operando; no existen cunetas perimetrales, ni de coronación para evitar el ingreso del agua lluvia a la masa de residuos, por lo que desde el 2016, el municipio través del Departamento de Gestión Ambiental ha propuesto el cierre técnico del relleno sanitario debido a todos los problemas citados previamente. En cuanto a la ordenanza (Ordenanza para el manejo integral de residuos sólidos del cantón Calvas) establecida en el año 2004, ésta, no se aplica ni se cumple, por lo que es urgente su actualización, y que sean incluidos en su contenido todas las normas y/o reglamentos nacionales, como por ejemplo la norma técnica NTE INEN 2841:2014 que establece la codificación de colores para la separación de los residuos sólidos.

Ante esta situación, se ha propuesto llevar a cabo una investigación que permita conocer el estado actual del manejo actual de los RSU en la parroquia urbana Cariamanga, para identificar las deficiencias y limitaciones que presenta el manejo, con el fin de proponer alternativas de mejora en el manejo, donde los municipios incluyan prácticas de aprovechamiento y valorización de los RSU, con la finalidad de mitigar los impactos negativos provocados por los residuos RSU (Herrera et al., 2023). Además, estas prácticas de valorización y aprovechamiento permiten generar beneficios económicos (Alam et al., 2024), de esta manera contribuye al beneficio y bienestar de la comunidad de la parroquia urbana Cariamanga y la protección del ambiente, siendo aspectos claves a considerar en esta investigación.

En la presente investigación se planteó como objetivo general “evaluar el manejo actual de los residuos sólidos urbanos generados en los estratos domiciliario, comercial e institucional de la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas”, para cumplir con ello, se cumplieron los siguientes objetivos específicos: (i) Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en los estratos domiciliario, comercial e institucional de la parroquia urbana Cariamanga; (ii) Realizar el diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga; (iii) Proponer alternativas de mejora sobre el manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga. Esta información servirá como base para que los entes tomadores de decisiones realicen un manejo apropiado de los RSU.

4. Marco teórico

4.1. Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos se originan de actividades cotidianas como domiciliarias, comerciales, hospitalarias, industriales e institucionales Código Orgánico del Ambiente (COA) (2017), áreas residenciales, material de construcción y mercados (Mondal y Mandal, 2024). Este tipo de residuos se clasifican según su descomposición: orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos se componen de material biodegradable como basura doméstica, restos de jardín y desechos de alimentos, estos residuos son utilizados en procesos de compostaje para la producción de fertilizantes orgánicos (Khan et al., 2024).

Los residuos inorgánicos se clasifican en aprovechables y no aprovechables, los aprovechables son materiales que pueden ser reciclados y reutilizados como papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, metales entre otros (Kwenda et al., 2022) cuya fracción de descomposición natural es muy lenta (Susunaga et al., 2022). Los no aprovechables son materiales que ya no pueden ser sometidos a ningún tipo de transformación como desechos médicos, sanitarios, electrónicos, materiales de construcción y demolición, plásticos de un solo uso, entre otros (Afshar et al., 2024).

4.2. Caracterización de Residuos Sólidos

El proceso de caracterización de los residuos sólidos urbanos es una herramienta, el cual se obtienen datos como la generación de residuos sólidos de cada habitante por día (GPC) (kg/hab/día), generación total (GTD) del municipio en base a la cantidad de habitantes, densidad permitirá evaluar los sistemas de almacenaje, transporte y disposición final de los residuos (kg/m³), composición física (%) por tipo de residuos (orgánica e inorgánica) de cada muestra tomada, cuya información permitirá el diseño técnico y operativo del manejo de los residuos sólidos urbanos, como también la planificación organizativa y financiera del servicio de limpieza pública, además, servirá para la elaboración de herramienta, y toma de decisiones para la gestión integral de los residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo (MINAM, 2019).

4.3. Composición de Residuos Sólidos

La composición física de los residuos sólidos se realiza en base a la norma mexicana NMXAA-015-1985, el cual detalla el método del cuarteo para determinar las características físicas de los residuos sólidos en porcentaje, con ayuda de la información obtenida de la caracterización durante los 8 días consecutivos. Primero, vaciar todas las fundas de residuos recolectados formando una pila sobre un área plana, de allí homogenizar, se divide en cuatro partes iguales, luego se extrae las partes opuestas, volver homogenizar hasta obtener una muestra menor, se repita dicha operación hasta obtener una muestra representativa de 50 kg, posterior a ello se realiza la clasificación por cada tipo de residuo (papel, plásticos, cartón, entre otros,) (Raya et al., 2023).

4.4. Fases de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos

La Gestión Integral de Residuos Sólidos urbanos abarca aspectos relevantes como: gestión, participación y manejo de residuos sólidos, asociando de manera directa con el bienestar, economía, salud y al ambiente (Cárdenas et al., 2019). En este contexto, el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) representa unos de los primordiales desafíos que enfrentan las zonas urbanas a nivel mundial, en particular a países en desarrollo y autoridades locales, las fases que constituyen el manejo de residuos sólidos son: separación en la fuente, almacenamiento temporal, barrido y limpieza, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [RECODA], 2019).

4.4.1. Separación en la fuente

En la fase de separación de residuos en la fuente, se lleva a cabo la clasificación en el lugar que se generan, de acuerdo a sus características para facilitar la recolección, aprovechamiento y disposición final (Paredes, 2023). Esto se logra mediante métodos de separación como contenedores municipales que están diseñados para depositar y recolectar de manera eficiente (Kanojia y Visvanathan, 2021).

En países como Ecuador tienen dificultades para alcanzar una gestión adecuada de residuos. Ecuador genera 375 mil millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales, el 57 % son orgánicos y el 43 % son inorgánicos, de estos residuos generados, el 4 % son recuperados por sistemas de separación en centros de acopio y el 96 % son depositados en rellenos sanitarios. Además, el 36,4 % de Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM)

de cada ciudad iniciaron o mantuvieron procesos de separación en la fuente (Rodríguez y Baca, 2022).

4.4.2. Almacenamiento temporal

Fernández et al. (2014), mencionan que el almacenamiento temporal de los residuos sólidos se trata de la disposición temporal de los residuos sólidos generados por diversas actividades cotidianas. El almacenamiento se realiza primero desde los hogares, centros comerciales, oficinas de trabajo, para luego ser ubicados en un depósito público o recipientes domiciliarios para su posterior recolección y transporte (Yaillet y Carvajal, 2014). Por otra parte, Mora y Molina (2017) señalan que es el depósito transitorio de residuos sólidos, el cual mantiene las condiciones que garantizan la protección y salud social y del ambiente. Además, las condiciones que requieren cumplir los espacios de almacenamiento temporal de residuos son; los sitios de depósito de residuos deben ser áreas estables y apartadas de zonas hídricas, asimismo, deben estar cerrados con material impermeables, para evitar fugas o derrames (Liu et al., 2020).

En este mismo orden de ideas, los centros médicos disponen de recipientes adecuados para el almacenamiento temporal de residuos hospitalarios generados en la fuente, cuyo propósito es conservarlos hasta que la entidad competente los recoja para luego ser transportados al sitio de disposición final de residuos peligrosos (celda de bioseguridad) para su posterior tratamiento (Herrera y Lazo, 2020). Además, estos recipientes, deben ser recipientes amplios que permitan la clasificación de los diferentes tipos de residuos que generan los centros médicos, con accesos restringidos y material impermeable (Merchán y Peñafiel, 2024).

4.4.3. Barrido y limpieza

Entre las fases de manejo de residuos sólidos, el barrido de calles es un servicio de sanidad urbana que desempeña la función principal de asegurar una calidad de vida al ambiente y a la población de una ciudad (Bartolozzi et al., 2018), mismo, que es el conjunto de procedimientos mediante obra humana y elementos mecánicos para dejar las áreas y vías públicas libre de residuos sólidos (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [RECOA], 2019). Por ende, Araiza et al., (2015), mencionan que el barrido de calles y espacios públicos debe realizarse de manera mecánica, teniendo en cuenta las condiciones para ejecutarse, de lo contrario, se debe implementar el barrido manual, asimismo, el servicio de limpieza es trabajo realizado por operarios

sobre calles no asfaltadas (calles de tierra) donde realizan el recogido de residuos como papeles, cartones, hojas entre otros, utilizando rastrillos.

El barrido de calles forma parte del sistema de recolección, mismo que depende de la frecuencia, el tipo de pavimentado, topografía, extensión de las vías, circulación peatonal, localización de contenedores o recipientes de basura, personal necesario para realizar el servicio y puede realizarse de forma manual o mecánica (Cárdenas et al., 2019).

En este contexto, el barrido manual se realiza utilizando la mano de obra directa, este tipo de barrido es recomendable realizarlo en áreas de difícil acceso, calles con menor tráfico peatonal y vehicular, avenidas, plazas o áreas públicas, donde la persona realiza el barrido mediante tramos en la calle depositando los residuos recolectados sobre una carretilla (Vanegas et al., 2015). La limpieza en las vías de circulación vehicular y peatonal se debe realizar todo el largo de las cunetas y de un ancho de 0,6 a 1 m. Por otro lado, la frecuencia de limpieza se clasifica en: barrido primario, el cual se debe realizar diariamente, recomendable en jornadas nocturnas, asimismo, el barrido de mantenimiento debe ejecutar durante las 24 horas del día en áreas de generación continua de residuos como plazas y se realiza después del servicio de barrido primario, finalmente, el barrido y limpieza inter- diario la frecuencia es de una vez por semana (turno diurno o nocturno), debido a que son zonas residenciales y con baja actividad comercial.

Por otra parte, el barrido mecánico, se realiza con la ayuda de una maquina barredora y equipos de óptimo rendimiento, con filtro antipolvo y aspiración, es recomendable realizarse en calles pavimentadas, planas y amplias. El rendimiento de este servicio es de 1 a 2 km/operario/turno y se recolectan de 30 a 90 kg de residuos por km de barrido, y se requiere de 4 a 8 operarios para una ciudad de 1 000 habitantes, dependiendo del porcentaje de calles pavimentadas y la cooperación de la comunidad como del barrido mecánico (Fernández et al., 2024). Además, el barrido de carreteras se debe realizar de manera frecuente con vehículos tipo camión, constituidos por una unidad de succión, escoba o cepillo ancho para los canalones que barre los escombros que se encuentran sobre la cuneta, tener en cuenta que el 80 % de escombros se localizan en cunetas (Vanegas et al., 2015).

4.4.4. Recolección y transporte

La fase de recolección de residuos sólidos es el proceso el cual los residuos producidos de fuentes generadoras como domicilios, comercios y residuos generados en el servicio de barrido y limpieza (Rodríguez-Díaz et al., 2022) son recogidos puerta a puerta de los hogares, sitios autorizados, contenedores o estaciones de transferencia, para luego ser trasladados al lugar de tratamiento, como al relleno sanitario o planta de compostaje, utilizando vehículos adecuados (Junqueira et al., 2022). De acuerdo a Chavarría (2022), las municipalidades e instituciones públicas o privadas tienen la responsabilidad del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos, asimismo, de garantizar un eficiente servicio de limpieza en las diferentes localidades (Adame y García, 2020).

Por otra parte, la frecuencia de recolección de residuos en áreas comerciales se debe realizar de 1 a 2 veces/día, recomendable en horarios nocturnos, mientras que en zonas del mercado de 2 a 3 veces/día, y solo de 1 a 2 veces/día en zonas periurbanas, y se recomienda llevar a cabo recolección diurna, que resulta más económica y fácil de controlar, teniendo en cuenta el tránsito vehicular (Machado y Valiente, 2022). En Ecuador los GAD municipales destinan mayor parte de los recursos económicos para el servicio de recolección y transporte de residuos, en cuanto al costo de este servicio es de 27,60 dolores para ciudades con pequeñas poblacionales de 15 000 a 50 000 habitantes (Aguirre et al., 2022). Por otra parte, en América Latina el 60 y 70 % del costo total de este servicio se utiliza para llevar a cabo la recolección y disposición final de residuos sólidos. Con respecto a la fase de transporte de residuos, tanto en América Latina como en El Caribe, este servicio se prevee usando vehículos con capacidad máxima de 15 m³ y se requiere de 2 a 4 operarios (Pineda et al., 2024)

4.4.5. Acopio y/o transferencia

Las Estaciones de transferencia son infraestructuras necesarias, técnicamente establecidas, en las cuales se descargan y almacenan los residuos de los vehículos recolectores y después son transferidos a vehículos de transporte de gran capacidad de carga, los que finalmente son los encargados de llevar los residuos a las plantas de tratamiento o al centro de disposición final, con la finalidad de mejorar la eficacia del transporte de los residuos sólidos (RS) a los rellenos sanitarios (Moreira et al., 2021).

Esta fase es de suma importancia en el sistema de gestión de los residuos sólidos, por el hecho a que los rellenos sanitarios para la disposición final de residuos se encuentran cada vez más lejanos de las zonas urbanas, mismas que están diseñadas al manejo, recuperación y traslado de residuos de un vehículo a otro con capacidad mayor de carga, para ser transportados al sitio de disposición final o a los sitios de aprovechamiento como: plantas de reciclaje, sitios de aprovechamiento, centros de incineración, áreas de compostaje, entre otros (Varón et al., 2015).

Una de las mayores ventajas de los centros de transferencia es que están asociados a la economía de transporte, ahorros tanto energéticos como laborales y el desgaste reducido, mismas que generan la necesidad de realizar inspección de las instalaciones, sobre todo en estaciones de transferencia regionales, debido a que afectan a diversas áreas urbanas. Asimismo, los beneficios de la instalación y localización son amplios y de mayor duración y son reconocidas como una decisión importante para la planificación de estrategias en presas privadas y pública (Bernache, 2015).

4.4.6. Aprovechamiento y tratamiento

En esta etapa, el aprovechamiento se lleva a cabo procedimientos importantes como; el tratamiento de los residuos recolectados, clasificados y/o diferenciados de acuerdo al tipo de material para luego ser tratados hasta que sea viable nuevamente su uso, y así ser vendido y utilizado en nuevos procesos de producción (Moreira et al., 2021). El enfoque de gestión promueve nuevas alternativas sostenibles que fomentan la innovación, el reuso y el ecodiseño, convirtiéndose así en un aprovechamiento. De esta manera, se realizan procesos de aprovechamiento como el reciclaje, la elaboración de compost, la producción de combustibles y la gasificación de residuos para obtener energía mediante la recolección de los RS (Rodríguez y Baca, 2022).

El tratamiento es la transformación química, física o biológica de los residuos sólidos (RS) para transformar sus características y aprovechar su potencial y el cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes contribuyendo a la disminución de la contaminación y a la mitigación de impactos negativos al ambiente. Según Pérez y Rodríguez (2022), existen diferentes alternativas de tratamiento para los RSU recolectados, los cuales dependen de su composición y el objetivo de tratamiento, están el uso de rellenos sanitarios, métodos de tratamiento térmico, procesos de pretratamiento y tratamiento químico o biológico. En los países

desarrollados, el reciclaje y el compostaje contribuyen significativamente al tratamiento de los residuos (Fernández et al., 2024).

Existen diversas tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos, el compostaje es la técnica más utilizada, cuyo tratamiento biológico consiste en la descomposición biológica de la materia orgánica con la participación de microorganismos, misma que genera resultados favorables al medio ambiente por su eliminación amigable, otra tecnología que facilita el tratamiento de residuos orgánicos es la paca digestora, que permite transformar la materia orgánica en abonos mediante el proceso de fermentación, esta técnica ha tenido mayor aplicabilidad en Colombia (Ossa et al., 2020).

Por otra parte, en México, realizan lombricompostaje de manera rigurosa como una alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y fertilizantes de animales, estos pueden ser incorporados al suelo en corto tiempo generando fertilizantes conocido como vermicompost, idóneas para sustituir a los fertilizantes químicos, mismo que generan grandes beneficios a suelos agrícolas y con ello oportunidades a los pequeños productores (Gómez et al., 2022).

Además, existen otras técnicas para tratar y aprovechar residuos inorgánicos, como reciclaje y la generación de energía (Peñañiel et al., 2024). En la zona poblada de Cono sur en Lima, aprovechan los residuos inorgánicos municipales mediante el reciclaje, fortaleciendo programas de reciclaje *in situ* y recolección selectiva de residuos generados en domicilios, mercados, escuelas y empresas públicas con la finalidad de fomentar el reciclaje de estos residuos, sumando la importancia del valor agregado y comercialización del producto, además promueve la formación de los recicladores según Paredes et al. (2023).

Por otra parte, los residuos sólidos urbanos, son recursos económicos viables para la generación de energía limpia con menor impacto ambiental, a partir de desechos inorgánicos. Por ejemplo, Montiel y Pérez (2019) señalan que, Brasil es uno de los países con mayor potencial para producir energía mediante la incineración de residuos sólidos inorgánicos no aprovechables como una alternativa de suministro de energía en el país con 50 millones de megavatios/hora en el año. Asimismo, afirman que la reutilización de la energía aportara a la solución inadecuada de gestión

integral de residuos sólidos en Brasil, y por ende a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

4.4.7. Disposición final

La disposición final en la Gestión Integral de los RSU consiste en el depósito permanente de los residuos que no pudieron ser aprovechados en la fase de tratamiento y asignados a los diferentes tipos de disposición final como celdas emergentes, vertederos controlados, rellenos sanitarios, entre otros (Venegas et al., 2015). Los rellenos sanitarios son lugares asignados, diseñados y utilizados como una técnica para la disposición final de los residuos, que requiere de un proceso de compactación, cobertura final y monitoreo de lixiviados y gases para evitar problemas a la salud pública y al ambiente (Cárdenas et al., 2018).

Asimismo, los vertederos controlados son lugares diseñados para la disposición final de los residuos sólidos, que busca reducir los impactos negativos al ambiente y a la salud pública, sin embargo, este tipo de disposición final de los residuos no pueden cumplir con la infraestructura adecuada como la impermeabilización y control de las emisiones, generando mayores riesgos (Fernández et al., 2024). En Ecuador de acuerdo con la información del INEC (2022) sobre los GAD municipales, el 54,4 % de los municipios disponen los residuos sólidos en rellenos sanitarios, mientras que el 28,2 % los depositan en celdas emergentes y solo el 17,3 % en botaderos.

4.5. Impactos generados por el manejo inadecuado de RSU

En los países en desarrollo, el manejo ineficiente de los RSU se caracteriza por la prestación de servicios inadecuados, baja recuperación de los residuos sólidos (RS), ineficiencias operativas y la eliminación deficiente de los residuos (Kwenda et al., 2021), mismos que resultan en impactos negativos en el medio ambiente, afectando la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna (Vargas et al., 2022). Así mismo, la disposición a cielo abierto ayuda a la proliferación de vectores que transmiten enfermedades a los seres humanos (Miyazaki et al., 2022). La descarga indiscriminada de residuos y la quema descontrolada de desechos se han asociado con significativos riesgos e implicaciones para la salud debido a prácticas ineficientes en el manejo de RS, que incluyen desperdicios no recolectados, mal eliminados, así como los impactos económicos (Ezeudu et al., 2021).

La inadecuada gestión de residuos y la acumulación incontrolada generan grandes problemas, mismos que son fuentes de contaminación e infección, generando impactos tales como la presencia de malos olores, proliferación de roedores e insectos, como también la propagación de vectores de enfermedades, producción de gases tóxicos por la descomposición de residuos orgánicos, impacto visual negativo al paisaje por la acumulación de residuos, contaminación del suelo y agua por la producción de lixiviados y la contaminación del aire por gas metano o gas de efecto invernadero, mismo que es provocado por la fermentación de residuos orgánicos en ausencia de aire (González y Villalobos, 2021).

En lo que respecta a la contaminación del agua, los efectos derivados del inadecuado manejo y malas prácticas de eliminación de los mismos son evidentes en cuerpos de agua, como ocurre en la sub cuenca Poopó de Bolivia, esta zona no dispone de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas ni instalaciones adecuadas para la disposición final de los RSU, se vierten directamente las aguas servidas y la basura en los ríos, lo que propicia la propagación de infecciones y enfermedades, al mismo tiempo que generan impactos a los ecosistemas acuáticos locales y aumenta el riesgo para la salud de los pobladores (Zamora et al., 2023).

En la mayoría de los países, como África, la inadecuada gestión de los RSU resulta de la falta de recolección y tratamiento apropiados, lo que afecta negativamente la salud pública. Por ejemplo, en la ciudad de Accra -PAIS se evidenciaron dos epidemias de cólera relacionadas con problemas de insuficiente saneamiento ambiental (Kanhai et al., 2021). Por otro lado, en América del Sur, específicamente Perú enfrenta dificultades en el manejo sostenible de los RSU, ya que produce más de 20 mil toneladas de basura diaria, con el 43,5% siendo destinados a rellenos sanitarios, no obstante, más del 95% de la basura termina en botaderos y otro porcentaje en las calles, carreteras, espacios abiertos, ríos, entre otros (Quispe, 2024).

4.6. Normativa Ambiental Ecuatoriana para el manejo de RSU

Es fundamental que el municipio del cantón Calvas tome en cuenta la existencia de leyes, normativa legal y acuerdos ministeriales del gobierno ecuatoriano sobre el manejo de los RSU para ejercer su autoridad, ya que es importante para el crecimiento social, político, económico y ambiental.

1. La Constitución de la República del Ecuador, (2008) menciona en su Art. 14 que “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...” En cuanto a un ambiente sano; el Art. 15 señala que el estado fomentará, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.
2. El Código Orgánico del Ambiente COA (2017), indica en su Art. 224 sobre las Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Menciona que serán de obligatoriedad cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales: El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente. En este aspecto las fases del manejo de residuos sólido son: la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
3. El Código Orgánico de la Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (2017), hace referencia al Art. 55, sobre los GADs municipales que tienen la responsabilidad directa del manejo y gestión de los residuos sólidos.
4. En el Acuerdo Ministerial No. 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULMAS), conforme al Art. 47 sobre las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos señala que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional de gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuyan al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales

Ordenanzas que regulan y controlan el manejo integral de los residuos sólidos en el cantón Calvas:

5. El Art. 1 señala que la Ordenanza regula la generación, clasificación, barrido, recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de Cariamanga, sus

parroquia, comunidades y sectores periféricos de conformidad a lo establece esta ordenanza, la ley ambiental y leyes conexas (PDOT, 2019).

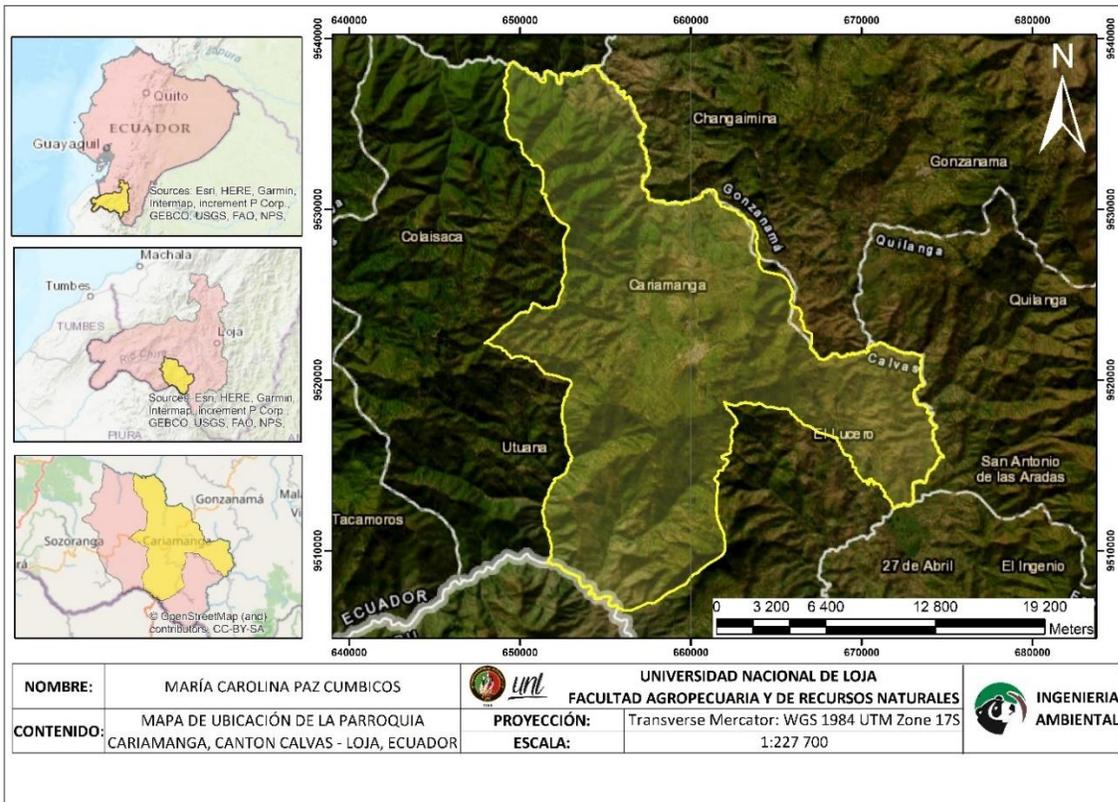
- Y conforme al Art. 6, tiene como objetivo implementar una gestión concertada e integral para el eficiente manejo de los residuos sólidos dentro de la jurisdicción territorial del cantón Calvas (PDOT, 2019).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

Figura 1.

Mapa de localización geográfica de la parroquia urbana Cariamanga.



De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010) (PDOT Calvas, 2019) el cantón Calvas cuenta con 28 185 habitantes, de los cuales el 13 609 de la población pertenece a la parroquia urbana Cariamanga, que cuenta con 3 806 viviendas. La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia urbana Cariamanga la misma limita al Norte con el

cantón Gonzanamá, al Sur con la parroquia Sanguillín, al Este con el cantón Quilanga y al Oeste con las parroquias rurales Utuana y Colaisaca. La parroquia urbana Cariamanga se caracteriza por su clima templado seco, con temperaturas que varían entre los 12–28 °C, la precipitación en la zona se sitúa entre 1 300-1 400 mm/anuales. El cantón Calvas abarca tres parroquias urbanas (Cariamanga, Chile y San Vicente) y cuatro rurales (Colaisaca, El Lucero, Utuana y Sanguillín) (PDOT Calvas, 2019).

5.2. Métodos

La presente investigación es de tipo descriptiva y diseño no experimental. Descriptivo porque se realizó la caracterización de los residuos sólidos urbanos para determinar su generación per cápita, composición física, peso, volumen, densidad y estimación de la población, con el cual se procedió a realizar un diagnóstico al problema actual del manejo de residuos sólidos, mismo que permitió diseñar alternativas de mejora para el manejo de los (RSU) en la parroquia urbana Cariamanga. No experimental, porque el diagnóstico del manejo de los residuos sólidos se realizó sin manipular sus variables, interpretando los fenómenos tal y como se manifiestan.

5.2.1. Caracterización de los residuos sólidos urbanos

La primera fase de la investigación consistió en dar cumplimiento al primer objetivo específico y para ello, se utilizó la metodología propuesta en la Guía para la caracterización de residuos sólidos elaborada por el Ministerio del Ambiente del Perú MINAM (2019). Esta metodología permitió recopilar datos como la composición física, densidad y cantidad de los residuos sólidos de un lugar en específico, con el propósito de plantear alternativas que contribuyen al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos urbanos en la parroquia urbana Cariamanga.

Primero se determinó el tamaño de la muestra en los estratos domiciliarios, comercial e institucional y se utilizó la Guía para la caracterización de residuos sólidos elaborado por el MINAM (2019), lo que representó los rangos de tamaño de muestras con base al número de viviendas, se consideró un 20 % de contingencia (Tabla 1). Con el fin de conocer el número de viviendas y establecimientos a muestrear, se usó la información proporcionada por el PDOT Calvas, (2019), sobre el número de viviendas totales del área de estudio (3 806 viviendas), número

de comerciales (25 restaurantes y cafeterías) y número de centros educativos (3 escuelas y colegios).

Tabla 1.

Rangos de tamaño de muestras del estrato domiciliario elaborado por el MINAM (2019).

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia 20% (n)	Total de muestras
500	45	9	54
501 hasta 1 000	71	14	85
1 001 hasta 5 000	94	19	113
5 001 hasta 10 000	95	19	114
Más de 10 000	96	19	115

Para determinar el número de muestras en el estrato comercial, se usó la guía elaborada por el MINAM (2019), la que representa el tamaño de muestras de acuerdo al número de generadores (Tabla 2). En este estrato se consideraron únicamente los locales comerciales de tipo cafetería-restaurante debido a que no se obtuvo información sobre el número de locales comerciales existentes en la parroquia y la información se la obtuvo contabilizando directamente *in situ*.

Tabla 2.

Rangos de tamaño de muestras por generadores comerciales elaborado por el MINAM (2019).

Rangos de total de fuentes de generación comercial (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia (n)	Total de muestras
Menor a 50	n<50	0	Igual a n
51 hasta 100	50	10	60
101 hasta 250	70	14	84
251 hasta 500	81	16	97
501 hasta 1 000	88	18	106
Más de 1 000	88	22	110

Para el estrato institucional, el tamaño de la muestra correspondió al 100 % de las instituciones existentes. La parroquia urbana Cariamanga cuenta con tres colegios y una escuela; sin embargo, se consideraron solo dos colegios y una escuela, ya que uno de los colegios no autorizó el ingreso. Finalmente, para el estrato hospitalario se recopiló información de manera secundaria por situaciones de bioseguridad, no se manejaron los residuos de este estrato y tampoco formó parte de la presente investigación.

Con el fin de conocer la situación actual del manejo de residuos, se solicitó información a las entidades encargadas de su gestión. Para ello se enviaron solicitudes dirigidas al alcalde del cantón el Dr. Jorge Montero Rodríguez (Anexo 1).

Previo al proceso de muestreo, se socializó el proceso de caracterización y duración del muestreo a las autoridades competentes (Anexo 8), jefes de hogar, propietarios o encargados de los comercios, asimismo, se solicitó permiso a los representantes de los establecimientos educativos (Anexo 2). Esto fue necesario para que las personas que participaron de esta investigación tuvieran conocimiento de todo el proceso y sus fases. Luego de la socialización, se procedió a etiquetar las viviendas, comerciales e instituciones seleccionadas, y a entregar las fundas plásticas previamente etiquetadas a los jefes de hogar y representantes de los estratos comerciales e institucionales (Anexo 9). De esta manera, el vehículo recolector no recogió los residuos durante los días de muestreo, sino que fueron recogidos por los investigadores de la presente investigación

Después se codificaron las muestras que fueron recolectadas en fundas plásticas. Los generadores del estrato domiciliario se representaron con el código DOM, mientras que comercial se etiquetaron con COM. Y, por último, a los generadores del estrato institucional se identificó con INS, con el número de muestra correspondiente. Por ejemplo, DOM-01. Las codificaciones detalladas se presentan en la tabla 3 y Anexo 3.

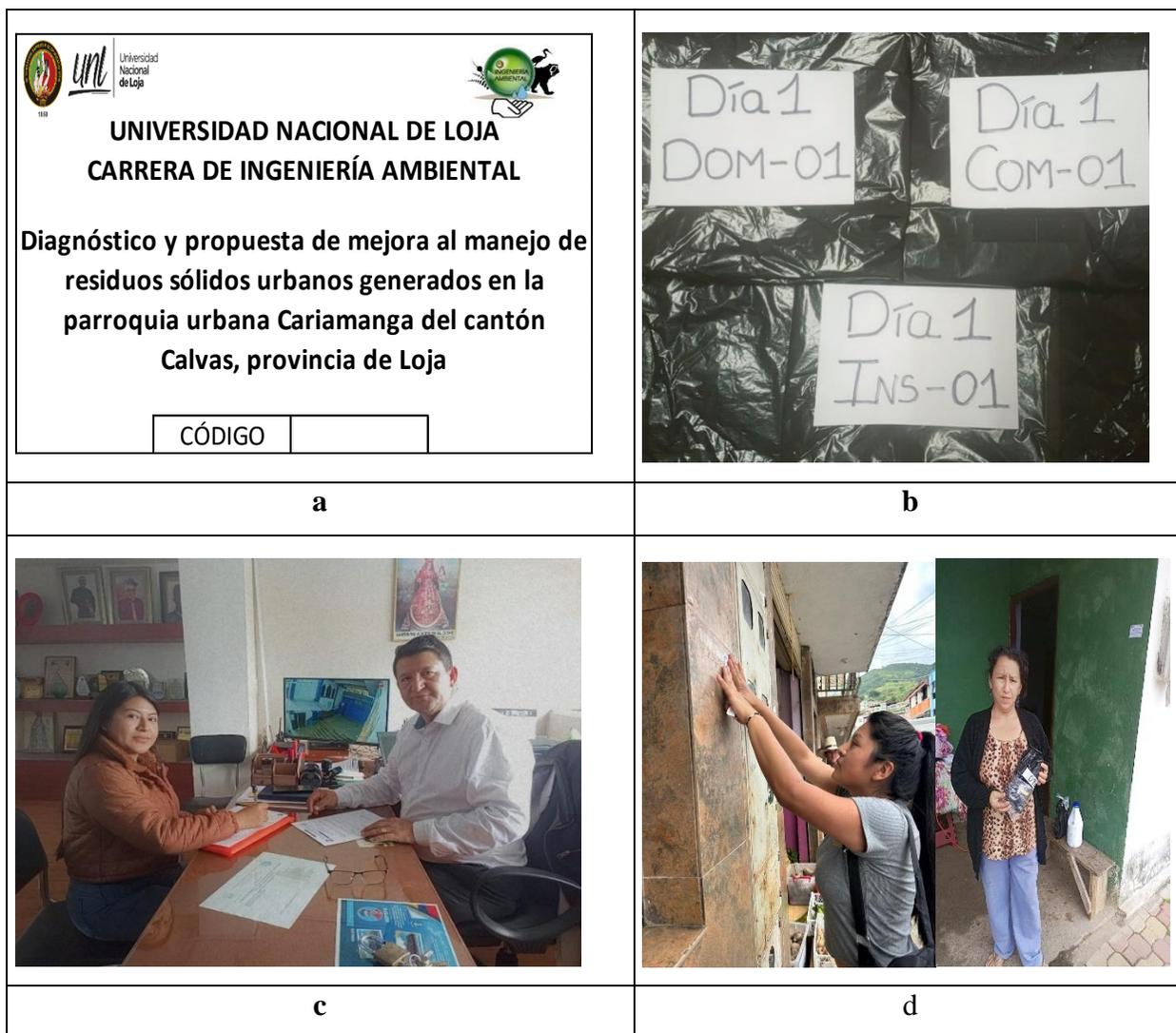
Tabla 3.

Codificación empleada en el muestreo para los tres estratos.

Estrato	Codificación
Domiciliario	DOM-01
Comercial	COM-01
Institucional	INS-01

Figura 2.

Etiquetas domiciliarias para la caracterización de RSU por estrato.



a) Etiqueta que se utilizó en las viviendas-comercios-instituciones; b) fundas biodegradables etiquetadas; c) socialización al rector de la institución sobre la recolección de los residuos sólidos; d) domicilio etiquetado.

Para la caracterización de los RSU de los estratos domiciliario, comercial e institucional, se llevó a cabo la recolección diaria de los residuos que generan las viviendas, comercios e instituciones previamente seleccionadas (Anexo 10). Esta actividad se realizó durante ocho días consecutivos para cada estrato. Con la ayuda de un vehículo (camioneta) se recolectaron los residuos para llevarlos al lugar donde se realizó la caracterización (Anexo 12). Después, con la

ayuda de una balanza, se pesó diariamente las muestras generadas por los tres estratos durante los ocho días de muestreo (Anexo 11). Posterior a ello se procedió a registrar su peso diario (Tabla 4), donde el día 1 correspondió al día blanco, es decir, este día no se consideró en los análisis de los resultados finales.

Tabla 4.

Diseño de la tabla para el registro del peso diario y generación per cápita de RSU.

Código	Número de generadores	Peso de los residuos sólidos generados (kg)								Promedio GPC
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	

A partir del peso total, se procedió a calcular la generación per cápita, para ello se utilizó la guía para la caracterización de residuos sólidos elaborada por el MINAN (2019). Para los generadores domiciliarios se tomó en cuenta el promedio del peso de los residuos durante los ocho días de muestreo y el número de habitantes de cada vivienda. Se calculó la generación per cápita diaria de las viviendas muestreadas mediante la Ecuación 1 propuesta por Sakurai (1982).

$$GPC = \frac{\sum D_n}{N^\circ} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

- GPC= Generación per cápita diaria (kg/hab/día)
- $\sum D_n$ = Promedio del peso de residuos (kg/hab/día)
- N° = Número de habitantes/viviendas

Finalmente, se determinó la Generación Total Diaria (GTD) de la parroquia urbana Cariamanga. Para ello, se multiplicó el resultado de la generación per cápita GPC por el total de la población, mediante la Ecuación 2 propuesta por Sakurai (1982).

$$GTD = GPC * N \quad [\text{Ec. 2}]$$

Donde:

- GTD = Generación total diaria (kg/día)
- GPC= Generación per cápita promedio (kg/hab/día)
- N = Población total

Finalmente, en base en la Normativa mexicana NMXAA-015-1985 que establece el método del cuarteo, se procedió a determinar el porcentaje de composición física de los residuos

sólidos durante los 8 días consecutivos. Este método consistió en ubicar los residuos recolectados en un área plana formando una pila, que luego fueron homogenizados con una pala. Finalmente se dividió en cuatro partes iguales y se eliminó las partes opuestas obteniendo una muestra más pequeña de residuos. Este proceso se repitió hasta dejar una muestra representativa de 50 kg de residuos sólidos.

Una vez obtenidos los 50 kg representativos de la muestra, se procedió a separar y clasificar en componentes respectivamente según lo propuesto en la tabla 5. Posteriormente, de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos establecida por el MINAM (2019), se llevó a cabo el pesaje y se calculó el porcentaje de cada componente mediante la Ecuación 3 propuesta por Sakurai (1982).

$$P\% = \left(\frac{P_i}{W_t} \right) * 100 \quad \text{[Ec. 3]}$$

Donde:

P% = Porcentaje de cada componente

P_i = Peso de cada componente

W_t = Peso total de residuos

Tabla 5.*Clasificación en componentes de los RSU.*

	CLASIFICACIÓN	SUB-PRODUCTOS
RESIDUOS APROVECHABLES	Orgánicos	Residuos alimenticios, madera, residuos de jardinería
	Cartón y papel	Cartón, Papel (periódico, bond)
	Plásticos	Plástico rígido y de película
	Metales	Latas, Aluminio, Cobre, Hierro, Envases de aerosoles
	Vidrio	Vidrio de color y transparente
	Tetrapak	Envases de leche, jugos, etc
RESIDUOS NO APROVECHABLES		Pañales desechables
		Toallas sanitarias
		Material de curación
	Residuos especiales	Baterías
		Envases de agroquímicos o medicina
		Algodón
	Material de construcción	Cerámica
Textil	Ropa	
	Zapatos	
	Tela	
	Cuero	
Poliestireno	Recipientes de poliestireno	

Fuente. Adaptado a partir de CEPIS, 1986.

Así mismo, con los datos recolectados, se realizó el cálculo del volumen y densidad de la muestra, cuyo proceso se basó en la Norma mexicana NXAA-019-1985. Se utilizó un recipiente cilíndrico y se midió la altura, diámetro y peso. Dichos residuos se depositaron en el recipiente hasta que se llenó completamente, se lo levantó sobre una superficie, se lo hizo caer tres veces, para que los residuos ocupen todo el espacio del recipiente. Posteriormente se midió la altura libre desde la altura de los residuos hasta el borde del recipiente. El volumen se determinó mediante la Ecuación 4 propuesta por Sakurai (1982).

$$Vr = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H_f - H_0) \quad [\text{Ec. 4}]$$

Donde:

Vr = Volumen

H = Altura total del cilindro

H0= Altura libre del cilindro

D= Diámetro del cilindro

Finalmente se pesó el recipiente lleno de residuos y la diferencia con el peso del recipiente vacío. Así mismo, se obtuvo el peso de los residuos, y a partir del volumen obtenido, se calculó la densidad utilizando la Ecuación 5 propuesta por Sakurai (1982).

$$S = \frac{W}{V} \quad [\text{Ec.5}]$$

Donde:

S = Densidad

W = Peso de RS (kg)

V= Volumen de los RS (m³)

Por otra parte, se realizó la proyección de la generación per cápita y generación total diaria de los residuos de la parroquia urbana Cariamanga. Inicialmente, se tomó información del Instituto Nacional de estadísticas y Censos INEC (2022), sobre la población y censos correspondientes a los años 2010 al 2022 y con ello se calculó la tasa de crecimiento poblacional utilizando la Ecuación 6 propuesta por Sakurai (1982).

$$TC = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{\text{Población final}}{\text{Población inicial}}} - 1 \right) \quad [\text{Ec. 6}]$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento

N= Número de años entre la población final (2010) y población inicial (2001)

Luego se realizó el cálculo de la proyección de la población para el año de la investigación (2024). Este cálculo se realizó mediante la Ecuación 7 propuesta por Sakurai (1982).

$$Pt = P_0 * \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n \quad [\text{Ec.7}]$$

Donde:

Pt = Población en el año “t” proyectada

P₀ = Población inicial

r= Tasa de crecimiento anual

n= Años transcurridos desde el último censo hasta el año de estudio

Lo expuesto anteriormente permitió calcular la proyección del crecimiento poblacional para el año 2024. Se procedió a proyectar la GPC de los residuos sólidos domiciliarios utilizando la Ecuación 8 propuesta por Sakurai (1982), donde se espera que la GPC aumente a un 1 %, de lo cual se estimó la población a 10 años. Para el cálculo se tomó en cuenta la GPC inicial y se utilizaron los mismos criterios para la proyección de GPD para los estratos comerciales e institucionales.

$$PPC = GPC * r\% \quad \text{[Ec.8]}$$

Donde:

PGT= Cantidad de residuos sólidos (kg/día)

GPC= Generación per cápita (kg/hab/día)

r%= Tasa de crecimiento de generación

Finalmente, se procedió a realizar la proyección de la generación total diaria de los residuos sólidos domiciliarios a 10 años. Se utilizó la Ecuación 9 propuesta por Sakurai (1982), donde se consideró la población futura con su respectiva generación per cápita.

$$PGT = GPC * P \quad \text{[Ec. 9]}$$

Donde:

PGT = Cantidad de residuos sólidos (kg/día)

GPC= Generación per cápita (kg/hab/día)

P= Población

5.2.2. Diagnóstico del manejo actual de RSU parroquia urbana Cariamanga

La segunda etapa de la investigación se enfocó en la recolección de datos para conocer el manejo de los residuos sólidos generados en la parroquia urbana Cariamanga. Primero, se aplicaron encuestas, entrevistas y lista de chequeo (Anexo 14), previa obtención del permiso correspondiente para la visita técnica (Anexo 18), con el fin de obtener información necesaria para realizar el diagnóstico.

De tal manera, se realizó entrevistas de tipo estructurada (Anexo 4) que constó de preguntas abiertas, la cual constituyó de tres bloques (Manejo, Impacto y Normativo) cada bloque integró preguntas que engloban el manejo de RS, misma que se aplicó al técnico de Gestión Ambiental del GAD Municipal. Así mismo, se realizaron entrevistas para el estrato institucional (Anexo 5) que fueron aplicadas a los rectores de las instituciones y encargados de la recolección de los

residuos de cada establecimiento (Anexo 6). De esta manera, se logró obtener información de la situación actual del manejo de los RS en la parroquia urbana Cariamanga. Así mismo, se realizó encuestas estructuradas con preguntas cerradas, y con respuestas de opción múltiple (Anexo 7), mismas que constan de cuatro bloques (Manejo, Impacto, Social y Normativo). Estas se aplicaron a los propietarios o encargado de los comercios (restaurante-cafetería) y a la población de la parroquia urbana Cariamanga.

La aplicación de las encuestas y entrevistas tuvo como finalidad el levantamiento de información actual del manejo de los residuos sólidos urbanos en la parroquia urbana Cariamanga. Para ello, se calculó la población a muestrear a través de la Ecuación 10 propuesta por Aguilar (2005).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad \text{[Ec.10]}$$

Donde:

n = Total de la población

Z_{α} = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (5%)

q = 1 – p

d = precisión

Contingencia = 10%

Una vez obtenido el número de muestras, se aplicaron las encuestas que fueron previamente validadas mediante la realización de 10 encuestas aleatorias a la población de la parroquia urbana Cariamanga, representando un 10 % de validación. Esto se hizo con el propósito de verificar que las preguntas de la encuesta fueran comprensibles para los encuestados. Así mismo, se procedió a generar la base de datos de los tres estratos (domiciliario, comercial e institucional), mediante la información del PDOT de Calvas (2019), dichas encuestas se aplicaron con el método aleatorio simple, con la finalidad de que todas las personas de la parroquia urbana Cariamanga tengan la misma probabilidad de participar.

5.2.2.1. Análisis de las fases del manejo de los RSU

Así mismo, se realizó el diagnóstico del manejo de los residuos sólidos, donde se consideró las fases de manejo de residuos sólidos establecido en el Art. 586 del RECODA, según se detalla en la Figura 3.

Figura 3.

Fases de manejo de los residuos y desechos sólidos no peligrosos.



Fuente: Fases del manejo de residuos y desechos no peligrosos, establecido del RECODA, 2019.

5.2.2.2. Lista de chequeo

Posterior a ello, se aplicó una lista de chequeo al relleno sanitario del cantón Calva, para conocer el funcionamiento y las deficiencias que existen en cada área que conforma el relleno sanitario. Para la elaboración de la lista de chequeo se consideraron los siguientes aspectos: actividades a ser verificadas, atributos y frecuencia de verificación (García, 2018).

5.2.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU parroquia urbana Cariamanga

Una vez identificado los problemas y deficiencias del manejo inadecuado de los residuos sólidos, se prestó atención en los principales impactos que conllevan un riesgo significativo, para los cuales se propusieron medidas de manejo de los residuos sólidos urbanos viables y efectivos para prevenir y mitigar los impactos que se han presentado en el área de estudio.

Las medidas que se propusieron, orientaron la implementación de programas de manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, acorde al reglamento del código orgánico del ambiente (RECODA), Capítulo IV, Art. 434 y 435. En este aspecto, los programas de manejo se desarrollaron tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Medida
- Objetivo de la medida
- Tipo de medida
- Lugar de ejecución
- Actividades a desarrollar
- Impactos a controlar
- Plazo de ejecución
- Costos
- Responsable de la ejecución
- Responsable del control y monitoreo
- Indicador de verificación y cumplimiento
- Medios de verificación y cumplimiento

De la misma manera, con la finalidad de proponer alternativas de mejora de los residuos que contribuyan a la planificación de las fases del manejo de los residuos sólidos, se determinó el número óptimo de recipientes para el depósito temporal de los residuos en puntos estratégicos. Mediante la Ecuación 11 se calculó el peso de los residuos, así mismo se consideró el número de habitantes de la parroquia urbana Cariamanga, la GPC que se obtuvo en la caracterización, y el número de días de máxima acumulación (Anónimo, 2008).

$$Tr = N^{\circ}\text{habitante} \times GPC \times D \quad [\text{Ec.11}]$$

Donde:

Tr= Peso de residuos (t)

N°= Número de habitantes (13 609)

GPC= Generación per cápita (0,6 kg/hab/día)

D= Días aproximados acumulación de residuos (2 días)

A partir del peso de los residuos calculado previamente y considerando una densidad de $0,2 \text{ t/m}^3$ (rango $0,15 \text{ t/m}^3$ a $0,2 \text{ t/m}^3$), se determinó el volumen de los residuos sólidos que serán almacenados en los recipientes. Ecuación 12.

$$V = Tr / S \quad \text{[Ec.12]}$$

Donde:

V= volumen de residuos a almacenar en los recipientes (m^3)

Tr= peso de los residuos

S= densidad

Una vez obtenido los resultados de la Ecuación 11 y 12 se determinó el número óptimo de recipientes a implementar. Ecuación 13

$$N^{\circ}c = V / C \quad \text{[Ec.13]}$$

Donde:

$N^{\circ}c$ = número de recipientes

Tr= volumen

S= capacidad ($0,132 \text{ m}^3$)

6. Resultados

6.1. Caracterización de la generación de RSU parroquia urbana Cariamanga

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la generación, composición, volumen y densidad de los residuos sólidos de la parroquia urbana Cariamanga, para lo que se trabajó en tres estratos: Domiciliario, Comercial e Institucional. Además, se consideraron los residuos sólidos generados en los centros de salud humana, para los cuales solo se consideraron los pesos proporcionados por las casas de salud.

6.1.1. Determinación del número representativo de muestras para cada estrato

Se determinó el número de muestras en los estratos: domiciliario, comercial e institucional con la ayuda de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos establecida por el MINAM (2019). El número de muestras de cada estrato se observan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Determinación del número de muestras por estrato.

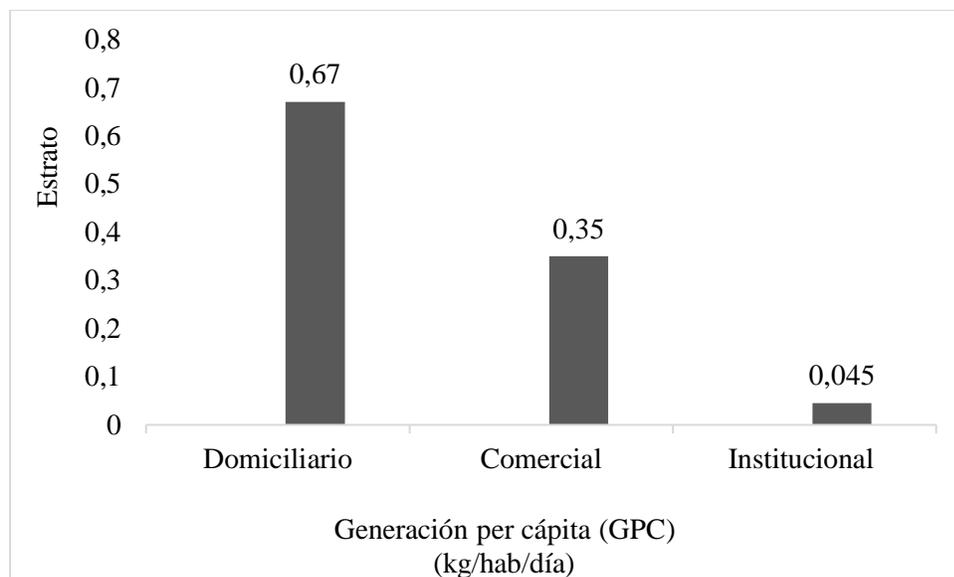
Estrato	N° total de viviendas/comercios e instituciones	N° Muestras
Domiciliario	3 806	113 casas
Comercial	25	25 comercios
Institucional	2 colegios - 1 escuela	3 instituciones
<u>Total</u>	<u>3 834</u>	<u>141 muestras</u>

6.1.2. Generación per cápita (GPC) y generación total diaria (GTD)

La mayor generación per cápita la realizó el estrato domiciliario, seguido del comercial e institucional, tal y como se observa en la Figura 4.

Figura 4.

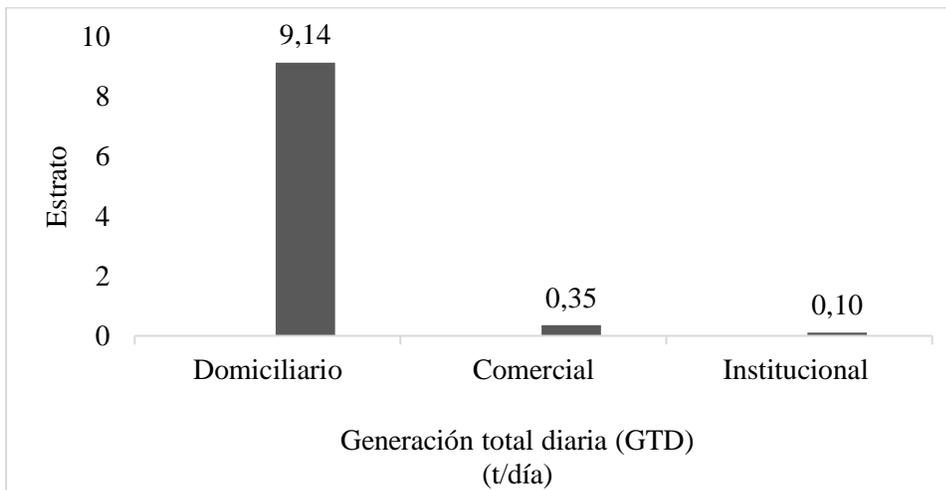
Promedio de generación per cápita por estrato.



La mayor generación total diaria fue el estrato domiciliario, seguido del comercial e institucional, como se observa en la Figura 5.

Figura 5.

Promedio de generación total diaria por estrato.

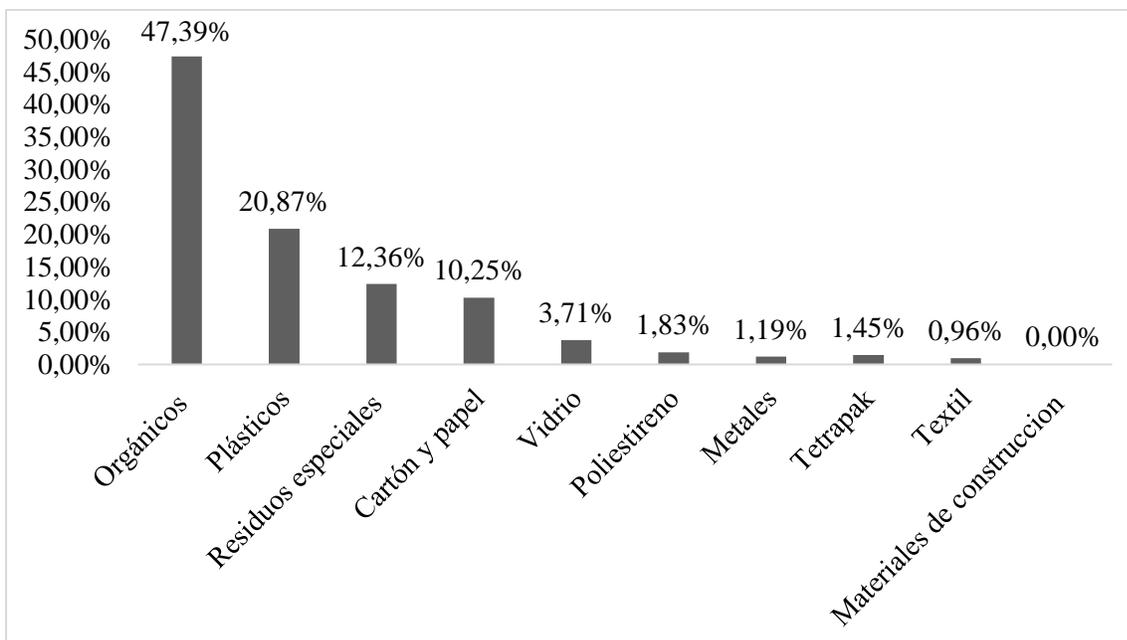


6.1.3. Composición física de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga

Una vez aplicado el método del cuarteo, se identificaron los residuos orgánicos con mayor frecuencia (47,39%), seguido por los plásticos, mientras que los metales y textiles fueron los que estuvieron menor representados, tal como se observa en la Figura 6.

Figura 6.

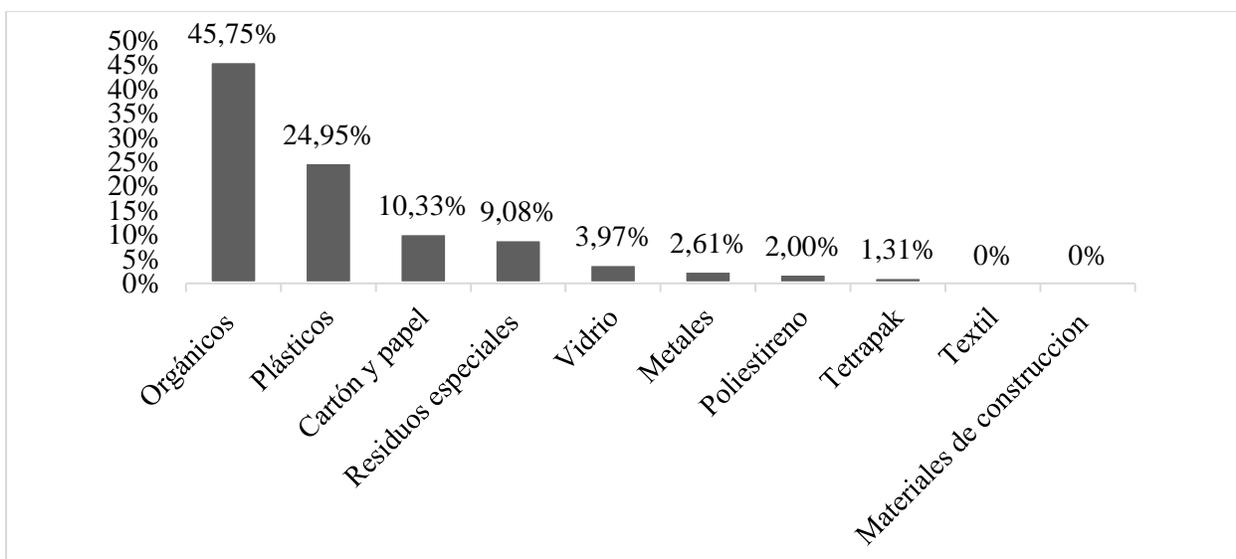
Composición física RSU estrato domiciliario de la parroquia urbana Cariamanga.



Así mismo, los residuos orgánicos fueron los más abundantes en el estrato comercial con 45,75 %, seguido de los plásticos, por otro lado, el Tetrapak y textiles se presentan en menor cantidad, como se observa en la Figura 7.

Figura 7.

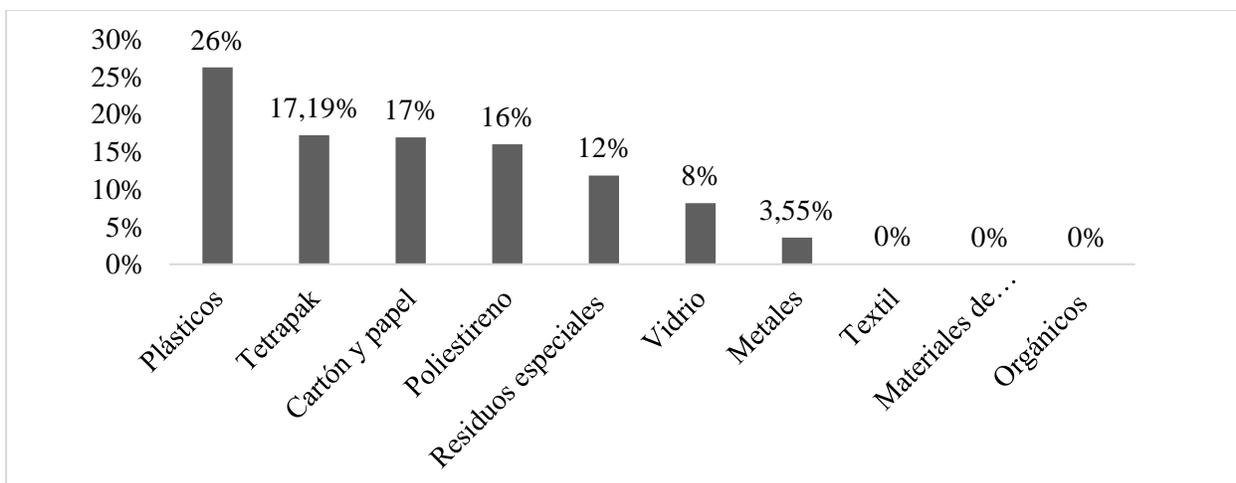
Composición física RSU estrato comercial de la parroquia urbana Cariamanga.



Finalmente, en el estrato institucional se observó otro patrón, donde los residuos plásticos fueron los más frecuentes con el 26 %, mientras que los metales y textiles se presentaron en menor cantidad, como se observa en la Figura 8.

Figura 8.

Composición física RSU estrato institucional de la parroquia urbana Cariamanga.

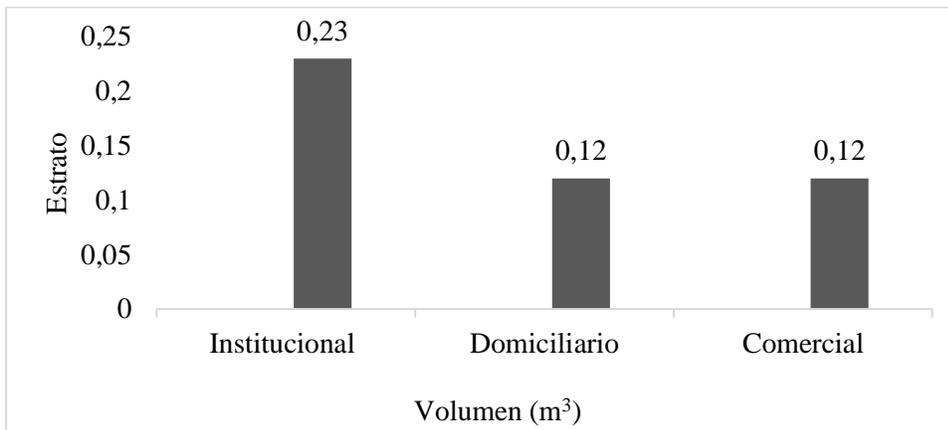


6.1.4. Volumen de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga

En la Figura 9, se presentaron los residuos con valores de $0,23 \text{ m}^3$ y $0,12 \text{ m}^3$ para el estrato institucional y comercial, respectivamente, mientras que los estratos domiciliarios registraron los volúmenes más bajos.

Figura 9.

Volumen de RSU por estrato de la parroquia urbana Cariamanga.

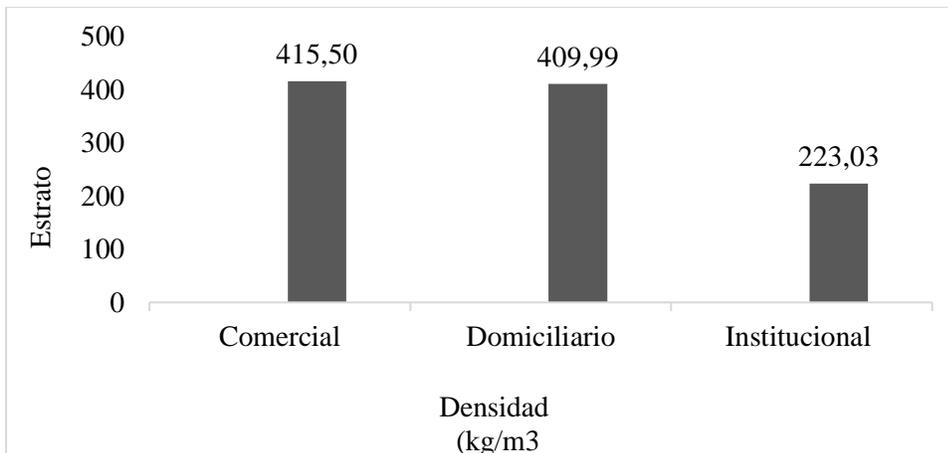


6.1.5. Densidad de los RSU de la parroquia urbana Cariamanga

El estrato que representa una mayor densidad de la muestra fue el comercial, con un valor de $415,50 \text{ kg/m}^3$. Por otra parte, el estrato institucional muestra una baja densidad ($223,03 \text{ kg/m}^3$), como se detalla en la Figura 10.

Figura 10.

Densidad de RSU por estrato de la parroquia urbana Cariamanga.



6.1.6. Estimación de la proyección futura de RSU para la parroquia urbana Cariamanga

La tasa de crecimiento de la parroquia urbana Cariamanga es de 0,30 %, se estima que para finales del año 2024 la población será de 33 876 habitantes, así mismo la población del área de estudio crecerá para el año 2034 a 38 546 habitantes.

Por otra parte, se hizo el cálculo de la proyección a 10 años de la GPC en la parroquia urbana Cariamanga, la estimación se muestra en la tabla 7, donde la generación per cápita de residuos sólidos varía entre 0,87 y 0,06 kg/ha/día. El estrato domiciliario presentó valores más elevados del estrato comercial, mientras que el valor más bajo fue el estrato institucional. Esto se puede atribuir a que en los centros educativos no se encargan de los residuos orgánicos que generan los bares de las instituciones. La generación total diaria de los residuos sólidos de la parroquia urbana Cariamanga muestra que el mayor volumen proviene del estrato domiciliario con 25,82 t/día, seguido del estrato comercial 13,49 t/día, y finalmente el estrato institucional con 1,73 t/día, como lo indica la Tabla 7.

Tabla 7.

Estimación de la GPC y GPD de la parroquia urbana Cariamanga para el año 2034.

Proyección Estimada	Domiciliario	Comercial	Institucional
GPC	0,87 kg/ha/día	0,46 kg/ha/día	0,06 kg/ha/día
GTD	25,82 t/día	13,49 t/día	1,73 t/día

6.2. Diagnóstico del manejo de RSU de la parroquia urbana Cariamanga

6.2.1. Análisis de las fases del manejo de los residuos sólidos urbanos

6.2.1.1. Componente Manejo

- Generación

La generación per cápita domiciliaria de la parroquia urbana Cariamanga fue de 0,67 kg/ha/día y de generación total diaria domiciliaria es de 9,14 t/día. La GPC en comercios (restaurantes/cafeeterías) fue de 0,35 kg/cliente/día, y de las instituciones de 0,045 kg/hab/día.

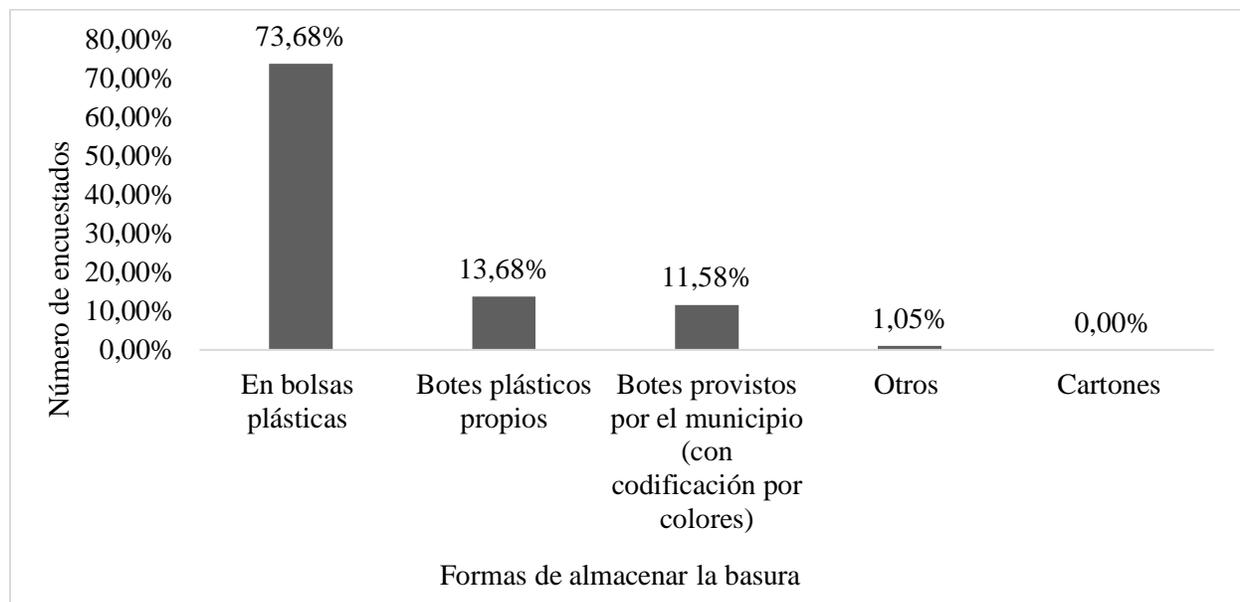
En la parroquia urbana Cariamanga, los residuos generados están compuesto principalmente por residuos orgánicos, que representan el 31,05 % provenientes de restos de alimentos y jardinería. Además, un mayor porcentaje está compuesta por plásticos (23,94 %) y papel y cartón con un valor de 12,53 % en los tres estratos previamente señalados.

- Separación en la fuente y almacenamiento temporal

De acuerdo con el técnico del Departamento de Gestión Ambiental de Calvas, actualmente la población de Cariamanga cuenta con los recipientes plásticos diferenciados para la clasificación de los residuos. Sin embargo, el 73,68 % de las viviendas del sector urbano de la parroquia urbana Cariamanga elimina la basura de sus hogares en bolsas plásticas para que los carros recolectores recolecten los residuos, y solo el 11,58 % utilizan recipientes otorgados por el Municipio (codificación por colores). Por otro lado, las intuiciones no llevan a cabo la separación de residuos y utilizan los recipientes asignados dentro de la misma institución.

Figura 11.

Formas de almacenamiento de basura por parte de los pobladores.



Así mismo, la ausencia de proyectos de separación de residuos en la fuente ha impedido el mejoramiento del manejo. Este sentido, el técnico del Departamento de Gestión Ambiental mencionó que están en procesos de implementar la clasificación domiciliaria, actualmente están

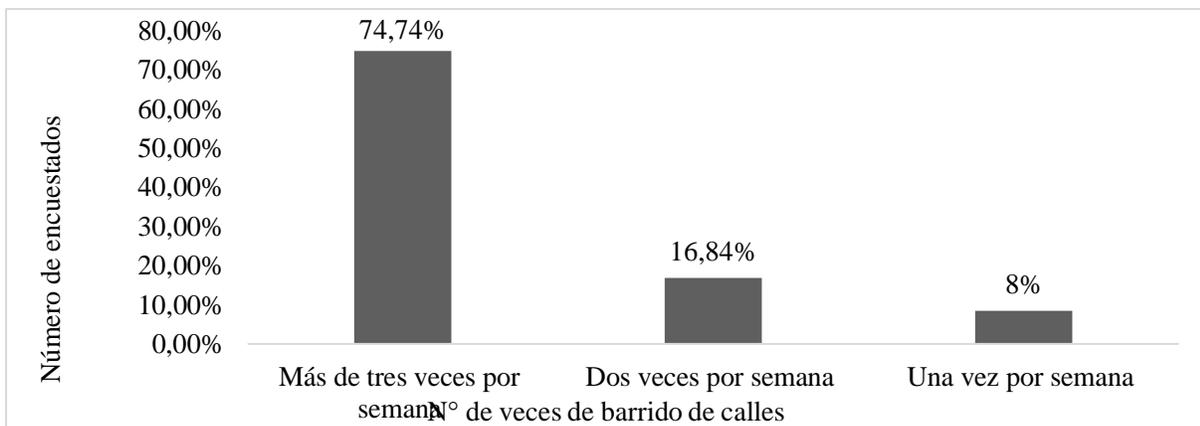
recogiendo los residuos orgánicos e inorgánicos de lunes a sábado. Como resultado, la población no se siente obligada a realizar dicha actividad, donde el 82 % de la población indicó que no hay una separación adecuada de residuos y solamente el 18 % de los encuestados indicaron que participan en la recolección diferenciada de los mismos, señalando que separan adecuadamente los residuos recolectados.

- Barrido y limpieza

De acuerdo con el técnico del Departamento de Gestión Ambiental, el Municipio de Calvas brinda el servicio de barrido a todos los sectores de la parroquia urbana Cariamanga, que se realiza diariamente en todas las calles abarcando todo el casco urbano los 7 días de la semana y, cuentan con 12 operarios para todo el cantón. Así mismo tienen establecido 6 rutas de barrido y limpieza, cuya actividad la realizan 2 operarios por ruta, en horario de 07H30 – 12H00 y de 13H00 a 16H30. Sin embargo, cerca del 74,74 % de la población encuestada, indicó que dicha actividad solo se realiza en la parte céntrica de la parroquia todos los días de la semana Figura 12, mientras que las calles de las zonas periurbanas no tienen la misma frecuencia de atención e incluso la limpieza y barrido son inexistentes en algunas áreas debido a que las calles no están asfaltadas.

Figura 12.

Barrido y limpieza de calles en la parroquia Cariamanga.



- Recolección

La parroquia urbana Cariamanga cuenta con el servicio de recolección de residuos, 6 veces por semana, en horario de 07H30 a 16H30 (Figura 13). Esto fue corroborado por el 100 % de los

encuestados, quienes indicaron que el carro pasa por sus viviendas, centros comerciales y centros educativos. En el Anexo 13 se presentan las rutas de recolección en la que realizan este servicio.

Figura 13.

Servicio de recolección de RSU, GAD Municipal Calvas.

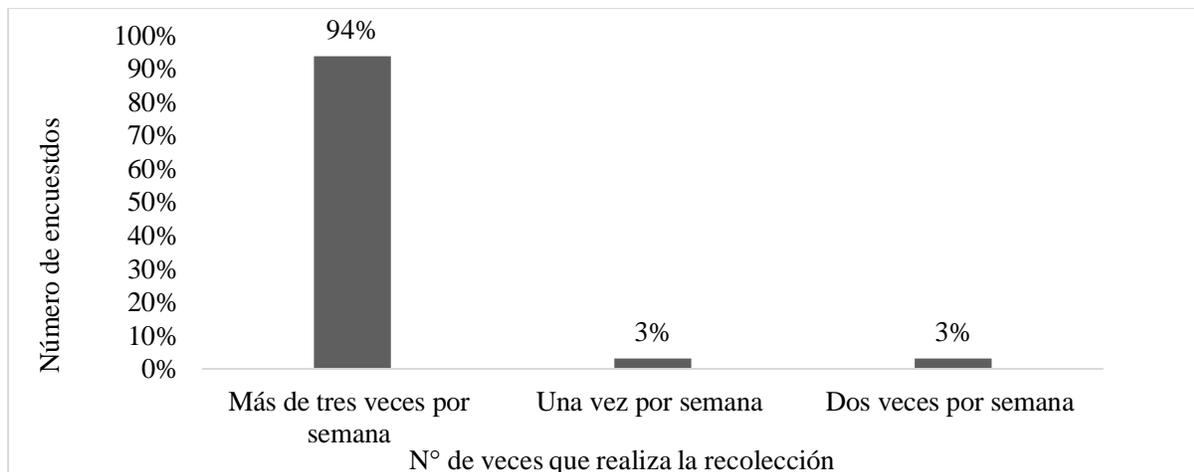


Fuente: GAD Municipal de Calvas

Así mismo, en lo referente a la frecuencia de recolección de los residuos sólidos, la Figura 14 detalla que el 94 % informó que los residuos son recogidos más de tres veces por semana en la jornada de 7H30 a 13H00 y de 14H00 a 16H30.

Figura 14.

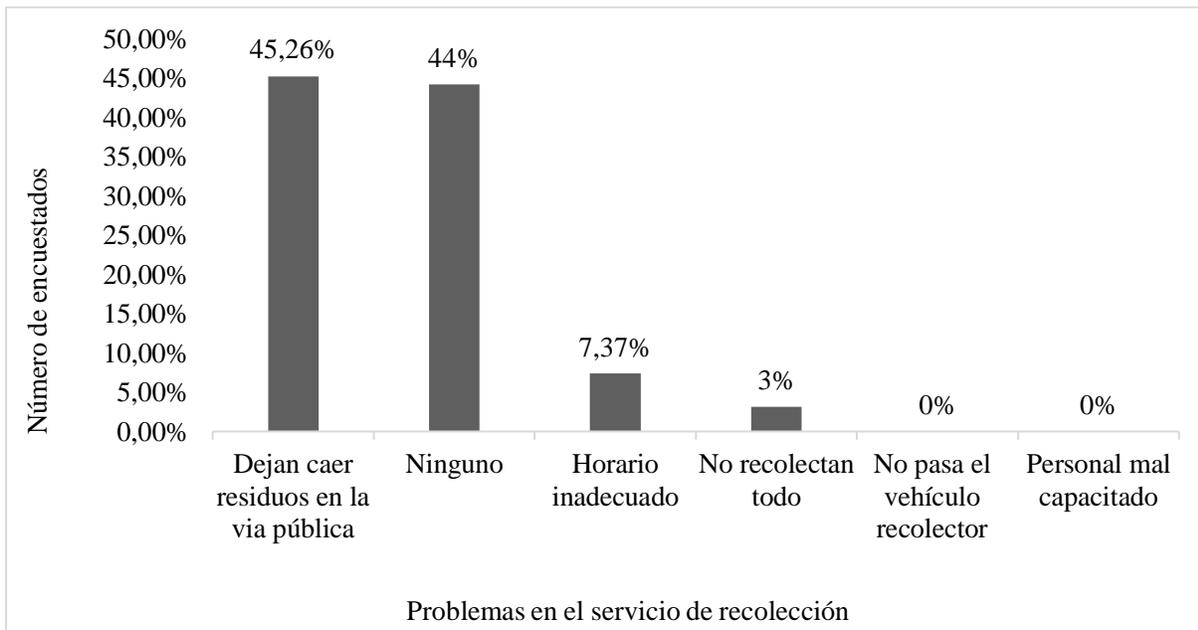
Frecuencia de recolección de RSU en la parroquia Cariamanga.



El servicio de recolección no presenta mayores problemas en la parroquia urbana Cariamanga debido a que cuentan con este servicio de lunes a sábado para los tres estratos (domiciliario, comercial e institucional). La Figura 15 se observa que el 45,26 % de las personas encuestados señalaron que el personal de trabajo que realizan el servicio de recolección de los residuos deja caer los residuos a la vía pública, y solamente el 7,37 % menciona que el horario de recolección es inadecuado. Según la población, esta insatisfacción ocurre porque la mayoría de las personas salen a trabajar antes del horario de recolección. Por otro lado, parte de la población sacan los residuos a la calle a cualquier hora, mostrando así su falta cultura y conciencia ambiental.

Figura 15.

Problemas identificados en el servicio de recolección en la parroquia Cariamanga.



- Transporte

En cuanto al transporte de los residuos sólidos generados en la parroquia urbana Cariamanga el GAD Municipal de Calvas cuenta con dos vehículos recolectores/compactadores adecuados para la recolección y transporte (Figura 16), en cada carro recolector van 5 operarios, un chofer y 4 ayudantes que recolectan los residuos (Figura 17), la capacidad de estos vehículos es de 14 yd³.

Figura 16.

Vehículos recolectores del GAD Municipal de Calvas.



Figura 17.

Operarios del servicio de recolección.



Fuente: GAD Municipal de Calvas

- **Tratamiento y disposición final**

Los residuos sólidos generados por la población de la parroquia ingresan diariamente al relleno sanitario, mismos que son depositados directamente a la celda de vertido de residuos sólidos comunes y compactados. Los residuos sólidos comunes provenientes de viviendas, centros comerciales, restaurantes, instituciones entre otros son trasladados hacia el relleno sanitario (Figura 18), el tratamiento que reciben estos residuos es añadir capas de tierra para realizar la compactación. Por otra parte, el técnico del Departamento de Gestión Ambiente mencionó que el relleno sanitario está en funcionamiento desde el año 2000 y actualmente está por cumplir su vida útil en unos dos años más.

Figura 18.

Relleno sanitario de los RSU comunes del cantón.



Para la disposición final de los residuos biopeligrosos provenientes de los centros de salud, veterinarias y afines, se recolectan un día a la semana (jueves) y son trasladados de manera separada en vehículo apropiados para el manejo de los mismos, el tratamiento que le dan a estos residuos es cubrir con tierra y cal, finalmente se dispone directamente a la celda de biopeligrosos.

Figura 19.

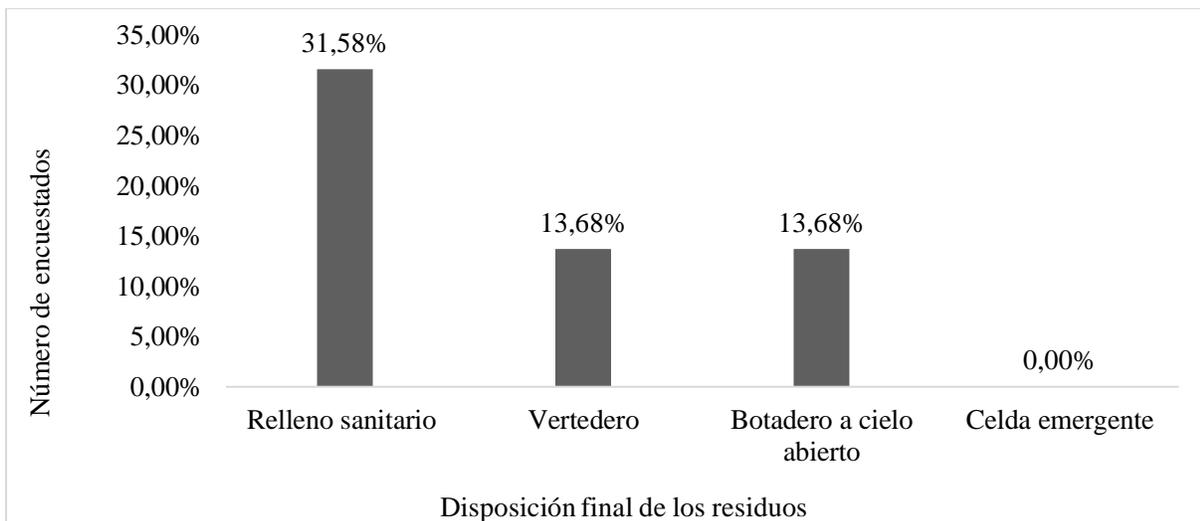
Celda residuos biopeligrosos.



En cuanto a la percepción de la población el 59 % de los encuestados indicaron que desconocen de la disposición final de los residuos, mientras que el 31,58 % mencionaron que los residuos recolectados tienen como disposición final un relleno sanitario (Figura 20).

Figura 20.

Disposición final de los RSU.



- **Planta de reciclaje**

El relleno sanitario cuenta con una planta de reciclaje improvisada como se observa en la Figura 21, misma que no cuenta con maquinaria necesaria para actividades de reciclaje de papel, cartón y botellas plásticas. Así mismo, las personas que realizan esta actividad son recicladores de base, y únicamente reciclan cartón y botellas plásticas que luego son vendidas. Por otra parte, los recicladores no forman parte del GAD Municipal, sino que se trata de recicladores independientes, mismos que cuentan con el equipo de seguridad necesarias (overol, guantes y mascarilla).

Figura 21.

Área de reciclaje del relleno sanitario.



a) Área de trabajo; b) Área de clasificación; c) Lugar de almacenamiento.

- **Área de compostaje y lombricultura**

El relleno sanitario del cantón Calvas dispone de 6 camas en la planta de compostaje (Figura 22); sin embargo, no están en funcionamiento por la falta de clasificación de residuos orgánicos, que deberían ser considerados como materia prima para la elaboración del compostaje.

Figura 22.

Área de compostaje y lombricultura.



- Piscina de lixiviados

Las instalaciones disponen de una piscina de lixiviados destinada a la recolección y almacenamiento de líquidos generados del proceso de descomposición de los residuos en el relleno sanitario. Sin embargo, esta área no cuenta con infraestructura adecuada de recolección, además, no se lleva a cabo un proceso de tratamiento. Así mismo, el relleno no dispone de cunetas perimetrales para la recolección y manejo de las aguas lluvia.

Figura 23.

Piscina de lixiviados.



6.2.1.2. Componente Social

Mediante la aplicación de entrevistas y encuestas (Anexo 5, 6, 7 y 8), el técnico del Departamento de Gestión Ambiental de Calvas, mencionó que han existido campañas sobre educación ambiental y cuidado del ambiente, así como de manejo de residuos sólidos dirigidas a estudiantes de las instituciones educativas y población en general, inclusive ha difundido en medios radiales y través de redes sociales como Facebook.

Sin embargo, el 97 % de la población encuestada expresó no haber recibido capacitación relacionada al manejo de residuos sólidos por parte del GAD Municipal, lo que refleja una cobertura insuficiente de las iniciativas de capacitación en este ámbito.

Asimismo, el rector de la Unidad Educativa Fiscomisional Santiago Fernández García señaló que esta actividad no la lleva a cabo el Municipio, sino la misma institución bajo la

responsabilidad del área de ciencias naturales, que involucra a la comunidad educativa para realizar actividades de reciclaje.

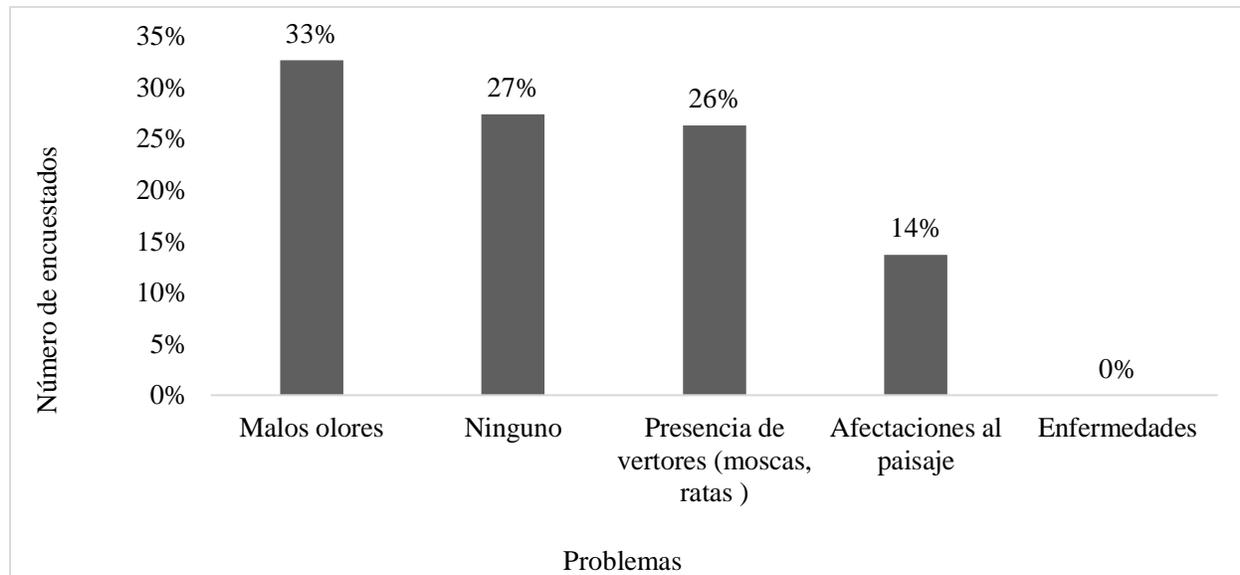
6.2.1.3. Componente de Impactos

La mayoría de la población encuestada (76 %) señalaron que no hay suficientes contenedores/recipientes para el depósito de los residuos sólidos en la zona y además muchos de los habitantes de la parroquia arrojan los residuos en la vía pública, o sacan los residuos de sus domicilios en horarios inadecuados, los desechan en lotes baldíos o en algunas ocasiones se llevan los recipientes que son ubicados por el GAD Municipal.

El 33 % de la población señaló que, ante esta situación, los animales como perros esparcen los residuos, produciendo malos olores, presencia de vectores como roedores, moscas y afectaciones al paisaje (Figura 24).

Figura 24.

Problemas por el manejo inadecuado de RSU.



6.2.1.4. Componente Normativo

El GAD municipal de Calvas actualmente cuenta con una Ordenanza municipal para el manejo integral de residuos sólidos establecida en el 2004, que manifiesta que se debe realizar la clasificación de residuos en los respectivos recipientes con codificación de colores, así mismo,

señala sanciones del 1 % de una canasta básica a el/la ciudadano/a que entregue a los agentes de recolección el tipo de residuo que no corresponda a su día de recolección y finalmente a quienes coloquen los recipientes antes de la recolección: sin embargo, el 82 % de la población no tiene conocimiento de existencia de este cuerpo normativo.

El Municipio de Calvas cobra por manejo de residuos, con tarifas que varían según su categoría, y que van desde 1,50 a 2 dólares. En cuanto a sanciones, la ordenanza establece sanciones, sin embargo, no se hace cumplir. No obstante, el 89 % de los pobladores indicó no tener conocimiento de estas sanciones, es decir se evidencia la falta de socialización, por parte del municipio hacia población sobre las políticas de sanciones existentes en el cantón.

6.2.2. Lista de chequeo

En el Anexo 14 se detallan los resultados obtenidos de la lista de chequeo aplicada al relleno sanitario ubicado en la ciudad de Cariamanga, en la comunidad de Parco vía a Yambaca (PDOT, 2019).

La parroquia urbana Cariamanga cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos comunes y una celda para residuos hospitalarios (Figura 18 y 19), mismos que reciben el tratamiento de la compactación con tierra para evitar olores, sin embargo, las vías de acceso no son adecuadas para el ingreso de los vehículos recolectores de residuos (Anexo 15). Además, cuentan con plantas de compostaje (Figura 22), mismas que no están operando. También dispone de un área de reciclaje improvisada y una piscina de lixiviados, que no reciben mantenimiento ni tratamiento adecuado (Figura 23).

Por otra parte, el relleno del cantón Calvas no cuenta con un sitio apropiado para que el personal pueda guardar sus pertenencias, herramientas de trabajo o ingerir sus alimentos, por lo que han improvisado un lugar en el área de reciclaje que no reúne las condiciones de asepsia necesarias. Así mismo, los trabajadores encargados de la recolección y transporte de los residuos están capacitados por parte de la Unidad de Gestión Ambiental en temas de cuidado de la salud, gestión de riesgos, educación ambiental, comunicación y trato personal y, además, disponen del equipo de seguridad para realizar sus labores diarias.

Figura 25.

Ubicación de infraestructura para guardar pertenencias y herramientas de trabajadores.



6.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU en la parroquia urbana Cariamanga

Tabla 8. Capacitación y Educación Ambiental.

MEDIDA:	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL E INFORMAL PARA EL ADECUADO MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN CALVAS	
Objetivo de la medida	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitar a la población y estudiantes del cantón Calvas sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos. ✓ Concientizar a la población y estudiantes de las instituciones educativas del cantón Calvas sobre los problemas ambientales y de la salud que genera el manejo inadecuado de los residuos sólidos 	
Lugar de implementación	cantón Calvas	
Tipo de la medida	Capacitación y prevención	
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde del GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Técnicos del departamento de Gestión Ambiental, protección y Medio Ambiente del GAD municipal del cantón Calvas 	
Impacto a controlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar la contaminación al ambiente y los recursos naturales (agua, suelo y aire) por la generación de los residuos sólidos ✓ Reducir el impacto visual que genera la inadecuada disposición de los residuos sólidos ✓ Evitar el desconocimiento de la población 	
Actividades a desarrollar	Indicador de verificación y cumplimiento	Medios de verificación y cumplimiento

<p>✓ Taller de educación ambiental informal Desarrollar de la capacitación mediante el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duración: 2 meses - Frecuencia: 2 días a la semana - Tiempo por sesión: 2 horas - Tiempo de duración: 30 horas divididas en 15 horas presenciales (práctico) y 15 horas autónomas. <p>Capacitación dirigida a la población (personas adultas de 20 a 50 años). Mediante la siguiente temática:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceptos generales y fases del manejo de los residuos sólidos ✓ Importancia de cuidar al ambiente ✓ Impactos del manejo inadecuado de RSU ✓ Socializar la ordenanza municipal, sanciones y cobros por el servicio del manejo de los RSU ✓ Talleres teóricos/prácticos sobre elaboración de abonos orgánicos ✓ Importancia de reutilización y separación en la fuente de residuos sólidos. ✓ Realizar jornadas de limpieza comunitaria en espacios públicos (parques, ríos) 	<p>✓ Cantidad de participantes en la capacitación</p> <p>✓ Nivel de evaluación antes y después de la capacitación</p> <p>Alto: 15 a 20 puntos Medio: 10 a 14 puntos Bajo: 0 a 9 puntos</p> <p>✓ Se ha realizado los talleres de capacitación en educación ambiental en temas relacionados al manejo adecuado de residuos sólidos, a personas adultas en edades comprendidas entre los 20 a 50 años de la población del cantón Calvas en un plazo de 2 meses.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Encuestas de satisfacción ✓ Alcance en redes sociales y medios de comunicación ✓ Número de hogares que implementan sistemas de separación de RS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa ✓ Registro fotográfico ✓ Registro de asistencia ✓ Contrato de personal para las capacitaciones ✓ Recursos didácticos: presentaciones, videos, etc.)
--	--	---

<p>✓ Taller de educación ambiental no formal</p> <p>Desarrollar de la capacitación mediante el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duración: 2 meses - Frecuencia: 2 días a la semana - Tiempo por sesión: 2 horas - Tiempo de duración: 30 horas divididas en 15 horas presenciales (práctico) y 15 horas autónomas. <p>Capacitación dirigida a estudiantes de nivel primario (5to a 7mo año de básica), mediante talleres sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Importancia de cuidar el ambiente ✓ Importancia de reutilización y separación en la fuente de residuos sólidos ✓ Talleres teóricos/prácticos sobre abonos orgánicos ✓ Impactos en la salud sobre el inadecuado manejo de los residuos sólidos 	<p>✓ Cantidad de participantes en la capacitación</p> <p>✓ Nivel de evaluación antes y después de la capacitación</p> <p>Alto: 15 a 20 puntos Medio: 10 a 14 puntos Bajo: 0 a 9 puntos</p> <p>✓ Estudiantes del 5to a 7mo año de educación básica del cantón Calvas, han recibido capacitación sobre los temas implementados</p> <p>✓ Encuestas de satisfacción</p> <p>✓ Número de instituciones que implementan sistemas de separación de RS</p> <p>✓ Alcance en redes sociales y medios de comunicación</p>	<p>✓ Observación directa</p> <p>✓ Registro fotográfico</p> <p>✓ Registro de asistencia</p> <p>✓ Contrato de personal para las capacitaciones</p> <p>✓ Recursos didácticos: presentaciones, videos, etc.)</p>
<p>Desarrollar la capacitación mediante el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duración: 2 meses - Frecuencia: 2 días a la semana - Tiempo por sesión: 2 horas - Tiempo de duración: 30 horas divididas en 15 horas presenciales (práctico) y 15 horas autónomas. - 	<p>✓ Cantidad de participantes en la capacitación</p> <p>✓ Nivel de evaluación antes y después de la capacitación</p> <p>Alto: 15 a 20 puntos Medio: 10 a 14 puntos Bajo: 0 a 9 puntos</p> <p>✓ Estudiantes del 8vo a 3ro año de bachillerato del cantón Calvas, reciben</p>	<p>✓ Observación directa</p> <p>✓ Registro fotográfico</p> <p>✓ Registro de asistencia</p> <p>✓ Contrato de personal para las capacitaciones</p> <p>✓ Recursos didácticos: presentaciones, videos, etc.)</p>

<p>Capacitación dirigida a los estudiantes de las instituciones educativas del cantón Calvas, a nivel bachillerato (8vo a 3ro año de bachillerato), mediante talleres sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceptos generales de residuos sólidos ✓ Fases del manejo de los residuos sólidos ✓ Importancia de cuidar el ambiente ✓ Manejo adecuado de los RS (fases del manejo) ✓ Impactos al ambiente y salud por el manejo inadecuado de los RS ✓ Importancia del reciclaje, y reutilización de los residuos ✓ Socializar la ordenanza municipal, sanciones y cobros por el servicio del manejo de los RSU ✓ Talleres teóricos/prácticos sobre abonos orgánicos ✓ Realizar jornadas de recolección de los residuos alrededor de las instituciones educativas participativas 	<p>capacitación sobre los temas implementados</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Encuestas de satisfacción ✓ Número de instituciones que implementan sistemas de separación de RS ✓ Alcance en redes sociales y medios de comunicación 																							
<p>Costo de la medida</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Valor Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contrato del Personal que llevará a cabo las capacitaciones y talleres</td> <td>Global</td> <td>2</td> <td>1 000</td> <td>2 000</td> </tr> <tr> <td>Bolsas de basura</td> <td>Global</td> <td>100</td> <td>0.50</td> <td>50,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">TOTAL USD.</td> <td>2 050</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Contrato del Personal que llevará a cabo las capacitaciones y talleres	Global	2	1 000	2 000	Bolsas de basura	Global	100	0.50	50,00	TOTAL USD.				2 050			
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total																				
Contrato del Personal que llevará a cabo las capacitaciones y talleres	Global	2	1 000	2 000																				
Bolsas de basura	Global	100	0.50	50,00																				
TOTAL USD.				2 050																				
<p>Responsable del control y monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Rectores de los establecimientos educativos ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 																							

Tabla 9. Aprovechamiento de residuos orgánicos.

Medida	CAPACITACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL RELLENO SANITARIO	
Objetivo de la medida	Fomentar el aprovechamiento de los residuos orgánicos a través de prácticas de compostaje de los residuos generados en el cantón Calvas	
Lugar de implementación	GAD Municipal del cantón Calvas	
Tipo de la medida	Capacitación y prevención	
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde del GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Técnicos del departamento de Gestión Ambiental, protección y Medio Ambiente del GAD municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 	
Impacto a controlar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar la contaminación al ambiente y los recursos naturales (agua, suelo y aire) por la generación de los residuos sólidos ✓ Reducir el impacto visual que genera la inadecuada disposición de los residuos sólidos 	
Actividades a desarrollar	Indicador de verificación y cumplimiento	Medios de verificación y cumplimiento
Desarrollar talleres de aprovechamiento en el cantón Calvas mediante el siguiente detalle: <ul style="list-style-type: none"> - Duración: 2 meses - Frecuencia: 2 días a la semana - Tiempo por sesión: 2 horas - Tiempo de duración: 30 horas divididas en 15 horas presenciales (práctico) y 15 horas autónomas 	Número de participantes: registro de trabajadores que asisten a la capacitación Número de proyectos piloto de compostaje realizado por los participantes en el relleno sanitario Implementación de prácticas de compostaje en el relleno sanitario	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa ✓ Registro fotográfico ✓ Registro de asistencia ✓ Contrato de personal para las capacitaciones ✓ Recursos didácticos: presentaciones, videos, etc.) ✓ Producto del proceso de compostaje (abono)

<p>Capacitación a trabajadores encargados del relleno sanitario sobre la elaboración de abonos orgánicos como: compostaje</p> <p>Implementación del sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar un plan para la recolección de residuos orgánicos en el cantón Calvas ✓ Dar inicio al proceso de compost, llenar las camas de compostaje con los residuos orgánicos que se recolecten ✓ Realizar el monitoreo para un proceso eficiente y monitorear la calidad del compost producido ✓ Registro de la cantidad de residuos orgánicos utilizados para el proceso y la cantidad de compost producido para evaluar el rendimiento de la técnica de compostaje 	<p>Cantidad de abono producido en el relleno sanitario</p>				
<p>Costo de la medida</p>	<p>Descripción</p>	<p>Unidad</p>	<p>Cantidad</p>	<p>Valor Unitario</p>	<p>Valor Total</p>
	<p>Contrato del Personal que llevará a cabo las capacitaciones y talleres</p>	<p>Salarial</p>	<p>2</p>	<p>1 000</p>	<p>2 000</p>
	<p>EPT (guantes, botas entre otros.)</p>	<p>Global</p>	<p>10</p>	<p>30,00</p>	<p>300,00</p>
	<p>Proceso de monitoreo y seguimiento</p>	<p>-</p>	<p>-</p>		<p>1 500</p>
	<p>Material didáctico</p>	<p>Salarial</p>	<p>Global</p>	<p>100,00</p>	<p>100,00</p>
	TOTAL USD.				<p>3 900</p>
<p>Responsable del control y monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GAD municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 				

Tabla 10. Separación en la fuente.

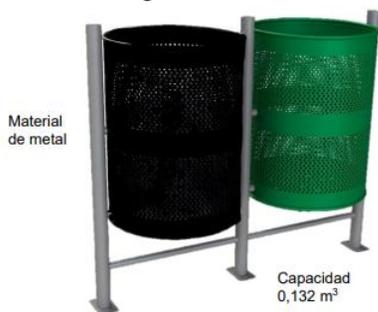
Medida	PROYECTO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL CANTÓN CALVAS	
Objetivo de la medida	Fomentar la correcta clasificación de los residuos desde la generación, en los hogares, negocios e instituciones del cantón Calvas	
Lugar de implementación	GAD Municipal del cantón Calvas	
Tipo de la medida	Capacitación y prevención	
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde del GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Técnicos del departamento de Gestión Ambiental, protección y Medio Ambiente del GAD municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 	
Impacto a controlar	✓ Minimizar la cantidad de residuos que no son aprovechables	
Actividades a desarrollar	Indicador de verificación y cumplimiento	Medios de verificación y cumplimiento
<p>- Proporcionar recipientes diferenciados (codificación de colores: negro y verde) para la separación en la fuente y almacenamiento temporal de los residuos sólidos domiciliarios, el cual, se cobrará a la población por este servicio en las planillas de agua.</p> <p>La capacidad de los recipientes domiciliarios será de 95 000 cm³. En la siguiente figura se detallan las dimensiones</p>	<p>Población de la parroquia urbana Cariamanga poseen los recipientes diferenciados (codificación de colores) para la separación en la fuente de los residuos sólidos</p> <p>Recipientes han sido colocados en sitios estratégicos de las zonas céntricas (mercados, ferias, áreas comerciales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa ✓ Registro fotográfico ✓ Registro de facturas sobre la adquisición de recipientes ✓ Registro de cobro por los recipientes ✓ Presencia de recipientes en el cantón Calvas

- Implementación de recipientes en puntos estratégicos del cantón Calvas

Aspectos del proyecto

Estimación del número óptimo de recipientes para el depósito temporal de los residuos sólidos domiciliarios en puntos estratégicos de la parroquia, mediante la Ecuación 14, para lo cual se consideró el peso de los residuos y el número de habitantes de la parroquia urbana Cariamanga

Se recomienda implementar 68 recipientes en las calles de la parroquia urbana Cariamanga, de los cuales, 34 son recipientes para residuos orgánicos y 34 recipientes para residuos inorgánicos.



Costo de la medida

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Recipientes diferenciados	Salarial	68	60,00	4 080
Contenedores	Salarial	2	600,00	1 200
TOTAL USD.				5 280

Responsable del control y monitoreo

- ✓ GAD municipal del cantón Calvas
- ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Tabla 11. Mejoramiento del relleno sanitario.

Medida	PLAN DE EQUIPAMIENTO Y MEJORA DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN CALVAS	
Objetivo de la medida	Adecuar las instalaciones en el relleno sanitario del cantón Calvas	
Lugar de implementación	Relleno sanitario del cantón Calvas	
Tipo de la medida	Prevención	
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 	
Impacto a controlar	✓ Controlar la contaminación y optimizar la gestión de residuos	
Actividades a desarrollar	Indicador de verificación y cumplimiento	Medios de verificación y cumplimiento
<p>✓ Planta de tratamiento de lixiviados</p> <p>El diseño de una laguna aerobia para el tratamiento biológico de aguas lixiviadas, en cumplimiento con los requisitos establecidos por el (TULSMA), exige considerar las características específicas del municipio y del relleno sanitario.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe estar lejos de zonas pobladas (mínimo 500 m) para evitar molestias por olores y vectores. - Debe ser zonas alejadas de recarga de acuíferos o de alto valor ecológico. - Debe realizarse mediante la combinación de una barrera geológica natural y un revestimiento sintético inferior en la base y taludes de la celda de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se ha realizado el 80% del cercado con plantas nativas en un año ✓ La planta de tratamiento de lixiviados este operando en un 40% ✓ Se ha cumplido el 50% de los criterios de diseño establecido en Art.6. Requisitos generales para el diseño y construcción de un relleno y celda de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa ✓ Contrato (Planos de diseño y especificaciones técnicas) ✓ Informe de inspección y planos de construcción ✓ Facturas ✓ Registro de operación de la planta ✓ Permiso de funcionamiento ✓ Permisos legales ambientales

- La barrera geológica natural debe tener un espesor mayor o igual a 5 metros y un coeficiente de permeabilidad (k) menor o igual a 1×10^{-9} m/s.
- Debe colocarse un revestimiento sintético, el cual consistirá en una capa de geomembrana de polietileno de alta densidad con un espesor mayor o igual a 2 mm y un coeficiente de permeabilidad (K) menor o igual a 1×10^{-9} m/s
- Se colocará una capa de material mineral de 0,05 m de espesor y compactado al 95 % de la prueba proctor modificada.
- Se debe sembrar plantas alrededor que actúen como barrera natural para la dispersión de olores y proliferación de vectores, como totora (*Typha*), carrizo (*Phragmites australis*) o aliso (*Alnus glutinosa*) que utilizan una parte de las aguas lixiviadas para su nutrición y reducen considerablemente su cantidad (TULSMA).

Tratamiento

El agua residual o lixiviado ingresará a la laguna, donde microorganismos aerobios (bacterias y algas) consumen la materia orgánica contaminante como alimento. Las algas, a través de la fotosíntesis, liberarán oxígeno al agua, favoreciendo la actividad de las bacterias aerobias. El movimiento del viento y la radiación solar ayudan a mezclar el agua y a mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto. Finalmente, el agua tratada, con menor carga contaminante, se descarga de la laguna.

✓ **Cerco vivo perimetral**

Es necesario dejar una franja de terreno de entre 5 y 20 metros entre el lindero y la zona de terraplenes o zanjas con residuos.

- Plantar una cerca viva de 4 – 5 m de ancho, usando arbustos en los bordes y árboles más altos en el centro. Se sugiere la siembra de árboles de rápido crecimiento pino (*Pinus*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), laurel (*Laurus nobilis*), etc.)

✓ **Diseño de nueva celda de disposición de residuos biopeligrosos**

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente establece el cumplimiento con los requisitos estipulados en las normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional mediante Acuerdo Ministerial, en particular, en el TÍTULO III, Art.6, detalla los requisitos generales para el diseño y construcción de un relleno y celda de seguridad, los cuales son los siguientes:

- Contar con vías de acceso
- Se requiere un plano general de la planta del relleno de seguridad, detallando todos sus elementos: celdas de seguridad, sistema de control de las emisiones contaminantes, zonas de estabilización y obras complementarias
- Sistema de techado que eviten la entrada del agua lluvia
- Autorizaciones y permisos correspondientes de las autoridades competentes, incluida la Licencia Ambiental.

<ul style="list-style-type: none"> - Dotación al personal, equipos, materiales y herramientas en calidad y cantidad, suficientes para ejecutar las obras de manera segura. - Garantizar el suministro de agua potable, manejo de agua residual y electricidad para su personal. - Planos firmados y autorizados por la Autoridad Ambiental Nacional de las celdas de seguridad - La celda de seguridad debe ubicarse en zonas donde el nivel freático este a una profundidad mínima de seis metros medidos desde el nivel de la base de la celda de seguridad y calculado para el máximo período de lluvias. - Muros de contención de la celda de seguridad deben tener dimensiones capaces de resistir los esfuerzos y requerimientos que amerite el diseño de la celda de seguridad. Para tal efecto los muros deben cumplir con el numeral “8.2” de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1855-2 Hormigones. Hormigón Preparado en Obra. Requisitos. - Las pendientes de los taludes de la celda de seguridad deben cumplir con el punto 5.7 de esta Norma. - La cobertura de la celda debe estar constituida por un material o materiales y en las cantidades suficientes que permitan el confinamiento y aislamiento total de los desechos peligrosos. - La cobertura debe prevenir la liberación de desechos confinados, minimizar el escape de gases y vapores de la celda, y evitar la formación del lixiviado por la lluvia. 					
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total

	Planta de tratamiento de lixiviados	Global	1	10 000	1 000
	Ceacos vivas	Global	1	1 000	500,00
	Celda de biopeligrosos	Global	1	10 000	10 000
	TOTAL USD.				11 500
Responsable del control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GAD municipal del cantón Calvas ✓ MAATE 				

Tabla 12. Plan de acción de seguridad y salud ocupacional para los trabajadores.

Medida	PLAN DE ACCIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA LOS TRABAJADORES QUE FORMAN PARTE DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN CALVAS	
Objetivo de la medida	Implementar medidas para la prevención de riesgos en el trabajo	
Lugar de implementación	Instalaciones del relleno sanitario del cantón Calvas	
Tipo de la medida	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disminución de accidentes/ enfermedades laborales ✓ Mejorar las condiciones de trabajo ✓ Capacitación y cumplimiento de la normativa 	
Responsable de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GAD Municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 	
Impacto a controlar	✓ Minimizar los riesgos laborales y de salud de los trabajadores	
Actividades a desarrollar	Indicador de verificación y cumplimiento	Medios de verificación y cumplimiento
Normativas de cumplimiento para salud y seguridad en rellenos sanitarios:	El proyecto ha alcanzado un 80% de avance en 3 meses	✓ Observación directa: Verificar que los espacios cumplan con los diseños y normas

<ul style="list-style-type: none"> ✓ NTE INEN 2266: Gestión de residuos no peligrosos ✓ NTE INEN 2248: Transporte, almacenamiento y tratamiento de residuos peligrosos. ✓ Acuerdo Ministerial 1404: Normativa para la prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción (aplicable a rellenos sanitarios en construcción). ✓ OSHA (Administración de Salud y Seguridad Ocupacional): Normativa de seguridad y salud en el trabajo <p>Evaluación inicial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar el estado actual del lugar de almacenamiento de herramientas e identificar las deficiencias en infraestructura y seguridad. - Evaluar las necesidades de los trabajadores en cuanto a un espacio para consumir alimentos, considerando espacio, mobiliario, condiciones de higiene, etc. <p>Diseño y planificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar un nuevo espacio de almacenamiento de herramientas que cumpla con las normas de seguridad (espacio suficiente, estantes adecuados, iluminación, ventilación). - Diseñar un espacio para que los trabajadores consuman alimentos, que sea cómodo, higiénico, con mesas, sillas, microondas, frigorífico, etc. - Elaborar un plan de trabajo con cronograma y presupuesto. 	<p>El 90% de los trabajadores han recibirán las capacitaciones sobre temas de prevención de riesgos y Equipos de Protección Personal (EPP)</p> <p>El 100% de los trabajadores ha recibido sus equipos de protección personal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista a los trabajadores ✓ Registro fotográfico ✓ Planos de diseño y especificaciones técnicas ✓ Registros de inspección de seguridad
--	--	---

<p>Construcción y adecuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construir o remodelar el espacio de almacenamiento de herramientas según el diseño. - Adecuar el espacio para el consumo de alimentos, incluyendo instalaciones eléctricas, fontanería y equipamiento. <p>Equipamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquirir estantes, armarios y otros elementos de almacenamiento para las herramientas. - Comprar mesas, sillas, electrodomésticos y otros elementos necesarios para el espacio de alimentación. - Implementar extintores - Contar con un botiquín de primeros auxilios - Proporcionar EPP adecuados a los trabajadores - Señalizar con rótulos de Seguridad <p>Capacitación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitar a los trabajadores sobre el uso correcto del nuevo espacio de almacenamiento y las normas de seguridad. - Capacitar sobre higiene y manipulación de alimentos en el nuevo espacio de comedor 					
Costo de la medida	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	Extintor de 20 Lbs	Global	1	50,00	50,00

	Botiquín	Global	1	50,00	50,00
	Gorra con monja	Global	10	12,00	120,00
	Gafas de seguridad	Global	10	3,00	27,00
	Overol	Global	10	35,00	135,00
	Botas de hule	Global	10	12,00	120,00
	Guantes de cuero	Global	10	8,00	80,00
	Chaleco reflectivo	Global	10	5,00	50,00
	Señalética de Seguridad	Global	-	600,00	600,00
	Habilitar un espacio destinado a (comedor)	Global	-	500,00	500,00
	TOTAL USD.				1 192
Responsable del control y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde del GAD municipal del cantón Calvas ✓ Ministerio de trabajo 				

7. Discusión

La generación de la parroquia urbana Cariamanga genera 0,67 kg/hab/día de residuos sólidos, considerando que las fuentes principales son las viviendas, restaurantes e instituciones educativas. Este resultado es bajo de la generación de residuos sólidos de América Latina y El Caribe donde, señala que la generación de residuos domiciliarios en ciudades con pequeña densidad poblacional es de 1 kg/hab/día, mientras que en Ecuador la generación per cápita promedio es de 0,81 kg/hab/día, según lo señala el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], (2021).

Además, el promedio de la generación per cápita (GPC) de la parroquia urbana Cariamanga difiere a nivel cantonal de Ecuador con otros cantones como Nangaritza, Suscal y Nabón con rangos de GPC promedio de 0,24 a 0,47 kg/hab/día, con características semejantes al área de estudio (e.g. baja densidad poblacional y desarrollo limitado industrial/empresarial). Asimismo, el promedio de la GPC del área de estudio, es relativamente mayor a la GPC en la provincia de Azuay con promedio de 0,5 kg/hab/día. No obstante, se asemeja al promedio de generación de Loja que es de 0,60 kg/hab/día (AME-INEC, 2021). De este modo, se entiende que la GPC de cada comunidad está relacionada directamente a factores como el nivel económico, tendencia de los hábitos de consumo y nivel comercial (Cavalheiro et al., 2024).

Con respecto, al estrato institucional, los establecimientos educativos muestreados generan un 0,045 kg/alumno/día de RS a nivel de primaria y secundaria. Este resultado está dentro del rango registrado en cabeceras cantonales de la provincia de Loja, como la parroquia urbana Catamayo (0,25 kg/alumno/día) (Rogel, 2020) y de la parroquia urbana Alamor con (0,07 kg/alumno/día) (Veintimilla, 2020). Por otra parte, el valor obtenido es mayor a instituciones de otros países, como es el caso de la institución educativa La Esperanza de la ciudad de Trujillo en Perú, con 1 551 alumnos que genera 0,042 kg/alumno/día (Veneros Urbina et al., 2020), siendo este valor menor a los resultados obtenidos en la presente investigación, lo cual puede deberse al mayor número de estudiantes de los tres centros educativos muestreados en el actual estudio, con un total de 2 252 alumnos.

Por otra parte, la parroquia urbana Cariamanga genera 9,14 Tn/día de RSU domiciliarios. Según datos del AME y INEC (2023) en Ecuador, en el año 2022 se colectaron un promedio de 14 394 ton/día de RSU. De este total el, 50,5 % corresponden a residuos inorgánicos, mientras que el 49,5 % son orgánicos. Por otra parte, la mayor producción total de RSU a nivel provincial se genera en ciudades con mayor concentración poblacional, como Guayas con 3 600 Tn/día y Pichincha con 2 800 Tn/día de RSU (GRECI, 2022). Por otra parte, en la parroquia urbana Cariamanga, el 47,39 % corresponden a residuos orgánicos, cuyo valor está en el rango estimado para América Latina y El Caribe (Lopez Y Iannacone, 2023), incluso al valor estimado a nivel nacional (54,9 %) (INEC, 2023).

En referencia a la densidad volumétrica, en la parroquia urbana Cariamanga registro un valor de 409,99 kg/m³, muy superior al valor indicado por Araujo Delgado (2021), quien señala que la densidad de los residuos en países de América Latina y El Caribe varía de 125 a 250 kg/m³. Estos resultados se deben a que los residuos son provenientes de comercios que provisionan alimentos (e.g. restaurantes/cafeeterías), por lo tanto, generan mayor porcentaje de residuos orgánicos. Esto es corroborado por Cabañas Pinedo et al. (2021), quienes mencionan que la densidad de los residuos sin compactar varía hasta en un 50 % de los datos obtenidos. Sin embargo, Najjar Marín (2024), indica que estos valores pueden depender de factores como cantidad de materia orgánica, humedad, ubicación geográfica y tiempo de almacenamiento.

De acuerdo al INEC (2022) el 76 % de GAD Municipal realizan gestión directa de sus residuos sólidos a través de unidades, direcciones o departamentos del GADM. Con respecto a la situación actual del manejo de residuos sólidos urbanos, mediante una entrevista aplicada al técnico del Departamento de Gestión Ambiental y a las autoridades competentes (rectores, conserjes) y las encuestas aplicadas a la población, el manejo de los RSU en la parroquia urbana Cariamanga se ejecuta por administración propia, misma que cuenta con un sistema de manejo de residuos sólidos establecido en el GAD Municipal del cantón Calvas, que se basa en la recolección, transporte, barrido y limpieza y disposición final de los residuos.

A pesar de eso, en el sistema de manejo de RSU del cantón Calvas, no existe la separación en la fuente de los residuos sólidos, por lo que el 73,68 % de las viviendas de la parroquia urbana Cariamanga almacenan sus residuos generados en bolsas plásticas ubicadas en recipientes no

diferenciados. No obstante, Baque y Salvatierra (2023), señalan que para llevar a cabo la separación en la fuente se debe disponer de recipientes adecuados para almacenamiento temporal de los residuos. Además, en Ecuador a nivel nacional, el 34,5 % de los GAD Municipales han iniciado o mantienen procesos de separación de RSU, ubicando al Carchi (100 %), Pichincha (87,5 %), Zamora Chinchipe (77,8 %), Morona Santiago (75 %) y Loja (56,3 %) como las principales provincias que realizan separación en la fuente (INEC, 2023). Por el contrario, Esmeraldas (14,3 %), Guayas (14 %) y Manabí (0 %) se ubican como las provincias que no realizan una buena separación en la fuente de residuos sólidos (INEC, 2023).

Baque y Salvatierra (2023) señalan que las principales razones por las que no se realiza una adecuada clasificación se debe a la ausencia de recipientes en lugares estratégicos y en los hogares, carencia de conciencia y educación ambiental, ausencia de programas de reciclajes, clasificación de residuos y capacitaciones para el manejo de éstos, incumplimiento de ordenanza y ausencia de políticas y normativas públicas que regulen e involucren a la ciudadanía a participar de la separación en fuente de los residuos sólidos. Ante esta situación, el 76 % de población encuestada en la parroquia urbana Cariamanga señalaron que en la cabecera cantonal existen recipientes para la recolección de residuos; sin embargo, la cantidad es insuficiente, dificultando así la adecuada clasificación y manejo de éstos.

Por otra parte, en Ecuador el 52,3 % de los GAD municipales cuentan con ordenanzas municipales para el cobro de una tasa de recolección de los residuos en la planilla de energía eléctrica, mientras que el 5,4 % no tienen ordenanza para el cobro de este servicio (INEC, 2023); sin embargo, aunque el GAD Municipal de Calvas cuenta, desde el 2004, con una ordenanza para el manejo de los residuos, donde además establecen las respectivas sanciones por incumplimiento, y así como la tasa de cobro por el manejo de los residuos, el 82 % de la población desconoce de la existencia de esta normativa. Por otra parte, el artículo 27 del COA, señala que los GAD municipales deben elaborar planes, programas y proyectos para un adecuado manejo de residuos sólidos urbanos. Asimismo, en el Art. 255 del COA se determinan políticas públicas para la gestión integral de los residuos sólidos, mismas que establecen entre otros aspectos, el fortalecimiento de la educación ambiental, cultura y conciencia ambiental, participación ciudadana y capacitación en temas de manejo de los residuos sólidos. Sin embargo, el 97 % de la población de la parroquia

Cariamanga indicaron no haber asistido o recibido talleres o capacitaciones en temas relacionados al manejo de los residuos.

Con respecto al barrido y limpieza, en la del cantón Cariamanga cuenta con el servicio de barrido y limpieza, pero es insuficiente para abastecer a todo el cantón ya que solo se barre o se hace limpieza en el centro de la cabecera cantonal, así lo indica Kwenda et al. (2022) que se debe establecer microrutas para el barrido manual de calles y avenidas y en el caso de calles no pavimentadas, áreas o sectores que no sea posible el barrido, poco tráfico y espacios públicos, se indica que debe llevarse a cabo la limpieza manual. Asimismo, en Ecuador, el 73,1 % de los GAD municipales realizan el barrido de calles, como el caso de Orellana (100 %), Los Ríos (94,6 %) y Loja (79,5 %); provincias con mayor frecuencia de barrido (INEC, 2023).

Fernández et al. (2024) señala que, en América Latina, el rendimiento personal que labora este servicio es de 1,0 a 2,0 km/día de calle, es decir, de 2 a 4 km de cunetas, de igual manera, se recolectan de 30 a 90 kg de residuos por kilómetro de barrido y es necesario entre 4 y 8 operarios para una ciudad de 1 000 habitantes, dependiendo del porcentaje de calles asfaltadas y no asfaltadas, cultura ambiental y cooperación de la comunidad. En este contexto, la parroquia urbana Cariamanga posee una población de 13 609 habitantes, y cuenta con 12 operarios que cubren 6 rutas de barrido de calles durante los 7 días de la semana, por lo cual ejecutan de manera completa este servicio, aunque es insuficiente.

Por otra parte, sobre la frecuencia del barrido, Paredes (2023), indica que debe realizarse de manera diferenciada para que sea óptima, es decir, con mayor frecuencia en vías con circulación vehicular y peatonal, es decir, en calles comerciales, mercados, ferias y zona central a razón de 5 veces/día, calles principales 2 veces/día, calles comerciales suburbanas 2 veces/día, calles secundarias 1 vez/día, calles residenciales y zonas de bajos ingresos 3 veces/semana y zonas de altos ingresos 1 vez/semana. Sin embargo, esto es diferente en la parroquia urbana Cariamanga, debido a que el 74,74 % de la población indicó que dicho servicio se lleva a cabo más de 3 veces/semana en la zona céntrica, pero 1 sola vez por semana en zonas periurbanas y este servicio es inexistente en calles no asfaltadas, sugiriendo así ampliar la frecuencia de barrido y limpieza en zonas céntricas de la parroquia urbana Cariamanga.

En cuanto a la recolección y transporte de los residuos sólidos, de acuerdo con la Gestión Municipal de los Residuos (2020) la cobertura de recolección para el período 2020 a 2050 es del 85 % para ciudades mayores a 20 000 habitantes, 60 % para ciudades intermedias y el 40 % ciudades menores a 5 000 habitantes. Asimismo, la región de América Latina y El Caribe posee una alta cobertura de recolección de residuos sólidos, siendo el 93,4 % de la población urbana la que cuenta con este servicio (Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, s.f.) de igual manera, sucede en la cabecera cantonal Cariamanga, donde el 100 % de la población cuenta con este servicio de recolección, dado que recolectan los residuos 6 días/semana, en dos jornadas; es decir, en la zona céntrica (comerciales, mercados) se realiza la recolección en la mañana, mientras que en las zonas periurbanas se lo hace por la tarde.

Sin embargo, de acuerdo con el informe del Consejo Nacional de Competencial [CNC] (2019), la frecuencia óptima de recolección en zonas urbanas (comerciales, mercados, ferias y áreas suburbanas) es de 2 veces/día. Por otra parte, en Ecuador a nivel nacional, el 83,4 % recolectan los residuos de manera no diferenciada, como es el caso de la región costa (70,3 %) y solo el 16,6 % que significa 87 municipios realizan recolección diferenciada, cuya mayoría pertenece a la región sierra 68,6 % con 51 municipios; INEC (2023). Ante lo mencionado, el 82 % de la población de la parroquia urbana Cariamanga indicaron que no existe recolección diferenciada de residuos, lo que se debe a la ausencia de recipientes (codificación por colores) e incumplimiento de la ordenanza.

Los residuos sólidos orgánicos pueden ser gestionados, tratados y aprovechados mediante diversas metodologías mecánicas, biológicas como lombricultura, compostaje y métodos térmicos como incineración, pirólisis, gasificación (CEPAL, 2021). De acuerdo, al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], (2020) en Ecuador a nivel nacional, 90 cantones implementan diversas metodologías de aprovechamiento de los residuos orgánicos, de los cuales, el 28,6 % (50 GADM de la región sierra) realizan aprovechamiento mediante compostaje, seguido con 24 municipios de la amazonia y solo el 11 %, es decir 13 de GADM realizan lombricultura en la región costa. No obstante, Paredes et al. (2023) indican que para realizar aprovechamiento de los residuos y con un enfoque innovador, técnico, económico y ambiental es necesario realizar separación en la fuente.

A pesar de que el relleno sanitario del cantón Calvas posee un área de compostaje (6 camas), éstas no están en funcionamiento. Por otra parte, en Ecuador, de acuerdo con la Empresa Pública Municipal de Aseo (EMAC EP) (2024), Cuenca es la ciudad que alcanza un 20 % de reciclaje de hogares, empresas, locales comerciales e industrias, como cartón, papel y periódico mixto, lo que representan el 44,7 % de residuos reciclados (Cajamarca et al., 2022). En la parroquia urbana Cariamanga, el personal que trabaja en el relleno sanitario son recicladores de base, que comercializan sus artículos reciclados como plásticos y cartón, cuyos ingresos son retribuidos directamente a los mismos recicladores informales.

Por otra parte, CEPAL (2021), señala que la generación de lixiviados de los rellenos sanitarios depende de las condiciones climáticas, y de la interacción de agua sobre los residuos o efluentes líquidos que se generan por la descomposición del residuo. Por el contrario, mediante la visita técnica al relleno sanitario del presente estudio, se pudo verificar la presencia de una piscina para los lixiviados, sobre la que un trabajador señaló que la generación de éstos es baja. Esto se debe a que gran parte de los residuos orgánicos se evaporan por las altas temperaturas en épocas de verano; sin embargo, en temporada de lluvia la generación es alta, que lo que se debe principalmente a que el relleno recibe una gran cantidad de materia orgánica por la inexistencia de separación en la fuente. Además, carece de un sistema apropiado de drenaje, por ende, genera la percolación de estos líquidos hacia el suelo.

En cuanto a la disposición de los residuos biopeligrosos, de acuerdo al INEC (2023), en Ecuador a nivel nacional, el 56,8 % de municipios realizan recolección diferenciada de residuos biopeligrosos, como es el caso de Imbabura (100 %), Chimborazo (90 %) y Loja (75, %), a pesar que estas provincias realizan recolección diferencia, el 42,7 % de los GAD municipales no cuentan con sistemas adecuados de tratamiento y disposición final de residuos biopeligrosos, el 22,3 % disponen de autoclave y solo el 5 % realizan tratamiento mediante incineración y cuentan con celda apropiada para su disposición final. La parroquia urbana Cariamanga cuenta con una celda de biopeligrosos para la disposición final de residuos procedentes de centros de salud y veterinarias, mismos que son recolectados 1 veces por semana, y el tratamiento que reciben es el cubrimiento con capas de cal y luego son cubiertos con tierra. Sin embargo, es importante señalar que la celda no se encuentra en óptimas condiciones.

Una vez revisado las alternativas propuestas en esta investigación y en función de los resultados obtenidos se puede afirmar que, a pesar de que el cantón cuenta con un sistema de manejo de residuos sólidos urbanos, este se realiza de manera deficiente y presenta problemas notorios. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de implementar soluciones, las cuales se pretende con este estudio dar solución a los problemas. En este sentido, Damaris et al., (2024), destaca que la educación ambiental, tanto formal como no formal, es una estrategia clave para mejorar la gestión de RSU. Asimismo, según la AME (2020), los programas de educación ambiental ciudadana implementado en el 2010, como “Somos parte de la Solución”, contribuyeron a incrementar el porcentaje de hogares a nivel nacional que clasifiquen correctamente los RS (orgánicos e inorgánicos) para el 2015, mejorando así la implementación de dichas alternativas.

8. Conclusiones

La GPC y GTD de la parroquia urbana Cariamanga fue de 0,67 kg/hab/día y 9,14 ton/día respectivamente, de los cuales el 47,39 % son residuos orgánicos, 52,61 % corresponden a residuos inorgánicos, con respecto a la densidad obtenida de los tres estratos (domiciliaria, comercial e institucional) fue de 10 48,51 kg/m³, cuyo valor es considerablemente alto, lo que se debe a que los residuos orgánicos que generan mayor humedad son residuos provenientes del estrato domiciliario y comercial, asimismo, se determinó la proyección a 10 años la población incrementará en 38 546 habitantes, lo que traduce en un aumento de la GPC de 0,87 kg/hab/día.

Con respecto al diagnóstico del manejo de los residuos sólidos urbanos en la parroquia urbana Cariamanga, se identificó deficiencia de la separación en la fuente de los residuos sólidos generados por la población, debido a la insuficiencia de recipientes para el almacenamiento temporal de residuos, de la misma manera, limitada frecuencia de barrido, para mantener la cabecera cantonal con una correcta limpieza, lo que redundará en gran acumulación de los residuos en áreas periurbanas y lotes baldíos. Además, no existen iniciativas de capacitación en educación ambiental, incumplimiento de la ordenanza, manejo inadecuado de los residuos, ausencia de aprovechamiento de los residuos orgánicos y el inadecuado manejo de lixiviados y gases que generan los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario del cantón Calvas.

Las alternativas propuestas permitirán realizar un adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos en la parroquia Cariamanga en el cual se proponen dos alternativas consideramos las más relevantes, se ha propuesto un programa de capacitación y educación ambiental no formal, en temas como separación en la fuente y minimización de residuos sólidos y aprovechamiento.

9. Recomendaciones

- Actualización de la ordenanza sobre el manejo de los residuos sólidos, donde se establezcan las respectivas sanciones en caso de su incumplimiento, e incentivos y beneficios por su cumplimiento. Asimismo, dar a conocer a la población sobre su existencia.
- Ejecutar talleres de capacitación y educación ambiental, que involucren a la ciudadanía, con la finalidad de generar conciencia y cultura ambiental en la población, y con ello, mejorar el manejo de los residuos sólidos de la parroquia urbana Cariamanga.
- Implementar recipientes diferenciados en lugares estratégicos de la parroquia urbana Cariamanga con la finalidad de mejorar el proceso de manejo de los residuos sólidos y prevenir la contaminación del aire, suelo y agua y afectaciones al paisaje.
- Realizar auditorías ambientales en el relleno sanitario, con el objetivo se verificar el cumplimiento de las normativas y evaluar los impactos ambientales negativos que generan los residuos sólidos que están teniendo una mala disposición final.

10. Bibliografía

- Adame, & García, V. (2020). Urban solid waste management in big metropolises: a review. *Meio Ambiente (Brasil)*, 78–095.
- Afshar, S. V., Boldrin, A., Astrup, T. F., Daugaard, A. E., & Hartmann, N. B. (2024). Degradation of biodegradable plastics in waste management systems and the open environment: A critical review. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 434). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140000>
- Aguirre-López, J., Carlos, J., & Ii, O.-C. (2022). Operating costs of solid waste collection systems in the cantons of Ecuador Custos operacionais dos sistemas de coleta de resíduos sólidos nos cantões do Equador. 7(31), 412–429. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.529>
- Alam, S., Rokonzaman, M., Rahman, K. S., Haque, A., Chowdhury, M. S., & Eka Prasetya, T. A. (2024). Techno-economic and environmental analysis of organic municipal solid waste for energy production. *Heliyon*, 10(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31670>
- Anónimo. (2008). Manual para el Mejoramiento del Servicio de Recolección. Recuperado de: [//openjicareport.jica.go.jp/pdf/171025_03.pdf](http://openjicareport.jica.go.jp/pdf/171025_03.pdf)
- Araiza, J., López. Claudia, & Ramírez, N. (2015). Municipal Solid Waste Management: Case Study In Las Margaritas, Chiapas. *Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, 8.
- Araujo, A., & Delgado, O. (2021). Sustainable management of home solid waste: Collection and transportation to the sanitary landfill. Canton Naranjal case CANTÓN. *Revista UDA*, 62–95. <https://doi.org/10.33324/uv.v1i1.364/Páginas>
- Arteta-Barrios, W., Herrera-Valdes, J., Rhenals-Badillo, L., Ruiz-Martínez, N., & Mercado Caruso, N. (2021). Plan de Manejo de Residuos Sólidos en La Región Caribe Colombiana, Revisión de literatura. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 3(1). <https://doi.org/10.17981/bilo.3.1.2021.07>
- Baque-García, L. E., & Salvatierra -Piloza, D. M. (2023). Evaluation of solid waste management in commune Joa of Jipijapa canton. *Ciencias de La Naturaleza*, 9(3), 638–654. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4>
- Bartolozzi, I., Baldereschi, E., Daddi, T., & Iraldo, F. (2018). The application of life cycle assessment (LCA) in municipal solid waste management: A comparative study on street

- sweeping services. *Journal of Cleaner Production*, 182, 455–465.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.230>
- Bernache Pérez, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales
Solid waste management: a challenge for local governments (Vol. 3, Issue 7).
- Cabañas Pinedo, E. M., Díaz Sánchez, M., & Oliva, M. (2021). Densidad de los residuos sólidos de tres instituciones educativas de la ciudad de Chachapoyas, departamento de Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 3(1), 20.
<https://doi.org/10.25127/aps.20191.479>
- Cabrera Alba, C. A. (2023). IN SEARCH OF THE PROTECTION OF WETLAND-TYPE ENVIRONMENTAL TERRITORIES: A DOCUMENTARY REVIEW. *Revista Oratores*, 1(18), 60–73. <https://doi.org/10.37594/oratores.n18.895>
- Cajamarca Cajamarca, E. S., Jimbo Dias, J. S., & Cabrera Chalco, S. D. (2022). Estudio de la Cadena de Suministro de Papel y Cartón Reciclado en la Ciudad de Cuenca-Ecuador. *Ciencias Administrativas*, 20, 106. <https://doi.org/10.24215/23143738e106>
- Cárdenas, R., López, G., Talero, D., Cely, A., Murillo, L., Velasco, G., & Contreras, F. (2018). Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos Sanitarios – Revisión narrativa de la literatura. *Revista de Investigación En Salud de La Universidad de Boyacá*.
<https://orcid.org/0000-0002-9873->
- Cárdenas, T., Santos, R., Contreras, A., Domínguez, E., & Domínguez, J. (2019). Methodological Proposal for the Urban Solid Waste Management System in Villa Clara. *Tecnología Química*, 39(2), 471–488.
- Cavalheiro, E. A., Machado, R. H., Castro, A. S., & Falck, L. R. (2024). Urban solid waste generation and GDP per capita: a global analysis through the lens of the environmental Kuznets curve. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 17(3), e5574.
<https://doi.org/10.55905/revconv.17n.3-012>
- Ceballos Pérez, S. G., & Flores-Xolocotzi, R. (2022). Generación de residuos sólidos urbanos municipales y su relación con un indicador de ingreso municipal en México (años 2010 y 2015). *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.7>
- Chavarría Acuña, O. A. (2022). Comparison of the environmental impacts between incineration and landfill techniques for solid waste management. *Ingeniería*, 32(2), 1–12.
<https://doi.org/10.15517/ri.v32i2.48546>

- Damaris, K., Acevedo, B., Cuero, A. C., & García-Noguera, L. (2024). EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: REVISIÓN DE ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS EN CONTEXTOS LOCALES ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REVIEW OF PEDAGOGICAL STRATEGIES IN LOCAL CONTEXTS. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15768
- Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) (2024). Recuperado de: <https://elmercurio.com.ec/2024/05/18/cuenca-ciudad-mas-reciclaje/>
- Ezeudu, O. B., Agunwamba, J. C., Ugochukwu, U. C., & Ezeudu, T. S. (2021). Temporal assessment of municipal solid waste management in Nigeria: Prospects for circular economy adoption. *Reviews on Environmental Health*, 36(3), 327–344. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0084>
- Fernández Asqui, G. A., Maquera Lupaca, R., & Tito Diaz, D. (2024a). Gobiernos municipales y gestión integral de residuos sólidos en América Latina: Una revisión sistemática. *Revista de Climatología*, 24, 981–986. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.981-986>
- Fernández Asqui, G. A., Maquera Lupaca, R., & Tito Diaz, D. (2024b). Gobiernos municipales y gestión integral de residuos sólidos en América Latina: Una revisión sistemática. *Revista de Climatología*, 24, 981–986. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.981-986>
- Fernández, G. A., Maquera Lupaca, R., & Tito Diaz, D. (2024). Gobiernos municipales y gestión integral de residuos sólidos en América Latina: Una revisión sistemática. *Revista de Climatología*, 24, 981–986. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.981-986>
- Fernández-Nava, Y., Del Río, J., Rodríguez-Iglesias, J., Castrillón, L., & Marañón, E. (2014). Life cycle assessment of different municipal solid waste management options: A case study of Asturias (Spain). *Journal of Cleaner Production*, 81, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.008>
- Gestión Municipal de los Residuos. (2020). Guía para la elaboración de planes Municipales de gestión integral de residuos sólidos urbanos (ed.) PNUD. Recuperado de: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/py/Guia-Planes-Municipales-GIRSU-Municipios-Mayores.pdf>
- Gómez, M., Castellanos, L., Soriano, L., Castellanos, J., Cervantes, J., Pérez, M., & Chávez, R. (2022). Main Design Parameters of a Vermicompost Screening Machine Principales

- parámetros de diseño de una máquina cribadora de vermicomposta. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(1).
- González, Y., & Villalobos, J. (2021). Manejo ambiental de residuos orgánicos. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4843>
- Herrera Rojas, M., & Lazo Ramos, R. S. (2020). Sistema de gestión de residuos sólidos hospitalarios para reducir el impacto ambiental en un hospital de seguridad social de Tacna – 2018. *REVISTA VERITAS ET SCIENTIA - UPT*, 8(2), 1192–1201. <https://doi.org/10.47796/ves.v8i2.136>
- Herrera-Uchalin, M. G., Valiente-Saldaña, Y. M., Garibay-Castillo, J. V., & Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 150–170. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2540>
- Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos. (2019). DIRECCIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN A GAD. Consejo Nacional de Competencias. Recuperado de: <https://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/03-Manejo-desechos-solidos-2.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2021). Boletín técnico No 04-2020-GAD Municipal. Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Boletin_Tecnico_Residuos_2020.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022). Boletín técnico: Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2022/Residuos_Solidos/Boletin_Tecnico_Residuos_2022%20VF.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022). Boletín técnico No 05-2021-GAD. Municipal Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Residuos_solidos_2021/Boletin_Tecnico_Residuos_2021%20VF.pdf

os_2021/Residuo_solidos_2021/Bolet%C3%ADn_T%C3%A9cnico_Residuos_2021%20V03CGT.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2023). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2022/Residuos_Solidos/Presentacion_GIRS_2022_vFINAL.pdf

Junqueira, H. S., Medeiros, D. L., & Cohim, E. (2022). Management of solid urban waste in Feira de Santana: energy demand and carbon footprint. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 27(1), 125–139. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200358>

Kanojia, A., & Visvanathan, C. (2021). Assessment of urban solid waste management systems for Industry 4.0 technology interventions and the circular economy. *Waste Management and Research*, 39(11), 1414–1426. <https://doi.org/10.1177/0734242X21992424>

Khan, M. A., Khan, R., Al-Zghoul, T. M., Khan, A., Hussain, A., Baarimah, A. O., & Arshad, M. A. (2024). Optimizing municipal solid waste management in urban Peshawar: A linear mathematical modeling and GIS approach for efficiency and sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100704>

Kwenda, P. R., Lagerwall, G., Eker, S., & Van Ruijven, B. (2021). A mini-review on household solid waste management systems in low-income developing countries: A case study of urban Harare City, Zimbabwe. *Waste Management and Research*, 40(2), 139–153. <https://doi.org/10.1177/0734242X21991645>

Kwenda, P. R., Lagerwall, G., Eker, S., & Van Ruijven, B. (2022). A mini-review on household solid waste management systems in low-income developing countries: A case study of urban Harare City, Zimbabwe. In *Waste Management and Research* (Vol. 40, Issue 2, pp. 139–153). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/0734242X21991645>

Liu, D., Wang, S., Xue, R., Gao, G., & Zhang, R. (2021). Life cycle assessment of environmental impact on municipal solid waste incineration power generation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(46), 65435–65446. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15483-0>

Liu, Z., Li, Z., Chen, W., Zhao, Y., Yue, H., & Wu, Z. (2020). Path optimization of medical waste transport routes in the emergent public health event of covid-19: A hybrid optimization

- algorithm based on the immune–ant colony algorithm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165831>
- Lopez-Yamunaqué, A., & Iannacone, J. A. (2023). LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN AMÉRICA LATINA. *Paideia XXI*, 11(2), 453–474. <https://doi.org/10.31381/paideia.v11i2.4087>
- Machado, J., & Valiente, Y. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 1(1), 578–601. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605
- Mendieta, R., Giler, J. A., Menéndez, C., & Macías Ramón. (2020). Study on the management of solid waste in the urban area in the parish of Membrillo, Cantón Bolívar. *Dominio de La Ciencia*, 6, 282–309.
- Merchán Nieto, L. C., & Peñafiel Quijije, E. D. (2024). Gestión y Manejo de los Desechos Peligrosos Generados en el Hospital Verdi Cevallos Balda del Cantón Portoviejo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1600–1616. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10591
- Ministerio de Ambiente de Perú (MINAM). (2019). Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Lima. Recuperado de: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/707>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) (2020). Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>
- Mondal, S., & Mandal, B. (2024). Assessment of urban solid waste management in a Class II Indian city using geospatial and statistical approaches: A case study of Rampurhat municipality. *Waste Management Bulletin*, 1(4), 74–92. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.09.003>
- Montiel, N., & Pérez, J. (2019). Energy generation from municipal solid waste. Thermodynamic strategies to optimize the performance of thermal power plants. *Informacion Tecnologica*, 30(1), 273–283. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000100273>

- Mora Cervetto, A., & Molina Moreira, M. N. (2017). DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PARQUE HISTÓRICO GUAYAQUIL. *La Granja*, 26(2), 84. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.08>
- Moreira Bonilla, J. E., Angel, F., Chinga, G., Leonardo, M., Quimis, M., Ronald, L., Cedeño, J., Fernando, L., & Villacreses, L. (2021). EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA SEPARACIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE JIPIJAPA. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1), 121–134. <https://orcid.org/0000-0002-3122-3632>
- Moreira, J., García, F., Moran, M., Jama, L., & Lucio, L. (2021). EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA SEPARACIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE JIPIJAPA. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1), 121–134. <https://orcid.org/0000-0002-3122-3632>
- Najar Marín, E. (2024). The Reality Of Solid Waste Management In Urban Areas Of Latin America. *Visión de Futuro*, 28, No 2 (Julio – Diciembre), 98–111. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2024.28.02.003.en>
- Niezwida, S. R., Michalus, J. C., & Gavazzo, G. B. (2023). Revisión bibliográfica sobre los residuos sólidos urbanos. *Revista InGenio*, 6(2), 30–39. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.678>
- Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. Recuperado de: <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- Ossa, L. C., Correa Ochoa, M. A., & Múnera Porras, L. M. (2020). The biodigester bale as an organic waste treatment strategy: A bibliographic review. In *Produccion y Limpia* (Vol. 15, Issue 2, pp. 71–91). Corporacion Universitaria Lasallista. <https://doi.org/10.22507/pml.v15n2a4>
- Paredes Rodriguez, E. D. (2023). MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. *Revista de Investigaciones*, 12(1), 43–64. <https://doi.org/10.26788/ri.v12i1.3984>
- Paredes, J., Valiente, Y., & Diaz, F. (2023). Valorización de residuos sólidos generados en las municipalidades locales: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 674–690. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2834>

- Paredes-Ballena, J., Valiente-Saldaña, Y. M., & Diaz-Valiente, F. A. (2023). Valorización de residuos sólidos generados en las municipalidades locales: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 674–690. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2834>
- Peñafiel-Arcos, P., Orejuela-Romero, J., Barahona, M., Guaicha Lema, D., & Jungal Cárdenas, N. (2024). Caracterización de Residuos Plásticos Generados en la Provincia de Orellana-Ecuador. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 4(1), 225–240. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v4i1.97>
- Pérez Magaña, A., & Rodríguez Ruiz, F. (2022). Flujo, clasificación y potencial de reciclaje de residuos sólidos urbanos en una localidad cuya principal actividad es la agricultura. *Acta Universitaria*, 32, 1–20. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3202>
- Pineda-Melgarejo, R. J., Rojas-Baracaldo, Á. J., Toro-Perea, E. F., & Patiño, S. M. (2024). Caracterización de operaciones en la red de aprovechamiento del servicio público de aseo de Sogamoso. *Revista Politécnica*, 20(39), 119–127. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n39a8>
- Quispe, J. E. T. (2024). CHARACTERIZATION OF THE ENVIRONMENTAL ATTITUDES AND PRACTICES OF THE URBAN POPULATION OF PUNO, ANDEAN PLATEAU. *Granja*, 39(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.03>
- Raya Cruz, B. E., Chamorro Florescano, I. A., Lira Rodríguez, K. A., & Pech-Canché, J. M. (2023). Caracterización de los residuos sólidos en el mercado “Héroes del 47” de Tuxpan, Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 10(2), 23–37. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v10i2.422>
- Rodriguez Guerra, A., & Baca-Cajas, K. A. (2022a). Generation of Urban Solid Waste (RSU): analysis of a decade of management in European and American countries. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 43(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919>
- Rodriguez Guerra, A., & Baca-Cajas, K. A. (2022b). Generation of Urban Solid Waste (RSU): analysis of a decade of management in European and American countries. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 43(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919>
- Rodríguez-Díaz, A., Díaz-Mendoza, C., Pasqualino, J., & Bahamón-Restrepo, A. (2022). Análisis comparativo de los planes de gestión de residuos sólidos de Bogotá D.C y Ciudad de México. *Producción + Limpia*, 17(1), 112–135. <https://doi.org/10.22507/pml.v17n1a7>

- Rogel, G.E. (2020). Generación y manejo de residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana Catamayo, cantón Catamayo: Diagnostico de las fases del manejo y alternativas de mejora. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital.
- Sierra, L. (2023). Integrando sistemas de teledetección y georreferenciación en la gestión de los residuos. *Innovare: Revista de Ciencia y Tecnología*, 12(1-1), 38-40. <https://doi.org/10.5377/innovare.v12i1-1.16013>
- Sornoza Gutiérrez, C. A., & García Rodríguez, R. (2023). Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos en el mercado central del cantón Jipijapa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7942-7953. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5022
- Susunaga-Miranda, M. A., Ortiz Muñiz, B., Castañeda Chávez, M. del R., Lango Reynoso, F., & Hernández Berriel, M. del C. (2022). Sitios de disposición final de residuos sólidos abandonados en la Región de Sotavento del estado de Veracruz, México, utilizando herramientas SIG. *Enfoque UTE*, 13(4). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.853>
- Vanegas-Useche, L. V., Abdel-Wahab, M. M., & Parker, G. A. (2015). Effectiveness of oscillatory gutter brushes in removing street sweeping waste. *Waste Management*, 43, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.05.014>
- Vargas-Ayala, A., Tucto-Cueva, E., Milla Luna, D., Ricra Chávez, O., & Nazario-Ramirez, M. (2022). Caracterización de residuos sólidos universitarios y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en dos alternativas de gestión. *South Sustainability*, 3(2), e059. <https://doi.org/10.21142/ss-0302-2022-e059>
- Varón, K. ;, Cabrera, J., & Manyoma, P. (2015). MATHEMATICAL MODEL FOR TRANSFER STATION LOCATION OF URBAN SOLID WASTE. *Revista EIA*, 12(23), 61-70. <https://doi.org/10.14508/reia.2015.12.23.61-70>
- Veintimilla, L.F. (2020). Manejo y generación de residuos sólidos de la parroquia urbana Alamor, cantón Puyango: Diagnostico de las fases del manejo y alternativas de mejora. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23746>
- Veneros Urbina, B., Amaya Alvarado, P., Chuan Torres, Y. A., & Manchay Hernández, C. (2020). Caracterización y oportunidades de mejora de los residuos sólidos en una institución educativa, La Esperanza (Trujillo-Perú), 2019. *Puriq*, 2(3), 222-232. <https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.96>

Yaillet, E. :, & Carvajal, A. (2014). MANAGEMENT OF THE SOLID RESIDUALS AND THEIR ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS (Vol. 41). <http://centrozucar.qf.uclv.edu.cu>

Zamora, Gerardo., Hinojosa, Octavio., & Blanco Walter. (2023). Propuesta de modelo de desarrollo económico local circular en comunidades mineras en la sub cuenca Poopó del altiplano boliviano con escasez hídrica. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 8.

11. Anexos

Anexo 1. Aprobación para el trabajo de muestreo en la parroquia urbana Cariamanga.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**



Loja, 13 de marzo de 2024

Doctor

Jorge Montero Rodríguez

ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CALVAS

En su despacho. –

De mi consideración:

Por medio del presente, me dirijo Usted de la manera más respetuosa y comedida y con el deseo de éxitos en sus delicadas funciones

Santiago Rafael García Matailo, en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular (Tesis) denominado **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja**, de autoría de la Srta. **María Carolina Paz Cumbicos**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, me dirijo comedidamente para solicitarle a Usted y por su digno intermedio a quien corresponda su valiosa colaboración para **conceder las facilidades de acceso a la información referente al manejo de residuos sólidos urbanos del cantón, así como el apoyo técnico y logístico** para poder realizar la investigación antes mencionada.

El objetivo de esta investigación es analizar y proponer mejoras en los procesos de gestión de los residuos sólidos en el cantón Calvas, lo cual aportará significativamente tanto a la comunidad académica como a la sociedad en general, contribuyendo al desarrollo sostenible de la localidad.

Agradecemos de antemano la disposición y el apoyo que pueda brindar a esta solicitud, ya que el acceso a la información requerida es crucial para el desarrollo y la culminación exitosa del Trabajo de Integración Curricular (Tesis) de la Srta. María Carolina Paz Cumbicos. En caso de



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**



necesitar más detalles sobre la investigación o cualquier otro aspecto relacionado, quedo a su entera disposición para coordinar una reunión o intercambiar la información que sea necesaria.

Confiamos en su amable colaboración y esperamos poder contar con las facilidades en el acceso a la información, así como el apoyo técnico y logístico.

Por la atención que se digna dar al presente, le reitero mi agradecimiento y estima personal.

Atentamente,

Visto Bueno

**SANTIAGO
RAFAEL GARCIA
MATAILO**

Firmado digitalmente por:
SANTIAGO RAFAEL
GARCIA MATAILO
Fecha: 2024.03.13 16:03:25
-05'00'

Mg. Sc. Santiago Rafael García Matailo
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR



Firmado electrónicamente por:
**ERASMO VINICIO
ALVARADO
JARAMILLO**

Mg. Sc. Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
AMBIENTAL – UNL

Contacto:

Celular: 0982921488

Correo: santiago.garcia@unl.edu.ec

Anexo 2. Aprobación de las instituciones para el desarrollo del muestreo.



Loja, 15 de mayo de 2024

Magister.

Abel León

RECTOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL SANTIAGO FERNÁNDEZ GARCÍA

En su despacho. –

De mi consideración:

Por medio del presente, me dirijo a Usted de la manera más respetuosa y comedida y con el deseo de éxitos en sus delicadas funciones

Yo María Carolina Paz Cumbicos Cédula N° 1105248510 tesista de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, me dirijo comedidamente a Usted para solicitarle su valiosa colaboración con el acceso a la **Unidad Educativa Fiscomisional Santiago Fernández García que se encuentra laborando en la parroquia urbana Cariamanga** para realizar el pesaje diario de los residuos sólidos generados en la institución para el desarrollo del Trabajo de Integración Curricular (Tesis) denominado "**Diagnóstico y Propuesta de Mejora al Manejo de Residuos Sólidos Urbanos Generados en la Parroquia Urbana Cariamanga del Cantón Calvas, Provincia de Loja**".

Confiamos en su amable colaboración y esperamos poder contar con las facilidades en el acceso a lo solicitado.

Por la atención que se digne dar al presente, le reitero mi agradecimiento y estima personal.

Atentamente,

María Carolina Paz Cumbicos

ESTUDIANTE DEL NOVENO CICLO

C.I: 1105248510

Cel: 0987562765

Correo institucional: maría.c.paz@unl.edu.ec





**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**



Loja, 15 de mayo de 2024

Magister

Santiago Alejandro Abad Montero

INSPECTOR DE LA ESCUELA "SAN JOSÉ"

En su despacho. –

De mi consideración:

Por medio del presente, me dirijo a Usted de la manera más respetuosa y comedida y con el deseo de éxitos en sus delicadas funciones

Yo María Carolina Paz Cumbicos Cédula N° 1105248510 tesista de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, me dirijo comedidamente para solicitarle a Usted valiosa colaboración con **acceso a la Institución escuela "SAN JOSÉ" que se encuentran laborando en la parroquia urbana Cariamanga** para poder desarrollar el pesaje diaria de los residuos sólidos generados en la Institución para el desarrollo del Trabajo de Integración Curricular (Tesis) denominado **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja.**

Confiamos en su amable colaboración y esperamos poder contar con las facilidades en el acceso a la información.

Por la atención que se digne dar al presente, le reitero mi agradecimiento y estima personal.

Atentamente,

María Carolina Paz Cumbicos

ESTUDIANTE DEL NOVENO CICLO

C.I: 1105248510

Cel: 0987562765

Correo institucional: maría.c.paz@unl.edu.ec

Recibido
15-05-2024



Loja, 15 de mayo de 2024

Magister

Alexis Mena

RECTOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA JUANA DE ARCO "LA SALLE"

En su despacho. –

De mi consideración:

Por medio del presente, me dirijo a Usted de la manera más respetuosa y comedida y con el deseo de éxitos en sus delicadas funciones

Yo María Carolina Paz Cumbicos Cédula N° 1105248510 tesista de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, me dirijo comedidamente para solicitarle a Usted su valiosa colaboración con **acceso a la Institución Educativa Santa Juana de Arco "LA SALLE" que se encuentran laborando en la parroquia urbana Cariamanga** para poder desarrollar el pesaje diaria de los residuos sólidos generados en la Institución para el desarrollo del Trabajo de Integración Curricular (Tesis) denominado **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja.**

Confiamos en su amable colaboración y esperamos poder contar con las facilidades en el acceso a la información.

Por la atención que se digne dar al presente, le reitero mi agradecimiento y estima personal.

Atentamente,

María Carolina Paz Cumbicos

ESTUDIANTE DEL NOVENO CICLO

C.I: 1105248510

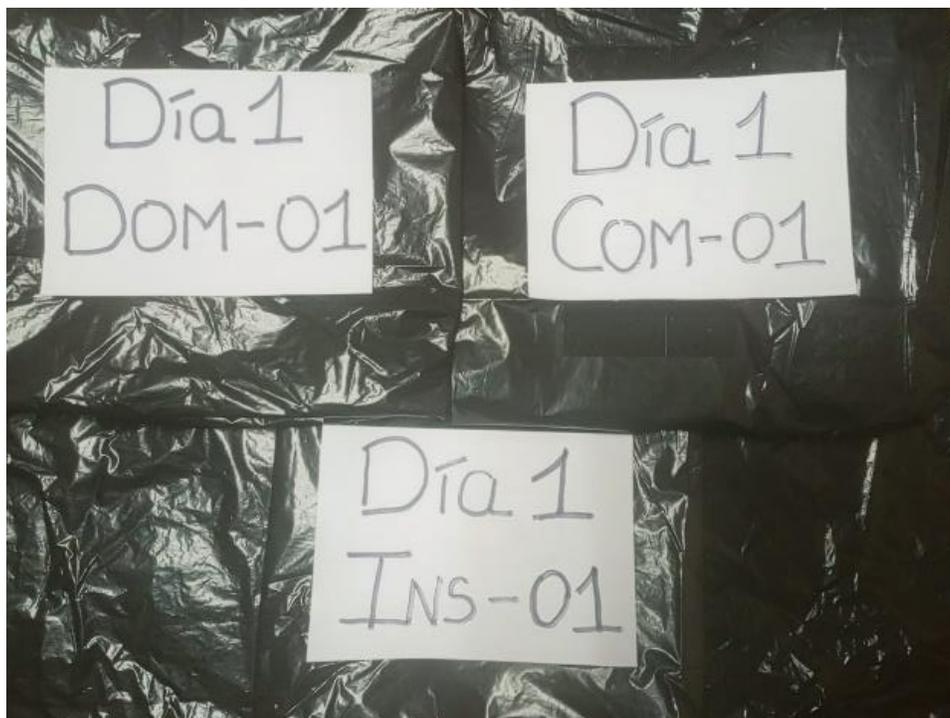
Cel: 0987562765

Correo institucional: maría.c.paz@unl.edu.ec



Anexo 3. Etiquetas codificadas para cada estrato muestreado.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p>Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja</p> <table border="1" data-bbox="347 638 662 674"> <tr> <td>CÓDIGO</td> <td>DOM-</td> </tr> </table>	CÓDIGO	DOM-	 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p>Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja</p> <table border="1" data-bbox="976 638 1291 674"> <tr> <td>CÓDIGO</td> <td>COM-</td> </tr> </table>	CÓDIGO	COM-
CÓDIGO	DOM-				
CÓDIGO	COM-				
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p> <p>Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja</p> <table border="1" data-bbox="662 1045 977 1083"> <tr> <td>CÓDIGO</td> <td>INS-</td> </tr> </table>		CÓDIGO	INS-		
CÓDIGO	INS-				



Anexo 4. Diseño de la entrevista dirigida al técnico del departamento de gestión ambiental e Higiene del GAD Municipal Calvas.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Entrevista dirigida al al técnico del departamento de gestión ambiental e Higiene del GAD Municipal Calvas.

COMPONENTE MANEJO

1. ¿Tiene un sistema de gestión o manejo de residuos sólidos establecido en el GAD Municipal del cantón Calvas?
2. ¿Todos los barrios del área urbana de la parroquia urbana Cariamanga cuentan con el servicio de recolección y barrido de los residuos? Si no cuentan, porque no ¿?
3. ¿Con que frecuencia realizan el barrido de calles? ¿Cuántas personas realizan la actividad de barrido?
4. ¿Cada que tiempo realizan la recolección de residuos?
5. ¿Existen carros apropiados para la recolección? ¿Cuántos? ¿Capacidad?
6. ¿Se hace recolección diferenciada?
7. ¿Cuánto se está generando de residuos?
8. ¿Existen contenedores en el mercado y recipientes (papeleras) en la vía pública de la parroquia?
9. ¿Cuál es el diseño y planificación del vertedero?
 - Vida útil del vertedero
 - (Estructura del área de compostaje y lumbricultura
 - El vertedero tiene geomembrana
 - Cuáles son las estructuras (planta de lixiviados) Control de lixiviados
 - Presencia de personas recicladoras
 - Celdas de bioseguridad
 - Planta de reciclaje
 - ¿Qué hacen con los residuos especiales provenientes de centros salud humana y animal y agropecuarios?

COMPONENTE SOCIAL

10. ¿El GAD municipal ha implementado campañas de educación ambiental y manejo de residuos sólidos?

COMPONENTE IMPACTOS

11. ¿El GAD Municipal ha tenido reclamos por el funcionamiento del vertedero, por olores, lixiviados o por impacto visual?
12. ¿Los trabajadores encargados del servicio de recolección reciben capacitación adecuada?

13. ¿Usted considera que la acumulación de residuos genera impactos ambientales negativos?

COMPONENTE NORMATIVA

14. ¿Existe una ordenanza que regule el manejo de residuos en el cantón?

15. ¿Cuánto cobra el municipio por el manejo de residuos?

16. ¿Existe algún tipo de multas o sanciones económica por el depósito inadecuado de los residuos sólidos? ¿Incentivos por el adecuado manejo de los residuos?

Anexo 5. Diseño de la entrevista para el estrato institucional



unl

Universidad
Nacional
de Loja



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Entrevista dirigida al rector de la institución educativa

Fecha:**Cargo:**

Estrato: Institucional

Número de estudiantes: _____

COMPONENTE MANEJO

1. ¿El colegio realiza actividades de separación de residuos que incluyan programas de incentivos para la comunidad escolar?
2. ¿Cuántos recipientes tiene la institución, donde están ubicados, cuál es su capacidad y están codificados por colores?
3. ¿La institución realiza una separación adecuada de residuos orgánicos e inorgánico?

COMPONENTE SOCIAL

4. ¿Ha recibido capacitación del GAD Municipal sobre el manejo de residuos sólidos?
5. ¿Colabora el colegio con autoridades locales u organizaciones ambientales para mejorar la gestión de residuos?
6. ¿Qué estrategias utiliza el colegio para educar a la comunidad escolar sobre la importancia del manejo adecuado de residuos?
7. ¿Qué medidas ha implementado el colegio para reducir, reutilizar y reciclar los residuos generados por todos los miembros de la institución?

COMPONENTE IMPACTO

8. ¿Cuáles son los principales impactos ambientales que generan los residuos sólidos en el entorno de la institución?

COMPONENTE NORMATIVO

9. ¿Existen normativas internas relacionadas con el manejo de residuos sólidos en el colegio? En caso afirmativo, ¿Cuáles son y como se implementan?
10. ¿La institución ha recibido sanciones por no disponer adecuadamente de los residuos?

Anexo 6. Diseño de la entrevista dirigida a los conserjes de cada institución



1859



Universidad
Nacional
de Loja



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AMBIENTAL

Entrevista dirigida a los encargados de los residuos de las instituciones educativas (conserjes)

Fecha:**Cargo:**

Estrato: Institucional

1. ¿Cuántas veces por semana realiza la recolección de residuos?
2. ¿Cuántas veces por semana realiza el barrido de las aulas, los pasillos o áreas comunes?
3. ¿Los residuos se depositan en recipientes separados o los deposita en unos solo durante la recolección?
4. ¿Cuenta con el apoyo de los alumnos para el barrido de las aulas?
5. ¿Quién se hace a cargo del manejo de los residuos sanitarios?
6. ¿Ha recibido capacitación sobre el manejo de los residuos?

Anexo 7. Diseño de la encuesta para el estrato domiciliario y comercial



unl

Universidad
Nacional
de Loja



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AMBIENTAL**

La presente encuesta se realizará con fines académico con el propósito de obtener información acerca del manejo de los residuos sólidos de parroquia Cariamanga cabecera cantonal de Calvas.

Fecha _____ N° _____

Edad _____ Género _____

Estrato _____

COMPONENTE MANEJO

¿Cuántas personas habitan en su domicilio?

.....

¿En qué deposita o almacena la basura que genera?

En botes provistos por el municipio (con) En bolsas
codificación de colores) plásticas

Botes plásticos propios Cartones
Otros

¿El municipio hace recolección de residuos?

Si No

¿Existen vehículos recolectores apropiados para la recolección de basura en la parroquia Cariamanga? ¿Cuántos?

Si No

¿Pasa el carro recolector por su vivienda? Si su respuesta es positiva pase a la pregunta 6

Si No

¿Cuántas veces se realiza la recolección de residuos?

Una vez por semana

Dos veces por semana

Mas de tres veces por semana

¿La basura recolectada es diferenciada?

Si No

¿En qué jornada se realiza la recolección?

Mañana ()

Tarde ()

¿Qué problemas detecta usted en el servicio de recolección Municipal?

No recolectan todo () No pasa el vehículo recolector ()

Horario inadecuado () Dejan caer residuos en la vía pública ()

Personal mal capacitado () Ninguno ()

¿Existen contenedores y recipientes? ¿Considera que hay suficientes contenedores y recipientes y opciones para desechar adecuadamente diferentes tipos de residuos en su entorno?

Si ()

No ()

¿El municipio realiza el barrido de calles? (Tener en cuenta que el barrido se hace únicamente en calles asfaltadas) ¿Con que frecuencia lo realizan?

Una vez por semana ()

Dos veces por semana ()

Mas de cuatro veces por semana ()

¿Sabe usted cual es la disposición final de los residuos? ¿Qué tipo?

Si ()

No ()

Vertedero () Botadero cielo abierto ()

Celda emergente () Relleno sanitario ()

COMPONENTE SOCIAL

¿Ha recibido algún tipo de capacitación por parte del GAD Municipal sobre el manejo de los residuos sólidos?

Si ()

No ()

COMPONENTE IMPACTO

¿Cuáles son los principales problemas que usted ha evidenciado por el manejo inadecuado de los residuos?

Malos olores () Afectaciones al paisaje ()

Enfermedades () Presencia de vectores (moscas, ratas) ()

Ninguno ()

COMPONENTE NORMATIVO

¿Conoce si existen Ordenanza o Normativa para el manejo de residuos en el cantón?

Si () No ()

¿Conoce usted si el municipio de Calvas genera sanciones económicas a las personas que depositan inadecuadamente los residuos?

Si () No ()

¿Ha recibido sanciones por incumplir con la adecuada disposición de residuos?

Si () No ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 8. Socialización con las autoridades competentes.





b



c



d



e

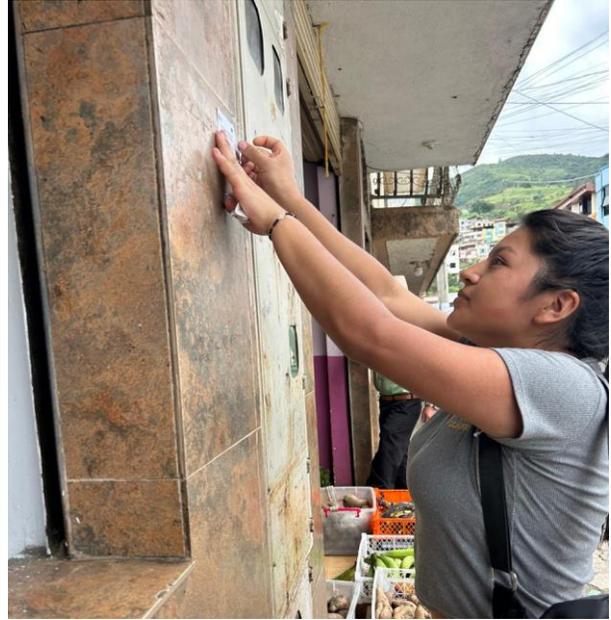


f



a) Socialización con el rector de la UEFSFG; b) Socialización con los conserjes de la UEFSFG; c) Socialización con el rector de la UESJA “La Salle”; d) Socialización con la conserje de la UESJA “La Salle”; e) Socialización con el rector de la escuela San José; f) Socialización con el conserje de la escuela San José; g) Respaldo fotográfico de la socialización.

Anexo 9. Proceso de etiquetado de los tres estratos



Anexo 10. Recolección y transporte de bolsas plásticas





Anexo 11. Pesaje de los residuos sólidos recolectados





Anexo 12. Proceso de la composición física de los residuos sólidos



Anexo 13. Mapa de la red de recolección de residuos de la ciudad de Cariamanga

Anexo 14. Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO					
Encargada:					
Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga cantón Calvas, provincia de Loja					
DIAGNÓSTICO	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES	Naturaleza de impactos +/-	Valorización Baja Media Alta
	SI	NO			
Diseño e infraestructura					
¿Existe relleno sanitario, celda emergente, vertedero controlado o botadero a cielo abierto?	X		El cantón Calvas tiene un relleno sanitario para la disposición final de los residuos, sin embargo, actualmente es un botadero	-	Baja
¿Cuentan con vías de acceso adecuados para el ingreso de vehículos de transporte de residuos?		X	Las vías son de tierra	-	Media
¿Cuentan con basculas para el pesaje de los vehículos recolectores que ingresan al relleno?		X		-	Baja
¿El relleno cuenta con material de cobertura para la compactación diaria?	X		Cuentan con poco material	-	Baja

¿Después del depósito se realiza la compactación?	X			+	Media
¿Existe una infraestructura adecuada para la recolección y tratamiento de lixiviados? Cuales (¿red de drenaje y pozo de recolección?)	X		Cuentan con pozo para la recolección, mismo que contiene una infraestructura deficiente	-	Baja
¿Realizan aprovechamiento de residuos orgánicos? ¿Cuáles?	X		Cuentan con un área para compostaje, sin embargo, no se realiza dicha actividad	-	Baja
¿Existe celdas para materiales especiales (hospitalarios)?	X		Cuentan con una celda de bioseguridad, misma que tiene una infraestructura deficiente	-	Baja
¿Cuentan con ductos o chimeneas para los gases?		X		-	Baja
¿Se lleva un registro detallado de la cantidad y tipo de residuos que ingresan al relleno sanitario?		X		-	Baja
<u>Impactos: Salud - Ambiente (agua, suelo y aire, paisaje)</u>					
¿El personal cuenta con el equipo de protección (EPP) adecuada?	X		Algunos trabajadores cuentan con el EPP	-	Media
¿Existe un plan de contingencia ante posibles eventualidades?		X		-	Baja

¿Se monitorea regularmente la calidad del agua?		X		-	Baja
¿Se monitorea regularmente la calidad del suelo?		X		-	Baja
¿Existe proliferación de vectores? ¿Cuáles?	X		Presencia de gallinazos	-	Baja
¿Existen recicladores informales?	X			-	Baja
¿Cuenta con licencia ambiental?					
¿Se realizan auditorias y revisiones periódicas de cumplimiento?		X			
¿El paisaje se ha visto afectado por el manejo inadecuado?	X		De acuerdo a la información de un trabajador, menciono que hace un tiempo existían problemas con algunos moradores cercanos al relleno sanitario	-	Baja

Anexo 15. Vías de acceso al relleno sanitario del cantón Calvas



Anexo 16. Maquinaria



Anexo 17. Impermeabilización de la celda con geomembrana



Anexo 18. Permiso para la visita técnica.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
DEL C.
INCORPORADO 27-
DIX



FECHA 27 JUN 2024
LO CERTIFICO: *[Firma]*
HORA 09:00

Loja, 27 de junio de 2024

Doctor

Jorge Montero Rodríguez

ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CALVAS

En su despacho. –

De mi consideración:

Por medio del presente, me dirijo a Usted de la manera más respetuosa y comedida y con el deseo de éxitos en sus delicadas funciones

Yo María Carolina Paz Cumbicos Cédula N° 1105248510 tesista de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja. Me dirijo respetuosamente a usted para solicitar formalmente, a través de su digno intermedio, la autorización para realizar una visita técnica al Relleno Sanitario de cantón Calvas, administrado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Calvas. La visita está programada para el día miércoles 10 de julio del 2024 a las 9H00 am, con el propósito de llevar a cabo mi Trabajo de Integración Curricular (Tesis) titulado **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja.**

La finalidad de esta visita técnica es obtener información detallada sobre las operaciones, infraestructura y procedimientos del relleno sanitario, aspectos cruciales para el desarrollo adecuado de mi investigación. Este estudio busca contribuir al análisis y mejora del manejo de residuos sólidos urbanos en la mencionada área.

Confiamos en su amable colaboración y esperamos poder contar con las facilidades en el acceso a la información.

Por la atención que se digne dar al presente, le reitero mi agradecimiento y estima personal.

Atentamente,

María Carolina Paz Cumbicos

ESTUDIANTE DEL NOVENO CICLO

C.I: 1105248510

Cel: 0987562765

Correo institucional: maría.c.paz@unl.edu.ec

[Firma manuscrita]

Anexo 19. Certificado de traducción del abstract.



Loja, 26 de febrero 2025

Magister

JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS
IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

C E R T I F I C O:

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado: **Diagnóstico y propuesta de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos generados en la parroquia urbana Cariamanga del cantón Calvas, provincia de Loja**, de autoría de María Carolina Paz Cumbicos, con cédula de ciudadanía 1105248510, de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico y autorizo hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M.Ed.

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS
IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

