



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE
RESIDUOS SÓLIDOS DEL RECINTO LA FLORIDA PARA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN**

AUTORA

DÍAZ BERMÚDEZ ANTONELLA NAYELY

TUTOR

ING. ORTEGA ORDOÑEZ CARLOS FRANCISCO M.Sc.

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL RECINTO LA FLORIDA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN**, realizado por la Srta. **DÍAZ BERMÚDEZ ANTONELLA NAYELY**; con cédula de identidad N° **0953548658** de la carrera INGENIERÍA AMBIENTAL, Campus Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Carlos Ortega Ordoñez, M.Sc.

Guayaquil, 24 de febrero del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL RECINTO LA FLORIDA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN”**, realizado por la Srta. **DÍAZ BERMÚDEZ ANTONELLA NAYELY** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Ing. Diego Arcos Jácome, M.Sc.
PRESIDENTE**

**Ing. Juan Vera Figueroa, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Carlos Ortega Ordóñez, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 12 de febrero del 2026

DEDICATORIA

A todas las personas que luchan en silencio, recordándoles que no están solos y solas, que su vida importa y que siempre hay un camino por recorrer, a quienes siguen adelante a pesar de las adversidades y a quienes, lamentablemente, no encontraron la manera de continuar. Que su memoria nos inspire a construir un mundo con más empatía, donde nadie tenga que enfrentar su dolor en soledad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la fortaleza y la oportunidad de recorrer este trayecto, guiando cada paso.

A mis padres, Paulina y Antonio, y a mis hermanos, Henry y Viviana, por ser la base de mis logros. Su esfuerzo y amor han hecho posible lo que soy, y lo que llegaré a ser.

A mis sobrinos y mi cuñada por brindarme siempre su apoyo inquebrantable.

A Luis, mi compañero de vida por ser parte de este camino, que nos lleva hacia un futuro lleno de posibilidades.

A mi tutor Ing. Carlos Ortega, por su guía, paciencia y motivación, impulsándome a no rendirme y seguir siempre adelante hasta el final.

A mis docentes, en especial al Ing. Juan Carlos Guevara, Ing. Diego Arcos, Ing. Tomás Hernández e Ing. Fanny Rodríguez, por su calidad humana quienes, más allá de la enseñanza, fueron un gran ejemplo de noble profesionalismo, guiándome con sus conocimientos y apoyo.

A mis amigos, por su compañía y palabras de aliento, por estar presentes en los momentos difíciles.

A la Cruz Roja del Guayas y a quienes la integran, por su labor invaluable, apoyo y por brindarme herramientas fundamentales.

A la comunidad en la que se ejecutó esta tesis, por su apertura y confianza.

A todos los que, de una u otra forma, formaron parte de este proceso, gracias. Este logro también es suyo.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, **DÍAZ BERMÚDEZ ANTONELLA NAYELY** en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL RECINTO LA FLORIDA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN”**, para optar el título de **INGENIERA AMBIENTAL** por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 24 de febrero del 2026

DÍAZ BERMÚDEZ ANTONELLA NAYELY
C.I. 0953548658

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo cuantificar la huella de carbono de los residuos sólidos generados en el Recinto “La Florida” mediante la aplicación del modelo WARM, con el fin de proponer un plan de gestión integral de residuos sólidos orientado a la minimización de emisiones de gases de efecto invernadero. Se realizó una caracterización física y per cápita de los residuos en 21 viviendas, determinándose una generación de 0,23 kg/hab/día per cápita. Los resultados revelaron una composición dominada por residuos de alimentos (36,87 kg), seguida de materiales reciclables como PET (5,69 kg), lo que evidenció la necesidad de implementar estrategias comunitarias de compostaje y reciclaje. La cuantificación inicial del escenario base reveló una emisión neta de 13,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. Para mitigar este impacto, se propuso y simuló un plan de gestión integral de residuos sólidos enfocado en la separación de residuos, compostaje comunitario y el reciclaje de botellas PET en el lugar de estudio. El escenario alternativo modelado con estas prácticas proyectó una huella de carbono de 1,85 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. La diferencia entre escenarios demostró una reducción absoluta de 11,92 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ demostrando la efectividad de estas estrategias y minimización de emisiones. Este logro demuestra que, incluso en contextos rurales con déficit de infraestructura, la aplicación de un PGIRS puede transformar los residuos sólidos de una fuente de emisión a una herramienta activa de mitigación climática y de promoción de la economía circular.

Palabras clave: huella de carbono, residuos sólidos, minimización, modelo WARM, implementación.

ABSTRACT

The objective of this study was to quantify the carbon footprint of solid waste generated at the La Florida campus using the WARM model, with the aim of proposing a comprehensive solid waste management plan aimed at minimizing greenhouse gas emissions. A physical and per capita characterization of waste was carried out in 21 homes, determining a generation of 0,23 kg/inhabitant/day per capita. The results revealed a composition dominated by food waste (36,87 kg), followed by recyclable materials such as PET (5,69 kg), which highlighted the need to implement community composting and recycling strategies. The initial quantification of the baseline scenario revealed net emissions of 13,78 MTCO_{2eq}. To mitigate this impact, a comprehensive solid waste management plan was proposed and simulated, focusing on waste separation, community composting, and PET bottle recycling at the study site. The alternative scenario modeled with these practices projected a carbon footprint of 1,85 MTCO_{2eq}. The difference between scenarios showed an absolute reduction of 11,92 MTCO_{2eq}, demonstrating the effectiveness of these strategies and the minimization of emissions. This achievement demonstrates that, even in rural contexts with infrastructure deficits, the implementation of a SWMP can transform solid waste from a source of emissions into an active tool for climate mitigation and the promotion of the circular economy.

Keywords: *carbon footprint, solid waste, minimization, warm model, implementation.*

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	16
1.1	Antecedentes del problema.....	16
1.2	Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.2.1	Planteamiento del problema	17
1.2.2	Formulación del problema.....	18
1.3	Justificación de la investigación.....	18
1.4	Delimitación de la investigación.....	19
1.5	Objetivo general	19
1.6	Objetivos específicos.....	19
1.7	Hipótesis.....	19
2.	MARCO TEÓRICO.....	20
2.1	Estado del arte	20
2.2	Bases científicas y teóricas de la temática	23
2.2.1	Residuo sólidos.....	23
2.2.2	Propiedades de los residuos sólidos.....	23
2.2.2.1	Propiedades físicas.....	23
2.2.2.2	Propiedades químicas.....	24
2.2.2.3	Propiedades biológicas.....	24
2.2.3	Tipos de residuos.....	24
2.2.4	Clasificación de los residuos sólidos.....	25
2.2.5	Jerarquía de los residuos sólidos.....	25
2.2.6	Gestión integral de los residuos sólidos.....	25
2.2.7	Manejo de los residuos sólidos	25
2.2.8	Etapas del manejo de residuos.....	25
2.2.9	Impactos asociados al manejo de los residuos sólidos.....	26
2.2.10	Caracterización de los residuos sólidos	27
2.2.11	Composición de los residuos sólidos	27
2.2.12	Generación Per Cápita (GPC).	28
2.2.13	Relación de los residuos y el medio ambiente	28
2.2.14	Huella de carbono.....	28
2.2.15	Gases de efecto invernadero asociados a los residuos sólidos.....	28
2.2.16	Calentamiento global	29

2.2.17	Modelo WARM	29
2.2.18	Herramienta WARM – Versión 15.....	30
2.2.19	Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)	30
2.2.20	Desarrollo de un plan de gestión integral de residuos sólidos	30
2.3	Marco legal	31
2.3.1	Constitución Política de la República del Ecuador (2008).....	31
2.3.2	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (2021).	32
2.3.3	Código Orgánico del Ambiente [COA] (2017)	33
2.3.4	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [RECOA] (2019)	34
2.3.5	Acuerdo Ministerial NO. 061 (2015).....	36
2.3.6	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841 (2014).....	37
2.3.7	Ordenanza Municipal de Salitre (2010).....	38
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1	Enfoque de la investigación.....	40
3.1.1	Tipo y alcance de la investigación	40
3.1.1.1	Investigación documental.....	40
3.1.1.2	Alcance descriptivo.	40
3.1.2	Diseño de investigación	40
3.2	Metodología.....	41
3.2.1	Variables.....	41
3.2.1.1	Variable independiente.	41
3.2.1.2	Variable dependiente.	41
3.2.2	Matriz de operacionalización de variables	41
3.2.3	Recolección de datos.....	41
3.2.3.1	Recursos.....	41
3.2.3.2	Métodos y técnicas.	42
3.2.3.2.1	Evaluación de la generación per cápita y composición física de los residuos sólidos.....	42
3.2.3.2.2	Estimación de las emisiones de GEI generadas por los residuos sólidos utilizando el modelo WARM.	44
3.2.3.2.3	Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos..	44
3.2.4	Análisis estadístico	45
4.	RESULTADOS.....	46

4.1	Evaluación de la generación per cápita y composición física de los residuos sólidos mediante un muestreo y caracterización.....	46
4.1.1	Cálculo de la muestra finita.....	46
4.1.2	Levantamiento de información mediante encuesta a los moradores ...	46
4.1.2.1	Información general de los encuestados.....	46
4.1.2.2	Manejo actual de los residuos sólidos del Recinto La Florida. ...	48
4.1.3	Caracterización de los residuos sólidos del Recinto La Florida	55
4.1.3.1	Recolección de la muestra.	55
4.1.3.2	Generación total diaria de los residuos sólidos.....	55
4.1.3.3	Cálculo de la generación per cápita	56
4.1.3.4	Densidad de los residuos sólidos.....	58
4.1.3.5	Composición física de los residuos sólidos.....	58
4.2	Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los residuos sólidos utilizando el modelo WARM	60
4.2.1	Datos de entrada	60
4.2.2	Escenario base	61
4.2.3	Escenario alternativo	62
4.2.4	Análisis del cálculo de la disminución de la huella de carbono	64
4.3	Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos orientados en la reducción de emisiones de GEI en el Recinto “La Florida”	67
4.3.1	Implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el Recinto “La Florida”	68
5.	DISCUSIÓN.....	69
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
6.1	Conclusiones	71
6.2	Recomendaciones	72
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	74
8.	ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la población encuestada por género.....	47
Figura 2. Distribución de la población encuestada por edades.	47
Figura 3. Cantidad de habitantes por hogar.	48
Figura 4. Tipo de residuos desechados.	49
Figura 5. Cantidad (kg) de residuos sólidos diarios desechados.	50
Figura 6. <i>Frecuencia de eliminación de residuos sólidos.</i>	50
Figura 7. Métodos de eliminación de los residuos sólidos.	51
Figura 8. Hogares que reciclan los residuos sólidos.	52
Figura 9. Tipo de residuos reciclados con mayor frecuencia.	52
Figura 10. Conocimiento sobre otros procesos de eliminación de residuos sólidos.	53
Figura 11. Conocimientos del impacto de los residuos en la salud.	54
Figura 12. Participación en el proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos.	55
Figura 13. Generación per cápita del recinto La Florida.....	57
Figura 14. Densidad de los RS del recinto La Florida.	58
Figura 15. Composición física de los RS del Recinto La Florida.	59
Figura 16. Variación de las emisiones entre los escenarios.....	67
Figura 17. Etapas del manejo de residuos sólidos.	92
Figura 18. Capas de un compost.	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de residuos.	24
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables independientes.	41
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables dependientes.	41
Tabla 4. Materiales, equipos, software y recursos bibliográficos.	42
Tabla 5. Género de los encuestados.	46
Tabla 6. Distribución de la población encuestada por edades.	47
Tabla 7. Número de habitantes por hogar.	48
Tabla 8. Tipos de residuos desechados.	49
Tabla 9. Cantidad (kg) de residuos sólidos diarios desechados.	49
Tabla 10. Frecuencia de eliminación de residuos sólidos.	50
Tabla 11. Métodos de eliminación de los residuos sólidos.	51
Tabla 12. Hogares que reciclan los residuos sólidos.	51
Tabla 13. Tipo de residuos reciclados con mayor frecuencia.	52
Tabla 14. Conocimiento sobre otros procesos de eliminación de residuos sólidos.	53
Tabla 15. Conocimientos del impacto de los residuos en la salud.	54
Tabla 16. Participación en el proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos.	54
Tabla 17. Pesos totales generados en los siete días de muestreo.	55
Tabla 18. Generación per cápita.	56
Tabla 19. Generación diaria, mensual y anual de residuos sólidos del recinto La Florida.	58
Tabla 20. Conversión para los datos de entrada.	60
Tabla 21. Estimación de la huella de carbono del escenario base.	62
Tabla 22. Porcentaje de recuperación y disposición del escenario alternativo. ...	63
Tabla 23. Estimación de la huella de carbono del escenario alternativo.	64
Tabla 24. Disminución de huella de carbono de los residuos sólidos.	66
Tabla 25. Temarios para charlas de sensibilización ambiental.	91
Tabla 26. Código de colores de los residuos sólidos.	92
Tabla 27. Metas e indicadores del programa de minimización y educación ambiental comunitaria.	93
Tabla 28. Programa de minimización y educación ambiental comunitaria.	94
Tabla 29. Metas e indicadores del programa de aprovechamiento y valorización.	97

Tabla 30. Programa de aprovechamiento y valorización.....	98
Tabla 31. Metas e indicadores del programa de recolección y transporte.	100
Tabla 32. Programa de recolección y transporte.....	100
Tabla 33. Metas e indicadores del programa de disposición final.	103
Tabla 34. Programa de disposición final.	103
Tabla 35. Presupuesto estimado para la implementación.	104
Tabla 36. Cronograma de implementación.	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.	80
Anexo N° 2: Mal manejo de gestión de residuos en el Recinto La Florida.	80
Anexo N° 3: Clasificación por tipo de residuos, según el modelo WARM.	81
Anexo N° 4: Encuesta a los moradores del recinto La Florida con respecto a la disposición de los RS.	82
Anexo N° 5: Mapa de los puntos de muestreo.	83
Anexo N° 6: Recolección de muestra de los residuos sólidos.	83
Anexo N° 7: Registro de peso (kg) del muestreo.	84
Anexo N° 8: Cálculo de la generación per cápita.	85
Anexo N° 9: Cálculo de la huella de carbono utilizando el modelo WARM.	86
Anexo N° 10: Plan de gestión integral de residuos sólidos para reducir los gases de efecto invernadero en el recinto La Florida.	87
Anexo N° 11: Implementación del PGIRS.	106

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El crecimiento económico y demográfico ha incrementado la generación de residuos sólidos, afectando la sostenibilidad global. En 2014, América Latina y el Caribe produjeron 541 000 toneladas diarias de residuos, proyectándose 671 000 toneladas para 2050. En Ecuador, el 36,18% de la población vive en zonas rurales, donde la generación es de 0,35 kg per cápita/día, sin embargo, la falta de infraestructura para su gestión es un problema donde aproximadamente 40 millones de personas carecen de acceso para la disposición final (Chamorro et al., 2023).

Este aumento ha generado una gran demanda en servicios básicos, incluyendo la recolección y disposición final de basura. Como resultado, la sociedad recurre a métodos inadecuados de eliminación, como el vertido en quebradas, la quema de desechos o la acumulación en espacios públicos, lo cual provoca un impacto visual negativo, afectaciones a la salud, insalubridad y la proliferación de vectores (Calderón y González, 2020).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] (2022), las zonas rurales generan alrededor de 12 510 toneladas diarias de residuos, de los cuales el 4,39% se arroja en terrenos baldíos, el 0,77% se entierra, el 1,68% se desecha en ríos o canales, y el 40,95% se quema, contaminando el aire, el suelo y el agua. La acumulación de residuos en áreas rurales no solo afecta la estética, sino que también presenta riesgos graves para el ecosistema y la salud, los desechos pueden contaminar el agua, liberar gases nocivos y atraer plagas.

Los gases generados en los vertederos LFG, resultan de la división bacteriana del carbono orgánico biodegradable contenido en los desechos, y están compuestos principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), este sector de los residuos representa la tercera fuente más significativa de emisiones de metano (Scharff y Gronert, 2015).

La creciente preocupación por el impacto ambiental de los residuos sólidos, llevó a reconocer que los residuos sólidos, ha llevado a reconocer su papel como una fuente significativa de emisiones de GEI, especialmente en países en desarrollo, esto ha impulsado la necesidad de cuantificar la huella de carbono. Esta medida, expresada en $\text{CO}_{2\text{eq}}$, permite evaluar su efecto en el cambio climático y el desarrollo de estrategias de mitigación adecuadas (Schneider y Samaniego, 2010).

En la investigación de Aristizabal y Sáchica (2001), promueve la implementación de un sistema de aprovechamiento de los residuos sólidos como estrategia para la reducción de la huella de carbono. Este enfoque considera la gestión integral de los desechos desde su generación hasta su valorización, mediante la implementación de técnicas como la reutilización, el reciclaje, la incineración con recuperación energética y el compostaje.

Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA] (2024), por sus siglas en inglés menciona que, el buen manejo de residuos reduce la vulnerabilidad de las comunidades e incluso ante un desastre natural, ya que mejora el nivel de adaptación de las comunidades ante los efectos del cambio climático, y refuerza la capacidad de recuperación de las comunidades.

Zelaya (2007), representante del Movimiento de la Cruz Roja y Media Luna Roja, advierte sobre los efectos del cambio climático en las comunidades vulnerables y su impacto en la gestión de desastres. La gestión inadecuada de residuos agrava las inundaciones, especialmente en asentamientos con drenaje insuficiente. Para abordar este problema, desarrollaron una metodología que evalúa la exposición y resiliencia de la población ante diversas amenazas. Esta herramienta permite identificar prioridades locales y proponer acciones prácticas para reducir riesgos y fortalecer la adaptación al cambio climático.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el Recinto “La Florida” no existe un sistema formal de recolección ni tratamiento de residuos sólidos. La comunidad dispone sus desechos en espacios abiertos o improvisados, donde son quemados o enterrados, generando contaminación ambiental, afectaciones a la salud y la emisión de gases de efecto invernadero. Además, los habitantes carece de información sobre la cantidad y el tipo de residuos generados, lo que dificulta la implementación de prácticas adecuadas de manejo, valorización y reducción en la fuente. La ausencia de caracterización y de estimaciones de emisiones impide planificar acciones orientadas a la mitigación del cambio climático.

Macías et al., (2018) afirma que, la gestión ineficiente de los residuos sólidos representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero. En las zonas urbanas, la elevada densidad poblacional y el incremento de la

actividad económica intensifican la generación de desechos, mientras que, en las áreas rurales, la ausencia de gestión dificulta su manejo y disposición final. Esta problemática no solo contribuye al aumento de emisiones contaminantes, sino que también impacta negativamente en la calidad del aire, agua y suelo, generando riesgos para la salud pública y la biodiversidad.

Así mismo, la falta de infraestructura para la recolección y disposición adecuada de desechos incrementa la vulnerabilidad ante desastres naturales, especialmente inundaciones ya que, favorece su acumulación en cuerpos de agua y cauces naturales, obstruyendo el drenaje y aumentando el riesgo de desbordamientos afectando la producción agrícola, la calidad del agua y la seguridad de las comunidades (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2010).

Por esta razón se plantea recolectar información para una propuesta que implementar estrategias sostenibles, mitigar la contaminación y reducir la huella de carbono generada por los residuos sólidos, promoviendo así una gestión eficiente y responsable.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo puede la implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos contribuir a mejorar el manejo de residuos y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en una zona rural?

1.3 Justificación de la investigación

Este estudio se enfoca en comprender el impacto climático de los residuos sólidos generados en el Recinto “La Florida”, mediante la cuantificación de sus emisiones con el modelo WARM. Contar con esta información es fundamental para proponer medidas de gestión integral que contribuyan a la reducción de GEI, la mejora de las condiciones ambientales y la salud comunitaria.

Al cuantificar la huella de carbono permitió generar un diagnóstico basado en datos reales donde se identificaron las principales fuentes de emisiones y diseñar estrategias de minimización adecuadas y aplicables capaz de contribuir al desarrollo de prácticas sostenibles, que no solo mitiguen el cambio climático, sino que también mejoren la gestión de residuos, promuevan la economía circular y reduzcan los riesgos de vulnerabilidad y salud de los moradores.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El área de estudio se encuentra en el cantón Salitre, parroquia General Vernaza, específicamente en la comunidad del Recinto “La Florida” (Ver anexo 1).
- **Tiempo:** El trabajo se llevó a cabo durante cuatro meses.
- **Población:** Según el INEC (2022), en el censo realizado en el año 2022 registró una población de 10 522 habitantes en la parroquia General Vernaza.

1.5 Objetivo general

Cuantificar la huella de carbono de los residuos sólidos en el Recinto “La Florida” mediante la aplicación del modelo WARM para la implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar la generación per cápita y la composición física de los residuos sólidos mediante un muestreo y caracterización.
- Estimar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los residuos sólidos utilizando el modelo WARM.
- Proponer un plan de gestión integral de residuos orientados en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el Recinto “La Florida”.

1.7 Hipótesis

La aplicación de prácticas de gestión integral de residuos sólidos reducirá un 15% de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el Recinto “La Florida”

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Gallego (2023), analizó la gestión eficiente de residuos sólidos como una estrategia clave para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la transición hacia un modelo de economía circular. En su estudio, se determinó que en el distrito de Medellín se disponían anualmente alrededor de 687 252 toneladas de residuos sólidos en el relleno sanitario La Pradera, de los cuales aproximadamente el 62,42% correspondía a material potencialmente aprovechable, evaluó el impacto ambiental de metodologías como el compostaje y las pacas biodigestoras, evidenciando su efectividad para mitigar las emisiones de GEI, se implementó el modelo de economía circular propuesto en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) 2020-2027, empleando la herramienta *Impacts Assessment Tool* del Grupo de Liderazgo Climático de Ciudades C40 para la cuantificación de las emisiones generadas por diferentes sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos. Los resultados obtenidos demostraron la viabilidad de estas estrategias, destacando su contribución en la reducción del impacto ambiental del relleno sanitario y en la consolidación de un modelo sostenible para el distrito.

En el estudio de Jarata (2022), resalta la importancia de comprender los impactos a largo plazo derivados de la inadecuada gestión de residuos. El objetivo de la investigación fue estimar la huella de carbono de los residuos orgánicos e inorgánicos generados por el supermercado "Mi Mercado" mediante la aplicación del Modelo de Reducción de Residuos (WARM). Para ello, se recolectó información detallada sobre la cantidad total de residuos generados, que, según el estudio de caracterización realizado en 2021, fue de 272 696 42 toneladas por año. El análisis abarcó más de 15 tipos de residuos clasificados según el modelo WARM, de los 60 diferentes tipos que puede analizar el modelo WARM. Los resultados indicaron una huella de carbono de 191 957 94 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ en el escenario base y de 189 464 39 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ en el escenario alternativo, lo que representó una reducción de -2 493 55 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. Esta reducción equivale a la eliminación de las emisiones de CO_2 de 529 vehículos de transporte público, el no uso de 280 584 galones de gasolina y la sustitución de 103 898 cilindros de propano. El autor destaca que el modelo WARM es una herramienta valiosa para la planificación y la toma de decisiones, contribuyendo a la consecución de los objetivos de reducción de emisiones.

En la investigación de Salazar (2022), titulada “Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de las Escuelas Primarias de Belén, Heredia, Costa Rica”, se utilizó el modelo WARM para estimar las emisiones de gases en tres centros educativos. Los resultados indicaron que la principal fuente de emisión de gases en las escuelas proviene de la generación de metano (CH_4), causada por la producción de residuos sólidos, representando el 69,58% en la Escuela España, el 70,58% en la Escuela Chávez y el 67,01% en la Escuela Zumbado. Asimismo, el manejo de aguas residuales contribuyó significativamente, alcanzando un 28,41% en la Escuela España, 28,80% en la Escuela Chávez y 27,60% en la Escuela Zumbado. En segundo lugar, se identificó la generación de CO_2 equivalente debido al consumo eléctrico, con un 1,97% en la Escuela España, 1,83% en la Escuela Chávez y 3,14% en la Escuela Zumbado. Con base en estos resultados, la investigación concluyó que las tres escuelas presentan patrones similares en las fuentes y magnitudes de emisión, recomendando mejorar la gestión de residuos sólidos, aguas residuales y el consumo.

Según Reynolds (2022), el Líbano ha enfrentado desde 2015 una grave crisis en la gestión de residuos, debido a la acumulación de desechos en vertederos improvisados, vías fluviales y el mar Mediterráneo, así como la quema indiscriminada de residuos por parte de los residentes. En 2021, la Cruz Roja Libanesa, con el apoyo de la Cruz Roja Sueca, implementó una solución para abordar esta problemática al proporcionar a cada hogar dos contenedores de compostaje de 240 litros, tierra y semillas de hortalizas, junto con orientación sobre cómo producir compost orgánico. Este sistema permitió a las familias no solo reducir los olores y los riesgos sanitarios asociados con los residuos no gestionados, sino también cultivar alimentos básicos como habas, pepinos y menta, reduciendo sus gastos de alimentación. Además, el monitoreo indicó que esta iniciativa no solo fomentó la cohesión comunitaria al involucrar a los residentes en los huertos y compartir los productos cultivados, sino que también contribuyó a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al disminuir la cantidad de residuos orgánicos enviados a los vertederos y la quema de desechos.

En el estudio de Alanís et al., (2022), realizado por un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México, abordó la aplicación de un modelo de transición circular con enfoque de ciclo de vida para promover la conciencia ecológica y las prácticas ambientales de los estudiantes de

la Licenciatura en Ciencias Ambientales durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19. El modelo, que incluyó etapas como generación, recolección, separación, compostaje y caracterización fisicoquímica de los residuos, demostró una eficiencia del 48% en el manejo de residuos, alcanzando una calidad adecuada según los estándares oficiales. Mediante encuestas sobre el manejo de residuos domésticos, se observó que el 59,4% de los participantes consideraron la experiencia como exitosa. Este enfoque de ciclo de vida subraya la importancia de implementar medidas de gestión eficaces para los residuos orgánicos, destacando cómo la economía circular puede reducir el impacto ambiental, tanto dentro como fuera de las instituciones educativas, fomentando prácticas sostenibles a largo plazo.

La investigación de Pereda (2021), identificó los métodos más eficientes para el manejo de residuos sólidos con el objetivo de mitigar la contaminación del agua, mostró que el proceso de tratamiento y eliminación de residuos sólidos alcanzó una tasa de reducción y clasificación del 52,01%, similar al porcentaje de disposición final de residuos. En cuanto a la clasificación, se obtuvo una tasa del 75,56%, mientras que el almacenamiento alcanzó un máximo del 68,30%. La valorización de los residuos fue del 41,01%, y la tasa de reutilización y disposición final de residuos alcanzó solo el 13,01%. Estos resultados destacan la importancia de implementar estrategias de prevención, control y mitigación para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos sólidos, reduciendo así la contaminación ambiental, particularmente en cuerpos de agua. La investigación concluye que es esencial la colaboración entre gobiernos, organizaciones y ciudadanos para desarrollar y ejecutar planes de manejo de residuos sólidos.

Coral et al., (2020), en el estudio titulado "Energía a partir de residuos sólidos urbanos, caso parroquia Limoncocha en la Amazonía ecuatoriana", iniciado en 2015, llevaron a cabo la determinación del poder calorífico superior (PCS) y el poder calorífico inferior (PCI) de los residuos sólidos urbanos generados en la parroquia Limoncocha. Este análisis se realizó ya que no existen programas gubernamentales específicos para el aprovechamiento de los residuos sólidos en la región amazónica de Ecuador. Los resultados de la investigación destacan la viabilidad de conformar mancomunidades que recojan los residuos sólidos de varias pequeñas y medianas localidades, generando así un volumen de residuos suficiente para que el aprovechamiento energético sea representativo y viable. Este enfoque no solo

facilita la gestión y valorización de los residuos, sino que también constituye una estrategia clave para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al promover el aprovechamiento energético de residuos orgánicos, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y al impulso de soluciones sostenibles a nivel local.

Según Thuriés et al., (2019) menciona que, en Perú se ha optado por el uso de equipos de compostaje industrial como una estrategia efectiva para la reducción de residuos orgánicos. Este enfoque se basa en experiencias previas en ciudades africanas, donde el crecimiento de la población urbana ha incrementado la demanda de alimentos, generando a su vez mayores volúmenes de residuos sólidos municipales. En estas regiones, se identificó una oportunidad para mejorar la producción agrícola mediante el uso de compostaje, reduciendo la dependencia de fertilizantes y pesticidas sintéticos importados. De esta manera, los residuos orgánicos han sido aprovechados como una fuente de fertilización natural con beneficios para la salud del suelo y la sostenibilidad agrícola.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 *Residuo sólidos*

El término "residuo sólido" se emplea para hacer referencia a aquellos que son generados en áreas circundantes, suelen originarse en residencias particulares tales como casas, apartamentos, oficinas y tiendas. Algunos ejemplos de residuos sólidos incluyen papel usado, botellas de plástico o vidrio, y envases de cartón. Por otro lado, no se consideran residuos sólidos elementos como el aceite de vehículos o el humo emitido por chimeneas (Navarrete, 2021).

2.2.2 *Propiedades de los residuos sólidos*

2.2.2.1 *Propiedades físicas.*

Estas propiedades determinan el comportamiento mecánico y estructural de los residuos sólidos, influyendo en su manejo, transporte y disposición final, son fundamentales para comprender sus características y facilitar su manejo adecuado. El conocimiento de estos atributos permite anticipar y planificar los procesos de pre-recolección, recolección y tratamiento final con fines de recuperación. Además, el análisis de sus propiedades físicas es esencial para determinar los sistemas de segregación más adecuados, especialmente en casos donde los residuos presentan riesgos ambientales significativos (Gutierrez y Rodriguez, 2023).

2.2.2.2 Propiedades químicas.

Son la determinación de la composición química y la reactividad de los residuos sólidos, estas propiedades son clave en el análisis de impacto ambiental y en la identificación de oportunidades para el reciclaje o la conversión en energía, para evaluar su potencial de contaminación y aprovechamiento energético. Para desarrollar estrategias eficaces de transformación y recuperación energética, es esencial comprender en detalle sus características fundamentales, incluyendo el análisis físico, el contenido energético, el punto de fusión de las cenizas y el análisis elemental (Boggiano, 2021).

2.2.2.3 Propiedades biológicas.

Las propiedades biológicas de los residuos sólidos están estrechamente relacionadas con su contenido de materia orgánica y las condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos. Las transformaciones biológicas, como la biodegradación y el compostaje, requieren un equilibrio adecuado de nutrientes, humedad y temperatura para facilitar la actividad bacteriana y garantizar un procesamiento eficiente de los desechos (Jeff, 2023).

2.2.3 Tipos de residuos

Tabla 1.
Tipos de residuos.

Residuos aprovechables		Residuos no aprovechables
Residuos orgánicos	Residuos inorgánicos	
-Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares).	-Papel (blanco, periódico, mixto).	-Bolsas plásticas de un solo uso.
-Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, gras, otros similares).	-Cartón (blanco liso y cartulina, marrón corrugado, mixto).	-Residuos sanitarios
-Otros orgánicos (estiércol de animales menores).	-Vidrio (transparente, otros colores, otros).	-Tecnopor (poliestireno expandido).
	-Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS, PVC).	-Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros).
	-Tetra brik (envases multicapa).	-Restos de medicamentos.
	-Metales (latas-hojalata, acero, fierro, aluminio, otros metales).	-Envolturas de snack, galletas, caramelos, entre otros.
	-Textiles (telas).	-Otros residuos no categorizados.
	-Caucho, cuero, jebe.	

Fuente: Soto y Huaman (2022)

Elaborado por: La Autora, 2026

2.2.4 Clasificación de los residuos sólidos

Flores (2011), los residuos pueden clasificarse según diversos criterios dependiendo de los objetivos de análisis:

- Según su estado físico (sólidos, líquidos y gaseosos),
- Según su peligrosidad (peligrosos, no peligrosos o inertes),
- Según su origen (sólidos urbanos, industriales, hospitalarios, etc.)
- Según su composición (orgánico o inorgánico).

2.2.5 Jerarquía de los residuos sólidos

Es un sistema que clasifica las estrategias de gestión de residuos en función de su impacto ambiental, clasificándolas desde las más favorables para el medioambiente hasta aquellas con mayor impacto ambiental (prevención, reutilización, reciclado, valorización, eliminación). Este esquema se fundamenta en el enfoque "de la cuna hasta la tumba", el cual busca transformar los modelos de gestión lineales en circulares. Por esta razón, se priorizan aquellas acciones que minimicen la generación de residuos y fomenten su valorización utilizando la menor cantidad de recursos posible (Cedeño, 2022).

2.2.6 Gestión integral de los residuos sólidos

Se refiere al uso de prácticas combinadas para manipular los residuos sólidos de manera segura y efectiva, ya que combina múltiples tecnologías y métodos, incluyendo la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje, el compostaje, la incineración y la disposición en rellenos sanitarios, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y optimizar el aprovechamiento (Ponte de Chacín, 2008).

2.2.7 Manejo de los residuos sólidos

Nájera (2012) indica que, el manejo de residuos sólidos se refiere a la gestión integral de los desechos a lo largo de su ciclo de vida, a abarcar desde su generación hasta su disposición final.

2.2.8 Etapas del manejo de residuos

Urbina y Zuñiga (2016) menciona que, los residuos sólidos se relaciona con los impactos ambientales que pueden ser generados por sus entradas y salidas, las cuales presenta como etapas de análisis de:

- **Generación:** La generación de residuos la hace cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un residuo.
- **Transporte:** Es el agente encargado de movilizar el residuo. A su vez, puede convertirse en un generador de residuos, si el transportista derrama su carga.
- **Tratamiento y disposición:** Es la aplicación de técnicas y tecnologías para el correcto tratamiento de los residuos ordinarios y especiales que minimice los impactos negativos en el ambiente y los riesgos en la salud.
- **Control y supervisión:** Este subsistema optimiza su manejo, impulsado por políticas públicas que fomentan el reciclaje y tecnologías sostenibles. Esto genera beneficios sociales y económicos, como empleo local, ahorro energético y reducción de costos ambientales.
- **Disposición final:** Es la operación final de los desechos sólidos por su manejo controlado y adecuado desde el punto de vista ambiental, según su naturaleza.

2.2.9 Impactos asociados al manejo de los residuos sólidos

En el trabajo de Yagua (2008), clasifica los impactos negativos y positivos de la siguiente manera:

Impactos negativos:

- **Enfermedades provocadas por vectores sanitarios:** existen varios vectores sanitarios de gran importancia epidemiológica cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada.
- **Contaminación de aguas:** provoca la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos del agua, además de contaminar la población que habita en estos medios.
- **Contaminación atmosférica:** el material particulado, el ruido y el olor, representan las principales causas de contaminación atmosférica.
- **Contaminación de suelos:** pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados, dejándolos inutilizados por largos periodos de tiempo.

- Problemas paisajísticos y riesgo: la acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico negativo, en algunos casos riesgos ambientales, tales como explosiones o derrumbes.
- Salud mental: existen numerosos estudios que confirman el deterioro anímico y mental

Impactos positivos:

- Conservación de recursos: el manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales.
- Reciclaje: un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente.
- Recuperación de áreas: otros de los beneficios de disponer los residuos en forma apropiada un relleno sanitario es la opción de recuperar áreas de escaso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento, acompañado de una posibilidad real de obtención de beneficios energéticos (biogás).

2.2.10 Caracterización de los residuos sólidos

La caracterización de residuos sólidos es un proceso esencial para analizar la cantidad y composición de los residuos generados en sectores específicos como el residencial, industrial o institucional, mediante un aforo. Este procedimiento permite identificar la proporción de materia orgánica, papel, vidrio y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), entre otros. Además, proporciona datos clave para proyectar el crecimiento de los residuos a lo largo del tiempo y evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, facilitando la toma de decisiones sobre su gestión, tratamiento y disposición final (Montoya, 2012).

2.2.11 Composición de los residuos sólidos

El estudio de composición de residuos permite, definir el tipo de tratamiento y/o formas de aprovechamiento que deberá emplearse para manejar los residuos sólidos ya que identifica los componentes que tienen los residuos sólidos, tales como, el valor del porcentaje de los residuos orgánicos (alimentos, excedentes de

comida), cartón, papel, madera y en general materiales inorgánicos como vidrio, plástico y metales (Flores, 2011).

2.2.12 Generación Per Cápita (GPC).

Se define como la cantidad media de residuos sólidos generado por un habitante, expresado en peso, en el transcurso de un día (kg/habitante/día) se utiliza como indicador en el manejo integral de los residuos en general. El GPC, es un índice clave para la toma de decisiones en el ámbito de planificación urbana rural, sanitaria, social, económica y ambiental (Hernández, 2013).

2.2.13 Relación de los residuos y el medio ambiente

Los residuos son el resultado directo de las actividades humanas y su volumen aumenta constantemente debido al crecimiento poblacional y a la búsqueda de satisfacer las necesidades diarias. La carencia de métodos eficientes de reciclaje y aprovechamiento que permitan reutilizar estos materiales como insumos para nuevos procesos productivos obliga a recurrir a la extracción de materia prima virgen, lo que intensifica el deterioro ambiental y acelera los efectos del cambio climático (Tamayo, 2024).

2.2.14 Huella de carbono

La Huella de Carbono es una herramienta que permite calcular la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos durante nuestras actividades individuales o grupales que no pueden dejar de realizarse, los cuales van a la atmósfera y generan el cambio climático; es una de las huellas que deja nuestro paso en el planeta y se expresa en $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. Entre los principales GEI se tienen al Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido Nitroso (N_2O) (Farroñan, 2023).

Además, incluye las emisiones equivalentes de otros gases de efecto invernadero, como el metano (CH_4), el hexafluoruro de azufre (SF_6), los perfluorocarbonos (PFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC). Los equivalentes de dióxido de carbono ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) son unidades que representan el impacto relativo de un gas en el calentamiento atmosférico, con base en su potencial de calentamiento global (Doll y Baranski, 2011).

2.2.15 Gases de efecto invernadero asociados a los residuos sólidos

El metano (CH_4) es el segundo gas de efecto invernadero (GEI) de mayor impacto generado por la actividad humana, después del dióxido de carbono (CO_2). Sus emisiones provienen de diversas fuentes, incluyendo la extracción y transporte

de carbón, gas natural y petróleo. Además, se libera durante la división de materia orgánica en vertederos de residuos sólidos. El gas de vertedero (LFG, por sus siglas en inglés) se genera a partir de la descomposición de materia orgánica en los vertederos de residuos sólidos municipales (RSU). Su composición incluye aproximadamente un 50% de metano (CH_4), un 50% de dióxido de carbono (CO_2) y una pequeña proporción de compuestos orgánicos distintos al metano. A nivel mundial, los vertederos representan la tercera mayor fuente antropogénica de emisiones de metano, contribuyendo con cerca del 11% de las emisiones mundiales (Global Methane Initiative [GMI], 2004).

2.2.16 Calentamiento global

El calentamiento global es un fenómeno que impacta la estabilidad de los sistemas climáticos a nivel global, contribuyendo al agravamiento de diversas problemáticas ambientales. Su origen se atribuye principalmente al incremento de temperaturas inducidas por actividades antrópicas, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de procesos industriales, agrícolas, ganaderos y la combustión de combustibles fósiles. Además, la gestión inadecuada de los residuos sólidos, especialmente su disposición en vertederos a cielo abierto, genera emisiones significativas de metano (CH_4), un gas con alto potencial de calentamiento (Barboza, 2013).

2.2.17 Modelo WARM

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) creó el Modelo de Reducción de Residuos (WARM) como una herramienta para que planificadores y organizaciones puedan monitorear y reportar, de manera voluntaria, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el ahorro de energía y los efectos económicos asociados a distintas estrategias de gestión de residuos, ofrece estimaciones comparativas sobre el impacto ambiental y energético de diversas prácticas de manejo de materiales, incluyendo la reducción en la fuente, el reciclaje, el compostaje, la digestión anaeróbica, la incineración y la disposición en vertederos.

El modelo estima las emisiones, las unidades de energía y los factores económicos en una amplia gama de tipos de materiales que se encuentran comúnmente en los residuos sólidos urbanos, escombros de construcción y demolición (Environmental Protection Agency [EPA], 2024).

2.2.18 Herramienta WARM – Versión 15

La versión 15 del modelo WARM está disponible como una herramienta basada en datos, desarrollada a través del software openLCA, una plataforma gratuita y de código abierto para la evaluación del ciclo de vida, creada por GreenDelta, o mediante una hoja de cálculo descargable en formato Microsoft Excel. Esta herramienta permite calcular los ahorros en emisiones de gases de efecto invernadero mediante la comparación entre un escenario de referencia (base) y escenarios alternativos de manejo de materiales. El modelo se actualiza periódicamente, incorporando nuevos materiales y metodologías donde la última actualización fue en diciembre 2023, actualmente el modelo WARM reconoce 61 tipos de materiales (Ver anexo 3) (Environmental Protection Agency [EPA], 2024).

2.2.19 Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)

El plan es un documento que establece las condiciones y medios para llevar a cabo la gestión de residuos producidos en las diferentes actividades. Este instrumento es esencial para que ciertas empresas operen conforme a la normativa ambiental, especialmente cuando producen residuos específicos como industriales, hospitalarios, peligrosos o de construcción. Aunque su estructura general es similar, cada plan se adapta al tipo de deseo a gestionar, incluyendo estimaciones de generación, estrategias de prevención, distribución de instalaciones y costos asociados a su tratamiento (Rendón, 2018).

A través de este instrumento, se desarrollan planes, programas y proyectos que permiten definir el camino para la implementación de un manejo integral y sostenible de los residuos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2023).

2.2.20 Desarrollo de un plan de gestión integral de residuos sólidos

Para el desarrollo e implementación de un plan en la gestión de residuos, es fundamental seleccionar y combinar adecuadamente tecnologías y alternativas que se adapten a las necesidades específicas del área. Este proceso implica evaluar diversas opciones en cada etapa de la gestión, desde el almacenamiento y recolección hasta el tratamiento y disposición final. La correcta planificación garantiza soluciones eficientes, considerando la ubicación y adecuación de infraestructuras clave para el manejo sostenible de los residuos (Rondón et al., 2016).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución Política de la República del Ecuador (2008)

Título II

Derechos

Capítulo II

Derechos del Buen vivir

Sección segunda: Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético el país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (pág. 13).

Título V

Capítulo IV

Organización Territorial del Estado

Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, Manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (pág.130).

Título VI

Capítulo I

Régimen de desarrollo

Principios generales

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4) Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural (pág. 89).

Título VII

Capítulo II

Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera

Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: 1) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional. 2) El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales. 3) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (pág. 119).

Sección séptima

Biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

Art. 415.- El estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías (pág. 119).

2.3.2 Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (2021).

Título I

Generalidades

Capítulo I

Objeto, Ámbito, Principios y Objetivos

Art. 1.- Objeto.- La presente Ley tiene por objeto definir las atribuciones y responsabilidades de las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público en el marco de la economía circular; establecer criterios y mecanismos específicos orientados a implementar los principios de ecodiseño, producción y consumo sostenibles, disminuir la generación de residuos, fomentar la gestión integral e inclusiva de residuos y política pública y financiamiento de la economía circular inclusiva como mecanismo de bienestar económico, la creación del empleo, el desarrollo sostenible y disminución de consumo de recursos no renovables (pág. 6).

Art. 4.- Objetivos de la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva.- 1. Establecer los mecanismos de transición de una economía lineal a una economía circular inclusiva, definiendo sus etapas, institucionalidad, responsabilidades de los actores de la producción, de los consumidores, los sistemas de gestión inclusiva y las políticas públicas y de financiamiento. 3. Definir los principios que orienten a las políticas, financiamiento, programas y proyectos en materia de gestión integral de residuos y desechos sólidos de productos prioritarios sujetos de aprovechamiento, valorización, clasificación y reciclaje. 4. Fomentar la investigación, el desarrollo económico, la generación de empleo y la innovación en los ámbitos de la economía circular inclusiva, propiciando la participación comprometida y corresponsable del sector público, privado, del sector de la economía popular y solidaria y la ciudadanía. 5. Reconocer la importancia de los recicladores de base en la economía circular inclusiva y priorizar sus actividades como generadoras de desarrollo y empleo, en condiciones de dignidad, equidad e inclusión. 6. Fomentar el aprovechamiento y valorización de residuos de productos priorizados mediante reciclaje (pág. 7).

Art. 10.- De la prevención y valorización. - Con el objetivo de garantizar la revalorización de todo residuo cuya eliminación final se pueda evitar, el Sistema Nacional de Economía Circular Inclusiva establecerá los lineamientos para la formulación de las normas técnicas nacionales para prevenir la generación de residuos y/o promover su valorización (pág. 11).

Art. 11.- Educación para la economía circular inclusiva. - La educación para la economía circular inclusiva tiene por objeto promover, desarrollar y consolidar la cultura de producción y consumo, social y ambientalmente responsable; fomentar

la revalorización de residuos y, prevenir y minimizarla generación de desechos, así como estimular la participación individual y colectiva en planes, programas y proyectos relacionados con la materia (pág. 11).

Título IV

Del consumo sostenible

Capítulo I

De los derechos y deberes de la ciudadanía

Art. 31.- Derechos de los consumidores. - En marco de la economía circular, son derechos de las personas: a) La protección de la salud y del ambiente frente a los riesgos o daños que se puedan producir durante todas las etapas del consumo. b) La participación en el proceso de elaboración de los planes, programas y proyectos de ecodiseño, reciclaje o aprovechamiento de productos de los gobiernos autónomos descentralizados. c) La formación y capacitación básica para participar activamente en el manejo apropiado de los residuos y desechos sólidos que le compete a la ciudadanía, a fin de alcanzar una cultura de consumo ambientalmente responsable (pág. 16).

2.3.3 Código Orgánico del Ambiente [COA] (2017)

Libro preliminar

Título I

Objeto, Ámbito y Fines

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines (pág. 8).

Capítulo II

Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos

Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados: 1. La Autoridad Ambiental Nacional como ente rector que dictará políticas y lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos en el país y elaborará el respectivo plan nacional. Asimismo, se encargará de la regulación y control; 2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán

conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases. 3. Los generadores de residuos, en base al principio de jerarquización, priorizarán la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos no peligrosos, así como el adecuado manejo que incluye la separación, clasificación, reciclaje y almacenamiento temporal; en base a los lineamientos establecidos en la política nacional y normas técnicas (pág. 62).

Sección 1

Gestión integral de residuos y/o Desechos sólidos no peligrosos

Art. 55.- De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos. La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de vista técnico, ambiental y socioeconómico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costo de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final (pág. 18).

Capítulo III

Gestión Integral de Residuos y Desechos Peligrosos y Especiales

Art. 238.- Responsabilidades del generador. Toda persona natural o jurídica definida como generador de residuos y desechos peligrosos y especiales, es el titular y responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final, de conformidad con el principio de jerarquización y las disposiciones de este Código. Serán responsables solidariamente, junto con las personas naturales o jurídicas contratadas por ellos para efectuar la gestión de los residuos y desechos peligrosos y especiales, en el caso de incidentes que produzcan contaminación y daño ambiental. También responderán solidariamente las personas que no realicen la verificación de la autorización administrativa y su vigencia, al momento de entregar o recibir residuos y desechos peligrosos y especiales, cuando corresponda, de conformidad con la normativa secundaria (pág. 63).

2.3.4 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente [RECOA] (2019)

Libro tercero

Calidad ambiental

Título VII

Gestión integral de residuos y desechos

Capítulo I

Disposiciones Generales

Art. 560.- Ámbito. - Se hallan sujetos al cumplimiento y aplicación de las disposiciones del presente Título, todas las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o mixtas, nacionales y extranjeras, que participen en la generación y gestión integral de residuos o desechos, sus fases y actividades afines (pág. 116).

Art. 561.- Principios. - El ejercicio de la gestión integral de residuos y desechos, además aquellos establecidos en el Código Orgánico del Ambiente, se regirá por los siguientes principios: e) Consumo de bienes y servicios con responsabilidad

ambiental y social: Implementar patrones de consumo y producción sostenible para proteger al ambiente, mejorar la calidad de vida, lograr el desarrollo sostenible y el buen vivir (pág. 116).

Art. 565.- Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán elaborar y presentar el Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios, mismo que debe ser remitido a la Autoridad Ambiental Nacional para su aprobación, control y seguimiento (pág. 117).

Capítulo III

Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Sección 2A

Servicio público de gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Art. 577.- Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos. La gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos constituye el conjunto integral de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos y desechos sólidos no peligrosos desde el punto de vista técnico, ambiental y socioeconómico (pág. 120).

Art. 578.- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos. La Autoridad Ambiental Nacional elaborará el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, las entidades competentes, sector privado, sociedad civil y academia (pág. 120).

Art. 579.- Prestación de servicio público. - El servicio público para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos deberá ser prestado por los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos bajo el modelo de gestión adoptado de conformidad con la Ley y la norma secundaria que emita la Autoridad Ambiental Nacional para el efecto (pág. 120).

Sección 3A

Generación y fases de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Art. 583.- Generación. - La generación es el acto por el cual se genera una cantidad de residuos y desechos sólidos no peligrosos, originados por una determinada fuente en un tiempo definido, generalmente medida en unidades de masa. Los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán medidas para minimizar la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos dentro de su jurisdicción (pág. 122).

Art. 586.- Fases de la gestión integral. - Las fases de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos son el conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos que incluye: a) Separación en la fuente; b) Almacenamiento temporal; c) Barrido y limpieza; d) Recolección; e) Transporte; f) Acopio y/o transferencia; g) Aprovechamiento; h) Tratamiento; y, i) Disposición final (pág. 123).

Art. 587.- Separación en la fuente. - La separación en la fuente es la actividad de seleccionar y almacenar temporalmente en su lugar de generación los diferentes residuos y desechos sólidos no peligrosos, para facilitar su posterior

almacenamiento temporal y aprovechamiento. Los residuos y desechos sólidos no peligrosos deberán ser separados en recipientes por los generadores y clasificados en orgánicos, reciclables y peligrosos; para el efecto, los municipios deberán expedir las ordenanzas municipales correspondientes. Está prohibido depositar sustancias líquidas, pastosas o viscosas, excretas, desechos peligrosos o especiales, en los recipientes destinados para la separación en la fuente de los residuos sólidos no peligrosos (pág. 123).

2.3.5 Acuerdo Ministerial NO. 061 (2015)

Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria

Que, el artículo 1 del Decreto Ejecutivo No. 849, publicado en el Registro Oficial No. 522 de 29 de agosto 2011, faculta al Ministerio del Ambiente, que, por tratarse de su ámbito de gestión, a expedir mediante Acuerdo Ministerial, las normas que estime pertinentes para sustituir el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en la Edición Especial No. 02 del Registro Oficial de 31 de marzo de 2003 (pág. 2).

Título I

Disposiciones preliminares

Art. 1.- Ámbito.- El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental. Se entiende por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación con la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza (pág. 2).

Capítulo VI

Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales

Art. 47.- Prioridad Nacional.- El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a la tutela Estatal, la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales. El interés público y la tutela estatal sobre la materia implican la asignación de la rectoría y la tutela a favor de la Autoridad Ambiental Nacional, para la emisión de las políticas sobre la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. También implica, la responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad, con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales, en todos los ámbitos de gestión, según lo definido y establecido en este Libro y en particular en este Capítulo. Complementan el régimen integral, el conjunto de políticas públicas, institucionalidad y normativa específica, aplicables a nivel nacional (pág. 15).

Art. 49.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.- Se establecen como políticas generales para la gestión integral de estos residuos y/o desechos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes: a) Manejo

integral de residuos y/o desechos; b) Responsabilidad extendida del productor y/o importador; c) Minimización de pro de residuos y/o desechos; d) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales; e) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos y/o desechos; f) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y/o desechos, considerándolos un bien económico, mediante el establecimiento de herramientas de aplicación como el principio de jerarquización (pág. 16).

Sección I

Gestión integral de residuos y/o Desechos sólidos no peligrosos

Art. 55.- De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.- La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final (pág.18).

Art. 56.- Normas técnicas.- La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la norma técnica para la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, en todas sus fases (p.18). Parágrafo VIII De la disposición final.

Art. 75.- De la disposición final.- Los rellenos sanitarios u otras alternativas técnica como disposición final, deberán cumplir lo establecido en la norma técnica emitida por la Autoridad Ambiental Nacional, de tal manera que se minimicen el impacto ambiental y los riesgos a la salud (pág. 23).

2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2841 (2014)

Esta norma establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y la recolección selectiva.

4.3 Desecho.- Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido o semisólido, resultante del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas como en industriales, comerciales, institucionales o de servicios que, por sus características y mediante fundamento técnico, no puede ser aprovechado, reutilizado o reincorporado en un proceso productivo, no tienen valor comercial y requiere tratamiento y/o disposición final adecuada (pág.1).

4.4 Desecho peligroso.- Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables (pág. 2).

4.5 Disposición final. - Es la última de las fases de gestión integral de los residuos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación de manera definitiva los desechos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados, de acuerdo a la legislación

ambiental vigente; para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud o al ambiente (pág. 2).

Los procedimientos de recolección deben ser realizados en forma segura, evitando al máximo el derrame de los residuos y no deben ocasionar que la separación previamente hecha se pierda, para lo cual los residuos deben estar empacados de manera que se evite el contacto de éstos con el entorno y las personas encargadas de la recolección (pág. 4).

2.3.7 Ordenanza Municipal de Salitre (2010)

Título I

Principios generales

Capítulo I

Objeto, ámbito, competencia y principios

Art. 1.- Objeto.- La presente Ordenanza sustitutiva establece las normas que regulan la implementación del Sistema de Gestión Integral de Desechos Sólidos que consiste en barrido y limpieza, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final, las mismas que deberán ser acatadas por los habitantes, y las entidades públicas o privadas domiciliadas en el Cantón Salitre. En forma análoga los ciudadanos que se encuentren de tránsito o de turismo por el territorio cantonal, tienen también la obligación de acatar lo contemplado en esta Ordenanza, en lo que sea pertinente (pág. 34).

Capítulo II

Del servicio y su control

Art. 6.- Del Servicio de Recolección de Desechos Sólidos. - Corresponde a la Dirección de Medio Ambiente y Servicios Públicos las siguientes atribuciones: a) Determinar, implementar y controlar las acciones que permitan contribuir a la reducción, reutilización, reciclaje y rechazo de productos que generen exceso de desechos sólidos. b) Efectuar la difusión, promoción y capacitación oportuna y permanente de esta ordenanza, de los reglamentos o resoluciones emitidos por el Gobierno Municipal, así como los requisitos y características técnicas de la prestación de los servicios de recolección de desechos. c) Fomentar e incentivar las propuestas y acciones desarrolladas por iniciativa de los ciudadanos, instituciones educativas y organizaciones sociales, relacionadas con los servicios de recolección de desechos. d) Dar solución oportuna a las demandas o reclamos presentados por los ciudadanos, relacionadas con la prestación de los servicios de recolección de desechos. e) Prestar los servicios del sistema integral de Desechos Sólidos, por administración directa, a través de una empresa pública o contratos con el sector privado, empleando métodos o procedimientos técnicos y ambientalmente seguros, en cumplimiento de la normativa legal aplicable para cada caso. f) Garantizar una efectiva prestación de los servicios de aseo en las zonas rurales del Cantón, para lo cual coordinarán permanentemente los mismos con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales. g) Cumplir y hacer cumplir la Ley, Ordenanzas y los Reglamentos vigentes que regulen la gestión integral de desechos y desechos sólidos, buscando medios de verificación que permitan determinar responsabilidades (pág. 36).

Capítulo II

De la recolección

Art. 10.- De La Recolección.- El GADMS para precautelar el ornato, la asepsia y seguridad del cantón dispondrá de vehículos de recolección de basura en toda la jurisdicción cantonal conforme la planificación interna (pág. 37).

Título IV

De los servicios y obligaciones

Capítulo I

Servicios y disposición final

Art. 17.- Prestación de servicio de recolección en zonas rurales.- El Gobierno autónomo Descentralizado del Cantón Salitre, brindará el servicio de recolección de desechos sólidos en el área rural conforme a la capacidad logística de los vehículos recolectores de desechos, la recolección de desechos en las zonas rurales se llevará a cabo considerando las diferentes vías de acceso, priorizando aquellas de fácil acceso y estableciendo planes alternativos para áreas más remotas. Se implementarán medidas especiales para garantizar la recolección en temporadas de condiciones climáticas adversas. Además, la Dirección de Ambiente y Servicios Públicos llevará a cabo campañas de socialización en los sectores o zonas beneficiarias de este sistema de recolección especial. Estas campañas tendrán como objetivo informar a la comunidad sobre el servicio proporcionado y fomentar prácticas adecuadas para el cuidado y conservación de los contenedores o recipientes designados para el depósito de los desechos. Estas iniciativas educativas buscarán promover entre los residentes el conocimiento sobre el manejo correcto de los contenedores, destacando la importancia de preservarlos en buen estado para asegurar su durabilidad y eficacia en la recolección de desechos. Asimismo, se enfocarán en incentivar comportamientos responsables para el mantenimiento de la limpieza en estas áreas de difícil acceso, promoviendo así un entorno más saludable y limpio para la comunidad (pág. 40).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación fue de tipo mixto, ya que integró los métodos cuantitativos y cualitativos para analizar de manera integral la gestión de residuos sólidos en el Recinto “La Florida”. En la parte cuantitativa, se realizó la recopilación y análisis de datos numéricos para determinar la generación per cápita, la composición física de los residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero aplicando el modelo WARM en su versión 15.

En el enfoque cualitativo, se aplicó encuestas estructuradas, dirigidas a los habitantes de la comunidad con el fin de conocer sus prácticas, percepciones y dificultades relacionadas con la gestión de residuos sólidos. La integración de ambos enfoques permitió comprender no solo el comportamiento físico de los residuos, sino también las dinámicas sociales que influyen en su generación y manejo, lo que facilitó el diseño de un plan de gestión acorde al contexto local.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

3.1.1.1 Investigación documental.

La investigación documental se desarrolló mediante la recopilación y análisis exhaustivo de información proveniente de estudios científicos, informes técnicos y publicaciones especializadas. Este proceso permitió establecer un marco teórico sólido que sirvió para contextualizar y analizar las investigaciones previas sobre la cuantificación de la huella de carbono derivada de la gestión ineficiente de los residuos sólidos. Los datos recopilados aportaron un fundamento técnico y metodológico para el diseño de estrategias de mitigación, enfocadas en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

3.1.1.2 Alcance descriptivo.

El alcance descriptivo de la investigación se enfocó en caracterizar los tipos y cantidades de residuos generados en la comunidad, así como en analizar sus prácticas actuales de manejo. A partir de esta descripción, se identificaron las principales fuentes de emisiones y las oportunidades de mejora en la gestión local.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación no presenta un diseño no experimental, dado que no se manipularon variables, sino que se evaluaron las condiciones actuales del sistema de gestión de residuos. Para ello, se aplicó técnicas de muestreo recomendadas

por el CEPIS, se midió la generación per cápita y se procesó los datos en el modelo WARM para estimar las emisiones bajo diferentes escenarios de gestión (base y alternativo).

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente.

- Tipo de residuos sólidos (orgánicos, plásticos, metales, entre otros).
- Peso de los residuos sólidos (kg).

3.2.1.2 Variable dependiente.

- Emisiones de gases de efecto invernadero, estimadas mediante el modelo WARM (CO_{2eq}).

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2.

Matriz de operacionalización de variables independientes.

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Tipo de residuos sólidos.	Cualitativa	Nominal	Clasificación del residuo generado (orgánicos, plásticos, metales, etc.).
Peso de los residuos sólidos.	Cuantitativa	Intervalo	Cantidad de residuos generados (kg).

Elaborado por: La Autora, 2026.

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de variables dependientes.

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Emisiones de gases de efecto invernadero mediante el modelo WARM.	Cuantitativa	Intervalo	Cantidad de CO ₂ emitidos (CO _{2eq}).

Elaborado por: La Autora, 2026.

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1 Recursos.

La presente investigación se fundamentó en el uso de diversos recursos que sustentan el análisis y la argumentación. A continuación, se presenta una tabla que detalla y clasifica los recursos principales que fueron consultados y aplicados a lo largo del desarrollo.

Tabla 4.***Materiales, equipos, software y recursos bibliográficos.***

Materiales	Equipos	Software	Recursos bibliográficos
Fundas plásticas, guantes de nitrilo, mascarillas, esferos, libreta de campo.	Laptop, celular con cámara, balanza digital, calculadora.	Microsoft Office (Word y Excel), Modelo WARM V.15, QGIS	Artículos científicos, Centro de información Agraria de la Universidad Agraria del Ecuador (UAE), Normas y decretos vigentes.

Elaborado por: La Autora, 2026

3.2.3.2 Métodos y técnicas.

La selección del método y la técnica que se aplicó en este estudio corresponde a un muestreo no probabilístico, debido a que la selección de los puntos de generación dependió de la disponibilidad de las viviendas y de la accesibilidad propia del Recinto La Florida. Para garantizar uniformidad en la obtención de los datos, se empleó un muestreo sistemático temporal, estableciendo días definidos (7 días) para la recolección de residuos. La caracterización física se realizó mediante la técnica de cuarteo, que permitió homogenizar la muestra y obtener una fracción representativa para el análisis de la composición de los residuos.

3.2.3.2.1 Evaluación de la generación per cápita y composición física de los residuos sólidos.

Se aplicó la metodología directa recomendada por el Centro Panamericano de Salud Ambiental [CEPIS], según las directrices establecidas en las Hojas de divulgación técnica - HDT N° 97 - ISSN 0718 – 378X (Ortega, 2017).

Para el cálculo de la muestra finita y determinar el número de viviendas a muestrear se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} Npq}{pqZ^2_{\alpha/2} + (N - 1)e^2} \quad Ec (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la población.

N = Población o universo (53 familias).

$Z_{\alpha/2}$ = Nivel de confianza (75% 1,15).

p = Probabilidad a favor (0,5).

q = Probabilidad en contra (0,5).

e = Error de estimación muestral (0,10 para $\pm 10\%$).

Dado el carácter exploratorio y las condiciones operativas del estudio en el Recinto “La Florida”, se adoptó un nivel de confianza del 75% y un error muestral del 10% esta elección responde a las limitaciones prácticas y metodológicas propias del contexto rural ya que la población es pequeña y relativamente homogénea en hábitos de generación de residuos y restricciones logísticas para la toma de datos en terreno.

Para la generación per cápita se analizó el peso total de los residuos generados, dividido entre el número de habitantes evaluados y los días de recolección, el resultado obtenido permitió estimar la generación total diaria de residuos sólidos, mediante la siguiente formula:

$$GPC = \frac{Wt}{N \text{ hab} * \text{días de almacenamiento de R.S}} = \frac{kg}{\text{hab/día}} \quad Ec (2)$$

Donde:

GPC = Generación per cápita.

Wt = Peso total de los residuos sólidos aforados.

N hab = Número de habitantes por vivienda.

Según CEPIS/OPS (2005) la densidad o peso específico de los residuos es la masa por unidad de volumen de los residuos (kg/m^3), para estimar el volumen, se utilizó un recipiente cilíndrico de 100 litros como depósito estándar. Se pesó el recipiente vacío y se calculó su volumen considerando su altura y diámetro mediante la fórmula correspondiente:

$$v = 0,7854 * d^2 * h \quad Ec (3)$$

Donde:

0,7854 = (Constante)

d = Diámetro

h = Altura

Seguidamente, se pesó el recipiente lleno para determinar, por diferencia, el peso de los residuos. Posteriormente, este valor se dividió entre el volumen del recipiente, obteniendo así la densidad mediante la fórmula:

$$Ec (4)$$

$$Densidad = \frac{Peso\ del\ residuo\ (kg)}{Volúmen\ de\ la\ basura\ (m^3)}$$

Para la composición física de los residuos sólidos se dividió la muestra y se clasificó según las categorías reconocidas por el modelo WARM (Ver anexo 3), posteriormente se calculó su porcentaje utilizando la fórmula:

$$\% \text{ composición} = \frac{kg \text{ por tipo de residuo}}{kg \text{ promedio de residuos resolectados}} * 100 \quad Ec (5)$$

3.2.3.2.2 Estimación de las emisiones de GEI generadas por los residuos sólidos utilizando el modelo WARM.

Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, se empleó el modelo WARM versión 15 desarrollada con el software openLCA. El proceso se realizó en tres etapas:

Preparación de datos: Los residuos caracterizados en el Objetivo 1 fueron convertidos de kilogramos a toneladas métricas por año y posteriormente a toneladas cortas por año, como lo exige el modelo.

Escenario base: Se modeló la situación actual del Recinto “La Florida”, donde el 100 % de los residuos se deposita en botadero o relleno, sin separación ni procesos de aprovechamiento.

Escenario alternativo: Los porcentajes de disminución para los residuos reciclables y orgánicos se establecieron mediante una revisión bibliográfica de casos de estudio donde se han aplicado estrategias similares (reciclaje utilitario, separación en la fuente y compostaje), demostrando reducciones reales y cuantificables.

Estos porcentajes fundamentados fueron aplicados en el modelo WARM para simular un manejo mejorado y proyectar la reducción potencial de emisiones.

Finalmente, la diferencia entre ambos escenarios permitió cuantificar la disminución total de la huella de carbono, mediante la siguiente formula:

$$Reducción\ absoluta\ (TMC O_{2eq}) = Escenario\ Base - Escenario\ alternativo \quad Ec (6)$$

3.2.3.2.3 Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos

Con los resultados obtenidos en el modelo WARM, se elaboró una propuesta de gestión orientada a reducir las emisiones de GEI ocasionadas por los residuos

sólidos. Las metas e indicadores del plan se construyeron utilizando los mismos porcentajes de reducción empleados en el escenario alternativo, garantizando coherencia entre lo modelado y lo propuesto. El plan se estructuró en cuatro componentes principales:

- Prevención y minimización
- Recuperación y valorización
- Recolección y transporte
- Disposición final

Cada componente incluyó un programa específico diseñado con base en las necesidades identificadas durante el diagnóstico comunitario y en los resultados obtenidos del modelo WARM.

3.2.4 *Análisis estadístico*

Según Quimis et al., (2020) las medidas de tendencia central son conjuntos estadísticos que tiene como fin resumir cantidades numéricas llanadas parámetros estadísticos. Para analizar la generación de residuos en la zona de estudio se aplicó:

Media aritmética o promedio: Es la suma de datos dividido entre el número total de datos, mediante la siguiente formula:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad Ec (7)$$

Dónde:

$\bar{x}$ = Promedio de los datos

Σ = Signo de sumatoria.

xi = Suma de los datos

n = Número de datos

Mediana: Es el valor de la variable que ocupa la posición central cuando un conjunto de datos se ordena de menor a mayor, si existe dos números en medio, la mediana es la media de los dos números.

$$Me = \frac{N + 1}{2} \quad Ec (8)$$

Dónde:

N =Número de datos

Moda: Es el valor del conjunto de datos que más se repite.

4. RESULTADOS

4.1 Evaluación de la generación per cápita y composición física de los residuos sólidos mediante un muestreo y caracterización

El presente apartado se fundamenta en la recolección de datos a través de la metodología directa recomendada por el Centro Panamericano de Salud Ambiental (CEPIS), siguiendo las directrices técnicas propuestas en la Hoja de Divulgación Técnica N°97.

4.1.1 Cálculo de la muestra finita

Tomando en cuenta los criterios estadísticos, se definió el tamaño final de la muestra a evaluar.

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} Npq}{pqZ^2_{\alpha/2} + (N-1)e^2} = \frac{1,15^2(53)(0,5)(0,5)}{(0,5)(0,5)(1,15^2) + (53-1)(0,10)^2} \quad Ec (9)$$

$$n = 20,57 \text{ viviendas}$$

El resultado del cálculo de la muestra finita redondeado determinó un total de 21 viviendas a muestrear, considerando un representante por cada una.

4.1.2 Levantamiento de información mediante encuesta a los moradores

Para la recolección de información a través de las encuestas, se diseñó un cuestionario compuesto por 12 preguntas (Ver anexo 4). Estas fueron diseñadas con el propósito de recopilar datos relevantes sobre la gestión de residuos sólidos en la comunidad, permitiendo analizar patrones de generación, disposición y percepción de los habitantes respecto al manejo de los desechos.

4.1.2.1 Información general de los encuestados.

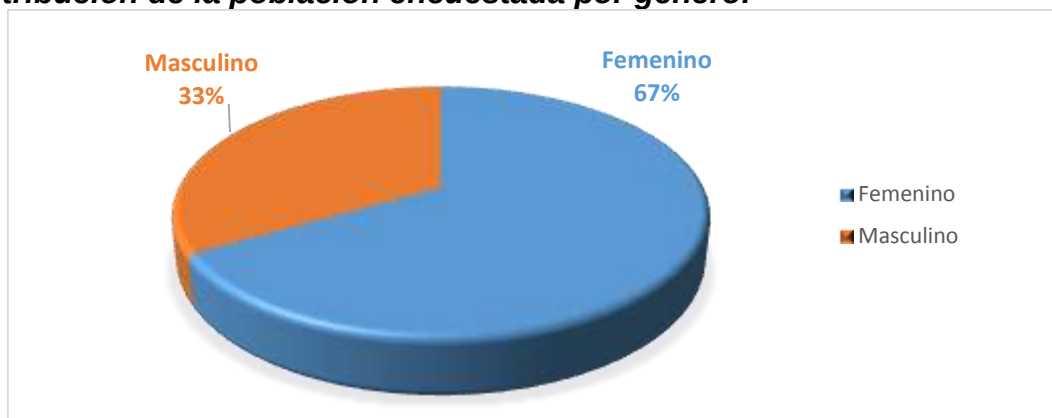
En la figura 1 se muestra la distribución de la población encuestada, destacándose que el 67% corresponde al género femenino, mientras que el 33% pertenece al género masculino, evidenciando una mayor representación de mujeres en la participación del proyecto.

Tabla 5.
Género de los encuestados.

Género	Frecuencia	Porcentaje %
Femenino	14	33
Masculino	7	67
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 1.
Distribución de la población encuestada por género.



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 2 muestra la distribución por grupos etarios de las personas encuestadas, destacando una participación predominante del 71% en el grupo de 41-50 años. A continuación, se encuentran los grupos de 31-40 años y 51-60 años, con un 10% de participación cada uno. En menor proporción, se observa la participación de las personas entre 25-30 años, lo que sugiere que el grupo de mayor edad fue el más interesado o disponible para participar en el proyecto.

Tabla 6.
Distribución de la población encuestada por edades.

Edades	Frecuencia	Porcentaje %
25 – 30 años	2	9
31 – 40 años	2	10
41 – 50 años	15	71
51 – 60 años	2	10
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 2.
Distribución de la población encuestada por edades.



Elaborado por: La Autora, 2026

4.1.2.2 Manejo actual de los residuos sólidos del Recinto La Florida.

En la figura 3 se presenta la cantidad de habitantes por hogar, donde se observa que las viviendas con dos y cuatro habitantes son las más frecuentes, representando aproximadamente el 38% de la población. Les siguen los hogares con tres habitantes con un 14%, mientras que los hogares con un solo habitante son menos comunes, alcanzando el 10%, y un 0% representando que no posee integrantes de 5 o más personas.

Tabla 7.

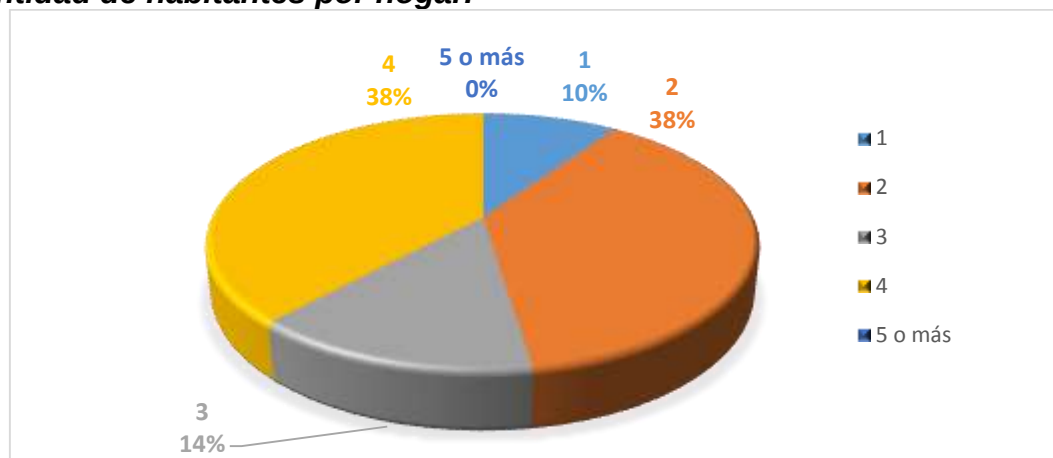
Número de habitantes por hogar.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
1	2	10
2	8	38
3	3	14
4	8	38
5 o más	0	0
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 3.

Cantidad de habitantes por hogar.



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 4 se muestra la cantidad diaria de residuos sólidos generados por la población del Recinto La Florida. Los resultados indican que la mayoría de los habitantes, un 43%, desecha restos de alimentos, mientras que el 33% corresponde a otros tipos de desechos tales como papel higiénico, pañales etc., un 24% indica que desecha plásticos y el 0% a latas y vidrios, evidenciando una mayor generación de residuos orgánicos en comparación con los inorgánicos.

Tabla 8.
Tipos de residuos desechados.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
Restos de alimentos	9	43
Plástico	5	24
Papel	0	0
Latas	0	0
Vidrio	0	0
Otros (papel higiénico, pañales, etc.)	7	33
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 4.
Tipo de residuos desechados.



Elaborado por: La Autora, 2026

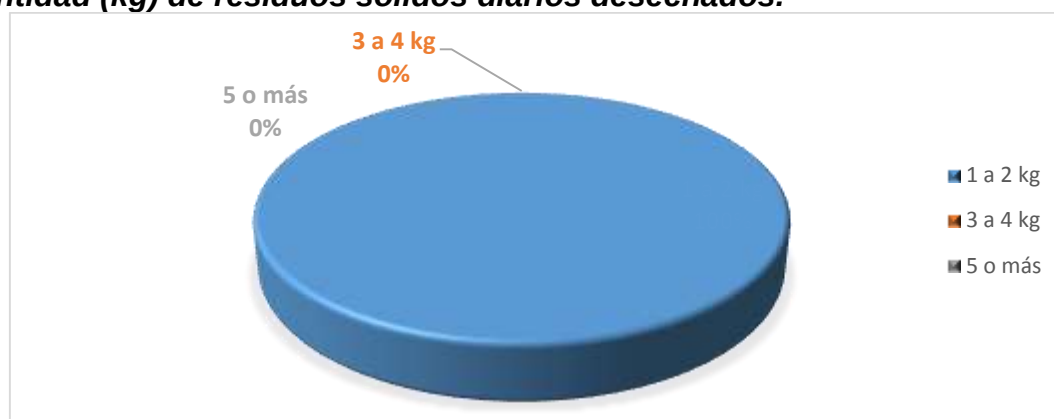
En la figura 5 se muestra la cantidad diaria de residuos sólidos desechados por la población del Recinto La Florida. La mayoría de los habitantes, representa que el 100% de la población genera entre 1 y 2 kg de residuos al día, mientras que el 0% estima no producir más de 3 kg.

Tabla 9.
Cantidad (kg) de residuos sólidos diarios desechados.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
1 a 2 kg	21	85
3 a 4 kg	0	0
5 o más kg	0	0
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 5.
Cantidad (kg) de residuos sólidos diarios desechados.



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 6 muestra la frecuencia con la que la comunidad realiza los métodos de eliminación de residuos sólidos. Se destaca que la mayoría de las personas, un 90%, lleva a cabo estas prácticas una vez por semana, un 10% que lo hace dos veces por semana independientemente de la cantidad de residuos sólidos generada y un 0% no desecha más de 3 veces a la semana.

Tabla 10.
Frecuencia de eliminación de residuos sólidos.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
1 vez por semana	19	90
2 vez por semana	2	10
3 o más veces por semana	0	0
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 6.
Frecuencia de eliminación de residuos sólidos.



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 7 se ilustra los métodos empleados por la comunidad para la eliminación de los residuos sólidos generados en sus hogares. Ante la ausencia de un sistema de gestión de residuos y de un servicio de recolección, el 86% de los habitantes opta por quemarlos, el 14% los arroja al río sin realizar ningún tipo de limpieza o tratamiento.

Tabla 11.
Métodos de eliminación de los residuos sólidos.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
Quemarlos	18	86
Tirarlos al río	3	14
Enterrarlos	0	0
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 7.
Métodos de eliminación de los residuos sólidos.



Elaborado por: La Autora, 2026

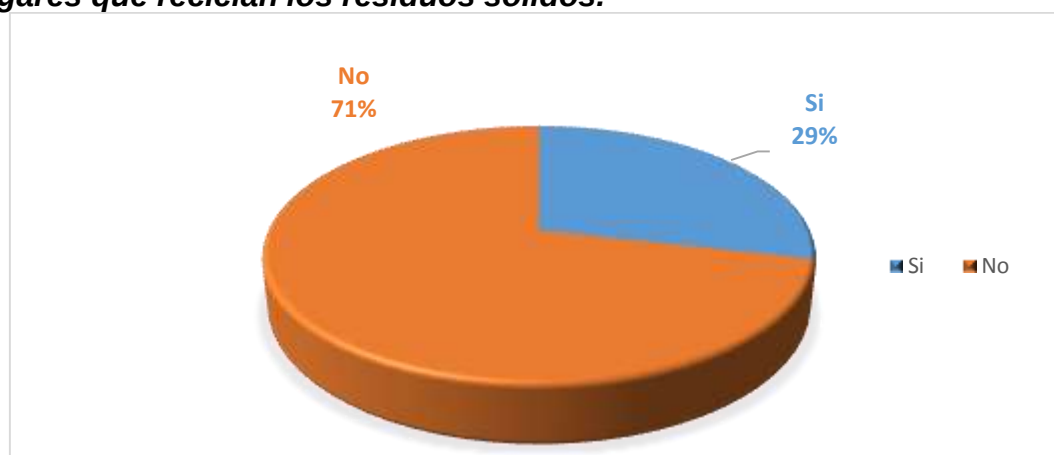
La figura 8 refleja el porcentaje de hogares que practican el reciclaje, se evidencia que el 71% de los hogares no realiza ningún tipo de reciclaje, principalmente debido a la falta de conocimientos sobre la importancia de esta práctica. En contraste, el 29% de los hogares sí lleva a cabo actividades de reciclaje, lo que representa un sector comprometidos con la reducción, aunque minoritario en comparación con el resto de la comunidad.

Tabla 12.
Hogares que reciclan los residuos sólidos.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
Sí	6	29
No	15	71
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 8.
Hogares que reciclan los residuos sólidos.



Elaborado por: La Autora, 2026

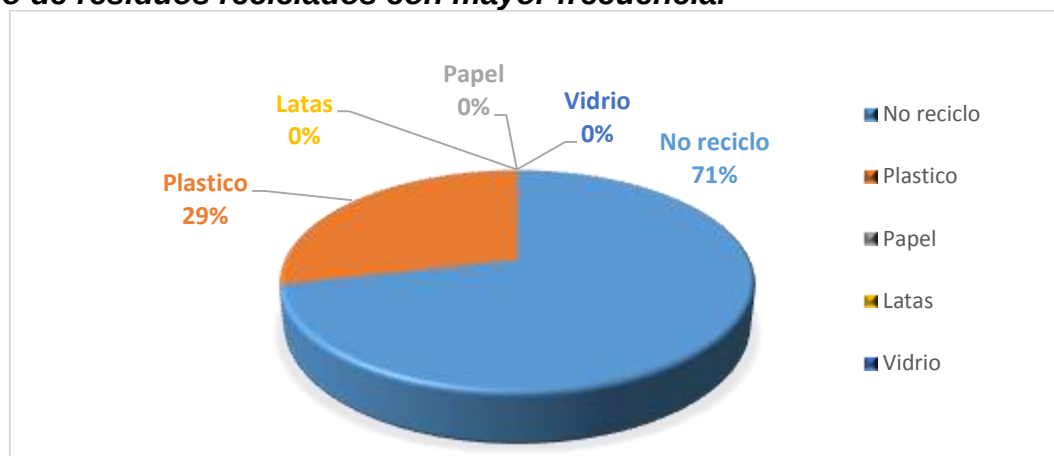
En la figura 9 se muestra los residuos sólidos reciclados con mayor frecuencia, donde se observa que el plástico es el material más reciclado, con un 29% y un 71% de la población que no recicla ningún tipo de residuo, lo que indica la falta de práctica del reciclaje y resalta la importancia del reciclaje.

Tabla 13.
Tipo de residuos reciclados con mayor frecuencia.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
No reciclo	15	71
Plástico	6	29
Papel	0	0
Latas	0	0
Vidrio	0	5
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 9.
Tipo de residuos reciclados con mayor frecuencia.



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 10 muestra el porcentaje de personas que poseen conocimientos sobre otros procesos de eliminación de residuos sólidos. Los datos revelan que el 100% de los hogares desconoce métodos alternativos para tratar los residuos, lo que evidenció una significativa falta de información y capacitación en esta área, lo que representó importancia de implementar programas educativos y de divulgación que promuevan prácticas más sostenibles y eficientes en la gestión de residuos sólidos dentro de la comunidad.

Tabla 14.

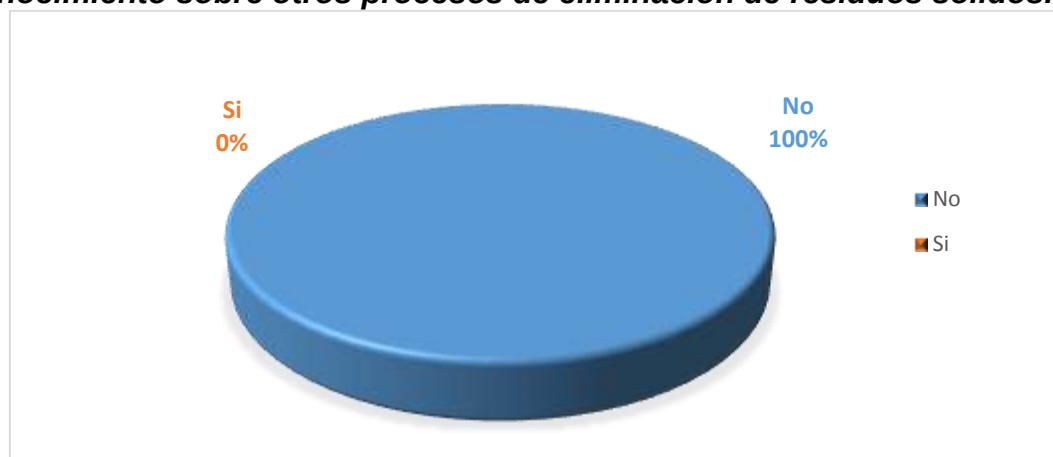
Conocimiento sobre otros procesos de eliminación de residuos sólidos.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
Sí	0	0
No	21	100
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 10.

Conocimiento sobre otros procesos de eliminación de residuos sólidos.

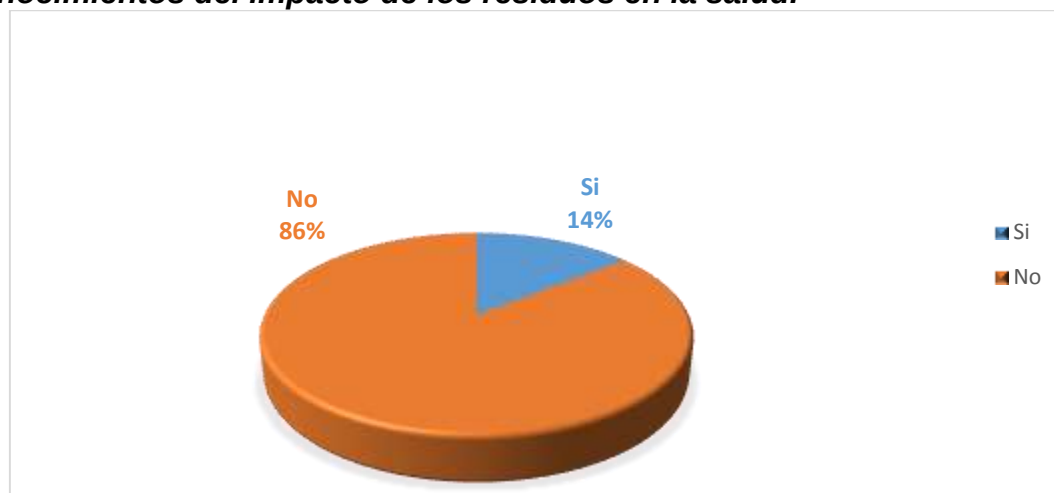


Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 11 muestra el porcentaje de personas que tienen conocimiento sobre el impacto de los residuos en la salud. Los datos evidencian que el 86% de la población desconoce este tema, lo que pone de manifiesto la falta de capacitaciones y programas de concientización en la comunidad. En contraste, solo el 14% de los encuestados tiene algún grado de conocimiento al respecto, lo que resalta la necesidad de impulsar iniciativas educativas que promuevan una mayor comprensión de las implicaciones de los residuos en la salud.

Tabla 15.***Conocimientos del impacto de los residuos en la salud.***

Opciones	Frecuencia	Porcentaje %
Sí	3	14
No	18	86
Total	21	100

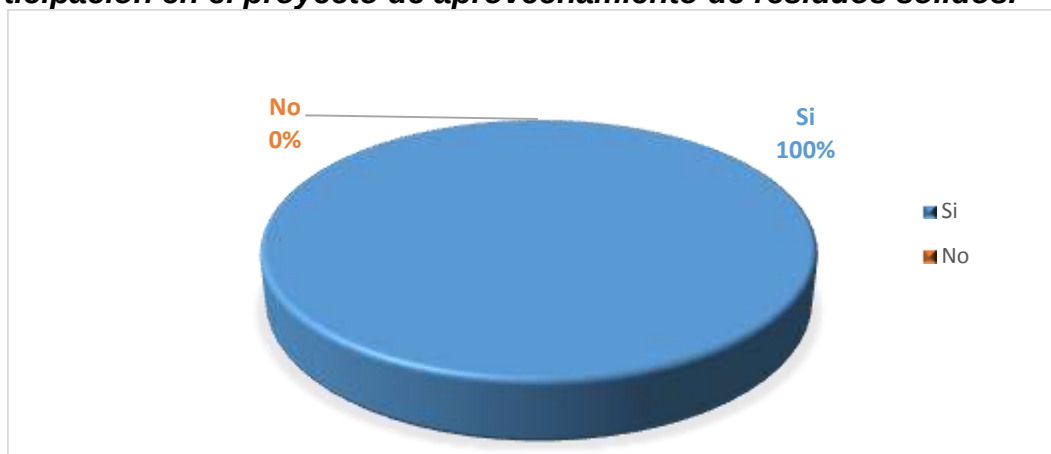
Elaborado por: La Autora, 2026**Figura 11.*****Conocimientos del impacto de los residuos en la salud.*****Elaborado por:** La Autora, 2026

La figura 12 presenta la disposición de las personas para participar en un proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos, destacando que el 100% de los encuestados manifestó interés en formar parte de esta iniciativa. Este resultado evidencia una actitud positiva y proactiva por parte de la comunidad, además del nivel de compromiso es una oportunidad valiosa para desarrollar proyectos colaborativos que promuevan el aprovechamiento de los residuos sólidos.

Tabla 16.***Participación en el proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos.***

Habitantes	Frecuencia	Porcentaje %
Sí	21	100
No	0	0
Total	21	100

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 12.***Participación en el proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos.*****Elaborado por:** La Autora, 2026**4.1.3 Caracterización de los residuos sólidos del Recinto La Florida****4.1.3.1 Recolección de la muestra.**

La recolección de la muestra se efectuó durante siete días, además se procedió a entregar bolsas plásticas transparentes en las 21 viviendas seleccionadas, con el objetivo de garantizar la caracterización de los residuos sólidos generados y la obtención de datos cuantificables (Ver anexo 5).

4.1.3.2 Generación total diaria de los residuos sólidos.

La Tabla 17 muestra los pesos totales de residuos sólidos generados durante siete días de muestreo, diferenciando entre residuos orgánicos e inorgánicos donde se observa que la mayor proporción corresponde a residuos orgánicos. En total, se registró una generación de 93,88 kg de residuos, con un promedio diario de 13,41 kg.

Tabla 17.***Pesos totales generados en los siete días de muestreo.***

Día	Residuos orgánicos (kg)	Residuos inorgánicos (kg)	Total (kg)
1	11,48	1,12	12,59
2	10,96	0,65	11,61
3	10,06	1,06	11,12
4	14,59	1,24	15,83
5	12,75	0,98	13,73
6	12,99	0,94	13,93
7	12,10	2,97	15,07
Total	84,93	8,95	93,88
Promedio			13,41

Elaborado por: La Autora, 2026

Los resultados muestran dos medidas de tendencia central aplicadas a la generación total diaria de residuos sólidos:

- **Media:** Se determinó un promedio de 13,41 kg/día, lo que representa la cantidad estimada de residuos generados diariamente en la comunidad.
- **Mediana:** Con un valor de 13,73 kg/día, esta medida indica que la mitad de los días presentan una generación de residuos igual o inferior a este valor, con un rango de variación entre 11,12 kg y 15,83 kg.
- **Moda:** No se identificó un valor modal, lo cual indica una distribución relativamente uniforme de los datos sin una tendencia marcada.

4.1.3.3 Cálculo de la generación per cápita

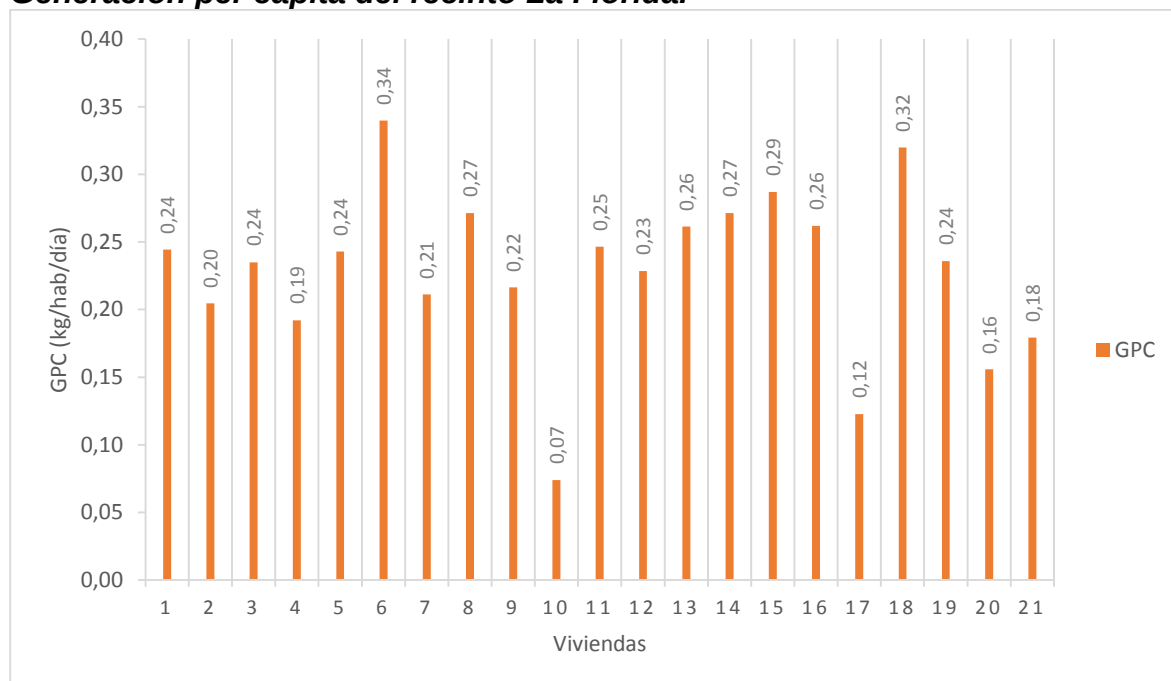
Se calculó dividiendo la cantidad total de residuos generados entre el número de habitantes evaluados. Este indicador permitió estimar la producción individual de desechos dentro de la comunidad. La figura 18 muestra que, la GPC varía entre 0,07 kg/hab/día y 0,34 kg/hab/día, con un promedio total de 0,23 kg/hab/día. Estas diferencias pueden estar relacionadas con el tamaño del hogar, los hábitos de consumo y la gestión de residuos en cada vivienda.

Tabla 18.
Generación per cápita.

N° Casas	N° integrantes por familia	Total días	Peso (kg)	GPC (kg/hab/día)
1	1	7	1,71	0,24
2	3	7	4,30	0,20
3	2	7	3,29	0,24
4	2	7	2,69	0,19
5	2	7	3,40	0,24
6	4	7	9,51	0,34
7	3	7	4,43	0,21
8	2	7	3,80	0,27
9	2	7	3,03	0,22
10	4	7	2,07	0,07
11	2	7	3,45	0,25
12	2	7	3,20	0,23
13	1	7	1,83	0,26
14	4	7	7,60	0,27
15	4	7	8,04	0,29
16	4	7	7,34	0,26
17	4	7	3,43	0,12
18	4	7	8,95	0,32
19	3	7	4,95	0,24
20	4	7	4,36	0,16
21	2	7	2,51	0,18
Total			93,88	4,80
Promedio total			13,41	0,23

Elaborado por: La Autora, 2026

Figura 13.
Generación per cápita del recinto La Florida.



Elaborado por: La Autora, 2026

Los resultados obtenidos reflejan las siguientes medidas de tendencia central:

- **Media:** La generación promedio de residuos sólidos en la comunidad es de 0,23 kg/hab/día, lo que proporciona un estimador representativo del comportamiento general de los hogares.
- **Mediana:** Con un valor de 0,24 kg/hab/día, indica que la mitad de los hogares genera residuos en cantidades iguales o inferiores a este valor.
- **Moda:** Corresponde a 0,24 kg/hab/día, lo que indica una tendencia predominante en la generación de residuos per cápita.

En la Tabla 19 se presentan las estimaciones de la generación de residuos sólidos para distintos períodos de tiempo. Según el censo realizado por el comité de la asociación, el recinto La Florida cuenta con una población de 131 habitantes, multiplicado por el promedio total de la GPC (0,23kg/día).

La producción diaria de residuos sólidos se estima en 0,030 toneladas (30,13 kg/día). A nivel mensual, esta cantidad asciende a 0,904 toneladas (903,90 kg/mes), mientras que la proyección anual indica una generación aproximada de 10,99 toneladas de residuos sólidos, considerando un promedio de 4,47 kg por vivienda en un periodo semanal.

Tabla 19.**Generación diaria, mensual y anual de residuos sólidos del recinto La Florida.**

Variable	2025
Promedio diario (ton/día)	0,030
Promedio mensual (ton/mes)	0,904
Promedio anual (ton/año)	10,99

Elaborado por: La Autora, 2026**4.1.3.4 Densidad de los residuos sólidos.**

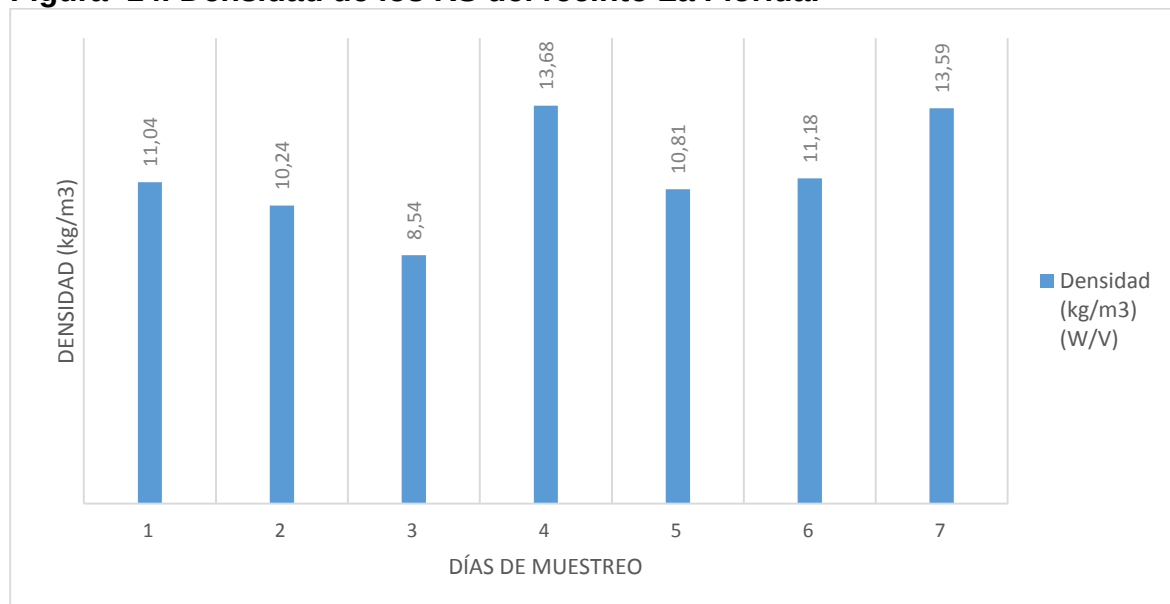
Aplicando la fórmula, el volumen del recipiente utilizado fue:

Ec (10)

$$v = 0,7854 * (0,92)^2 * 1,20$$

$$v = 0,79772 \text{ m}^3$$

Con base en los datos recolectados durante el período de muestreo y mediante la aplicación del cálculo correspondiente derivado al volumen, se determinó que la densidad promedio de los residuos sólidos generados en el Recinto La Florida es de 11,30 kg/m³. Este valor representa la relación entre la masa y el volumen de los residuos, y es un indicador fundamental para dimensionar sistemas de almacenamiento, recolección y transporte de residuos.

Figura 14. Densidad de los RS del recinto La Florida.**Elaborado por:** La Autora, 2026**4.1.3.5 Composición física de los residuos sólidos.**

La clasificación de la composición física de los residuos se realizó conforme a la estructura del modelo WARM, versión 15. La Figura 15 muestra la composición física de los residuos sólidos generados en el recinto La Florida, donde la fracción

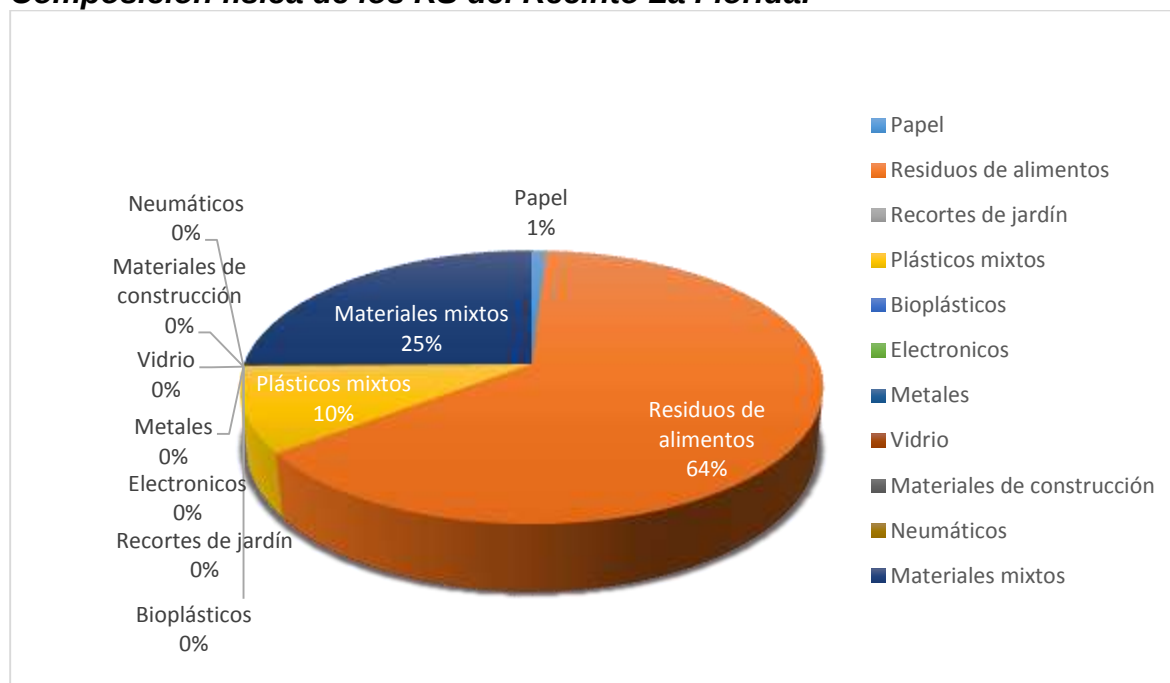
predominante corresponde a los residuos orgánicos, con un 64%. En esta categoría se identificaron restos de cáscaras de frutas y verduras, lo que evidencia una alta generación de residuos biodegradables en la comunidad.

Los materiales mixtos representan el 25%, reflejando la combinación de distintos tipos de desechos orgánicos y sanitarios. En tercer lugar, los plásticos mixtos constituyen el 10%, conformados principalmente por botellas y fundas plásticas, lo que indica una presencia significativa de materiales no biodegradables en el flujo de residuos sólidos.

En cuanto al papel, su generación es mínima, alcanzando apenas el 1%. Este porcentaje corresponde mayormente a hojas utilizadas en actividades escolares, cuya reducción se atribuye a la digitalización de tareas académicas y la disminución en el consumo de este material.

Por otro lado, residuos como metales, vidrio, electrónicos, bioplásticos, neumáticos, materiales de construcción y recortes de jardín registraron un 0%, lo que sugiere un uso poco frecuente en la comunidad y una generación insignificante durante el período de muestreo.

Figura 15.
Composición física de los RS del Recinto La Florida.



Elaborado por: La Autora, 2026

4.2 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los residuos sólidos utilizando el modelo WARM

A partir de los datos obtenidos en la caracterización física. El modelo permitió comparar el escenario actual de manejo (escenario base) con alternativas de gestión más sostenibles, evaluando su impacto en la huella de carbono.

La caracterización evidenció que las fracciones más representativas corresponden a residuos de alimentos, frutas y verduras, papel mixto, botellas PET y plásticos mixtos, por lo cual se priorizó el análisis de estas categorías.

La selección se fundamenta en dos razones principales: la fracción orgánica es la mayor responsable de emisiones de metano en condiciones de disposición final; y el papel y los plásticos representan materiales reciclables con potencial de valorización que permiten evaluar reducciones mediante el reciclaje.

El presente objetivo plantea la estimación de emisiones en dos niveles:

- i. **Escenario base**, que refleja la práctica actual de disposición de residuos en la comunidad.
- ii. **Escenarios alternativos**, que contemplan estrategias alternativas, con el fin de identificar oportunidades en la disminución de la huella de carbono asociada a los residuos sólidos.

4.2.1 Datos de entrada

Para determinar el escenario básico se usó una cantidad muestreada de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, que se clasificaron de acuerdo a la composición de los materiales que analiza el modelo WARM.

Los residuos muestreados fueron convertidos de toneladas métricas a toneladas cortas, según lo exige el modelo. En la Tabla 20 muestra los materiales analizados y sus conversiones para el ingreso al modelo WARM.

Tabla 20.
Conversión para los datos de entrada.

Material	Peso Total Kg/año	Ton Métrica/Año	Ton Corta/Año
Papel mixto (general)	0,86	0,32	0,35
Residuos de alimentos	36,87	13,46	14,83
Frutas y verduras	21,47	7,84	8,64
PET	5,69	2,08	2,29
Plásticos mixtos	3,60	1,31	1,45
Mezcla orgánica	16,78	6,12	6,75
Mezcla de RSU	6,30	2,29	2,53
Total	91,57	33,42	36,84

Elaborado por: La Autora, 2026

4.2.2 Escenario base

El escenario base representa las condiciones actuales de manejo de residuos en el Recinto La Florida, donde la mayor parte de los desechos se dispone directamente en botaderos, sin procesos de separación, reciclaje o tratamiento previo. La estimación GEI refleja un total de 13,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, indicando que el sistema actual de manejo de residuos genera emisiones netas positivas, lo que evidencia un impacto ambiental significativo asociado al manejo tradicional en comunidades rurales.

Los resultados muestran que la fracción orgánica es la mayor contribuyente a las emisiones totales. Los residuos de alimentos 7,38 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ y las frutas y verduras 4,30 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ representan juntos más del 80% de las emisiones del escenario base. Esto se debe a que, en condiciones anaerobias como las de botaderos a cielo abierto generan metano (CH_4), un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el CO_2 .

La predominancia de estos residuos es característica de zonas rurales, donde los factores económicos y la limitada accesibilidad a productos industrializados reducen el consumo de alimentos procesados, empaquetados o con envolturas plásticas. Por ello, el flujo de residuos está compuesto mayoritariamente por restos de preparación de alimentos, vegetales frescos y materiales biodegradables.

La mezcla orgánica 1,22 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ muestra un aporte relevante, derivado de la descomposición de restos biodegradables no clasificados específicamente en alimentos o vegetales y la mezcla de residuos sólidos urbanos 0,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ ya que incluye materiales heterogéneos de difícil recuperación, cuyo único destino sigue siendo la disposición final.

Por último, los materiales como el papel mixto y las botellas PET, genera menos cantidad ya que se encuentran en menores cantidades, sin embargo, su acumulación en botaderos representa un problema ambiental persistente, ya que ocupan espacio, generan contaminación visual y liberan microplásticos a largo plazo.

Tabla 21.
Estimación de la huella de carbono del escenario base.

Material	Ton reciclas Ton	vertederos	Ton incineradas	Ton compostadas	Ton digestión anaeróbica	Total T _{MC} O _{2eq}
Papel mixto (general)	0,00	0,35	0,00	N/A	N/A	0,03
Residuos de alimentos	N/A	14,83	0,00	0,00	0,00	7,38
Frutas y verduras	N/A	8,64	0,00	0,00	0,00	4,30
PET	0,00	2,29	0,00	N/A	N/A	0,05
Plásticos mixtos	0,00	1,45	0,00	N/A	N/A	0,03
Mezcla orgánica	N/A	6,75	0,00	0,00	0,00	1,22
Mezcla de RSU	N/A	2,53	0,00	N/A	N/A	0,78
					Total	13,78

Elaborado por: La Autora, 2026

4.2.3 Escenario alternativo

El escenario alternativo evalúa el impacto de implementar estrategias de gestión integral de residuos sólidos. Para aquello se analizó mediante revisión bibliográfica de estudios, tesis y reportes técnicos nacionales, los cuales permitieron establecer porcentajes de recuperación, valorización y disposición final realistas para contextos rurales en Ecuador.

Estos porcentajes fueron aplicados a cada fracción de residuos con el fin de simular un sistema de gestión más eficiente y evaluar su efecto en la reducción de emisiones de GEI mediante el modelo WARM.

- **Papel y plásticos mixtos**

Según el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador (2021) señala que, aunque existen iniciativas de reciclaje, estas cadenas aún muestran limitaciones, especialmente fuera de zonas urbanas. Por ello, se adoptó una tasa de recuperación del 40% para el papel y 30% para los plásticos mixtos, valores que representan esfuerzos alcanzables bajo esquemas comunitarios de separación en la fuente.

- **Residuos orgánicos**

López et al, (2023) en diversos estudios y proyectos realizados en Ecuador titulado “Compostaje como herramienta para la gestión sostenible de residuos orgánicos domiciliarios y su potencial aplicación en la restauración de suelos” indica que el 50% y 57% de los residuos municipales en Ecuador corresponden a materia

orgánica, y que en zonas rurales el compostaje comunitario o doméstico constituye una práctica viable, económica y ampliamente implementada. Con base en estos antecedentes, se definió un 60% de compostaje para residuos de alimentos, frutas y verduras.

- **PET**

La Red Nacional de Recicladores del Ecuador (RENAREC) (2023) “Análisis del IRBP (Impuesto Redimible a las Botellas Plásticas no Retornables) en la economía de los recicladores de base” evidencia que esta cadena de reciclaje es una de las más consolidadas del país, alcanzando tasas cercanas al 80% por efecto del Impuesto Redimible. Por ello, se asignó un 70% de recuperación, valor que refleja su alto potencial de valorización incluso en comunidades rurales.

- **Mezcla de residuos urbanos**

El informe estadístico del INEC (2022) relacionado a la “Gestión de residuos en Ecuador” señala que los residuos urbanos son destinados al vertedero ya que presentan baja reciclabilidad, motivo por el cual se mantiene el 100% de su volumen hacia vertedero.

La Tabla 22 resume los porcentajes aplicados a cada fracción de residuos, los cuales fueron seleccionados en función de la evidencia recopilada en la revisión bibliográfica, se detallan los niveles de recuperación, valorización y disposición final considerados para cada material, según el análisis de estudios realizados en el Ecuador constituyéndose la base para la simulación del escenario alternativo en el modelo WARM.

Tabla 22.

Porcentaje de recuperación y disposición del escenario alternativo.

Material	Escenario alternativo	
	% Recolección/Valoración	% Disposición final
Papel mixto (general)	40% reciclaje	60% disposición
Residuos de alimentos	60% compostaje	40% disposición
Frutas y verduras	60% compostaje	40% disposición
PET	70% reciclaje	30% disposición
Plásticos mixtos	30% reciclaje	70% disposición
Mezcla orgánica	40% compostaje	60% disposición
Mezcla de RSU	0%	100% disposición

Elaborado por: La Autora, 2026

Los resultados obtenidos en el modelo WARM muestran que el escenario alternativo alcanza 1,85 T_{MC}O_{2eq}, lo que representa un comportamiento altamente favorable frente al escenario base. Este valor incluye emisiones evitadas gracias al

reciclaje que genera créditos de carbono al sustituir producción de materiales vírgenes y al compostaje que reduce la generación de metano producto de la descomposición anaerobia en vertederos.

La mayor estimación de reducción presenta las botellas PET -1,64 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, papel mixto -0,48 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ y plásticos mixtos -0,39 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ debido al impacto significativo del reciclaje. Seguido de las fracciones orgánicas de residuos de alimentos 1,92 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, frutas y verduras 1,12 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ y mezcla orgánica 0,54 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. La mezcla de RSU mantiene el mismo valor que en el escenario base 0,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ ya que no se puede aplicar ningún tipo de tratamiento.

Tabla 23.

Estimación de la huella de carbono del escenario alternativo.

Material	Ton reducidas	Ton reciclad	Ton vertederos	Ton incineradas	Ton compostadas	Ton digestión anaeróbica	Total $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$
Papel mixto (general)	0,00	0,14	0,21	0,00	N/A	N/A	-0,48
Residuos de alimentos	0,00	N/A	5,93	0,00	8,90	0,00	1,92
Frutas y verduras	0,00	N/A	3,46	0,00	5,18	0,00	1,12
PET	0,00	1,60	0,69	0,00	N/A	N/A	-1,64
Plásticos mixtos	0,00	0,44	1,01	0,00	N/A	N/A	-0,39
Mezcla orgánica	N/A	N/A	4,05	0,00	2,70	0,00	0,54
Mezcla de RSU	N/A	N/A	2,53	0,00	N/A	N/A	0,78
						Total	1,85

Elaborado por: La Autora, 2026

4.2.4 Análisis del cálculo de la disminución de la huella de carbono

La disminución absoluta de la huella de carbono es la diferencia entre las emisiones del escenario base y las emisiones del escenario alternativo. El total entre ambos escenarios fue de 11,92 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, lo que representa una reducción del 86,6% de la huella de carbono, al pasar del manejo actual a la gestión alternativa propuesta.

Es importante señalar que algunos materiales presentan valores negativos de emisiones en el escenario alternativo. Estos resultados no representan un error, sino que son una característica propia del modelo WARM, el cual incorpora los beneficios climáticos asociados a la valorización y reciclaje de materiales. Cuando un residuo es reciclado o compostado, se evita la fabricación de nuevos productos a partir de materia prima virgen, lo que reduce el consumo de energía, el uso de recursos y las emisiones asociadas a esos procesos industriales.

A nivel de fracciones, las reducciones absolutas obtenidas fueron las siguientes:

- **Residuos de alimentos**

Reducción: 5,46 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: Es la fracción que más aporta a la huella de carbono en el escenario base, ya que actividades como el compostaje comunitario generan la mayor disminución debido a que evitan la descomposición anaerobia.

- **Frutas y verduras**

Reducción: 3,18 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: Al ser parte de la fracción orgánica, su tratamiento mediante compostaje reduce significativamente las emisiones, de manera similar a los residuos de alimentos.

- **Botellas PET**

Reducción: 1,69 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: El escenario alternativo presentó un valor negativo ($-1,64 \text{ TMCO}_{2\text{eq}}$), lo cual indica un beneficio neto asociado al reciclaje, ya que evita más emisiones que las que se generarían si el material se enviara a disposición final.

- **Mezcla orgánica**

Reducción: 0,68 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: Esta fracción corresponde a residuos orgánicos que no fueron separados adecuadamente en la fuente, por lo que aún llegan parcialmente mezclados con otros materiales, el valor obtenido evidencia que incluso una mejora parcial en la separación contribuye de forma notable a disminuir las emisiones totales de GEI.

- **Papel mixto (general)**

Reducción 0,51 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: El papel presenta también presentó emisiones negativas en el escenario alternativo ($-0,48 \text{ TMCO}_{2\text{eq}}$) debido al impacto positivo del reciclaje. Aunque la cantidad de papel generada en la comunidad rural es baja, su valorización produce una reducción significativa, evidenciando que incluso materiales con baja proporción en la composición total pueden aportar reducciones importantes cuando existe un proceso de reciclaje eficiente.

- **Plásticos mixtos**

Reducción 0,42 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: Los plásticos mixtos mostró emisiones negativas en el escenario alternativo ($-0,39 \text{ TMCO}_{2\text{eq}}$). Este comportamiento demuestra que, aun con tasas de reciclaje moderadas, la separación y recuperación de esta fracción contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono.

- **Mezcla de RSU**

Reducción 0,00 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$

Interpretación: Esta fracción no fue objeto de valorización en el escenario alternativo, toda su masa fue destinada a disposición final, por lo que no presenta reducción en las emisiones.

Tabla 24.

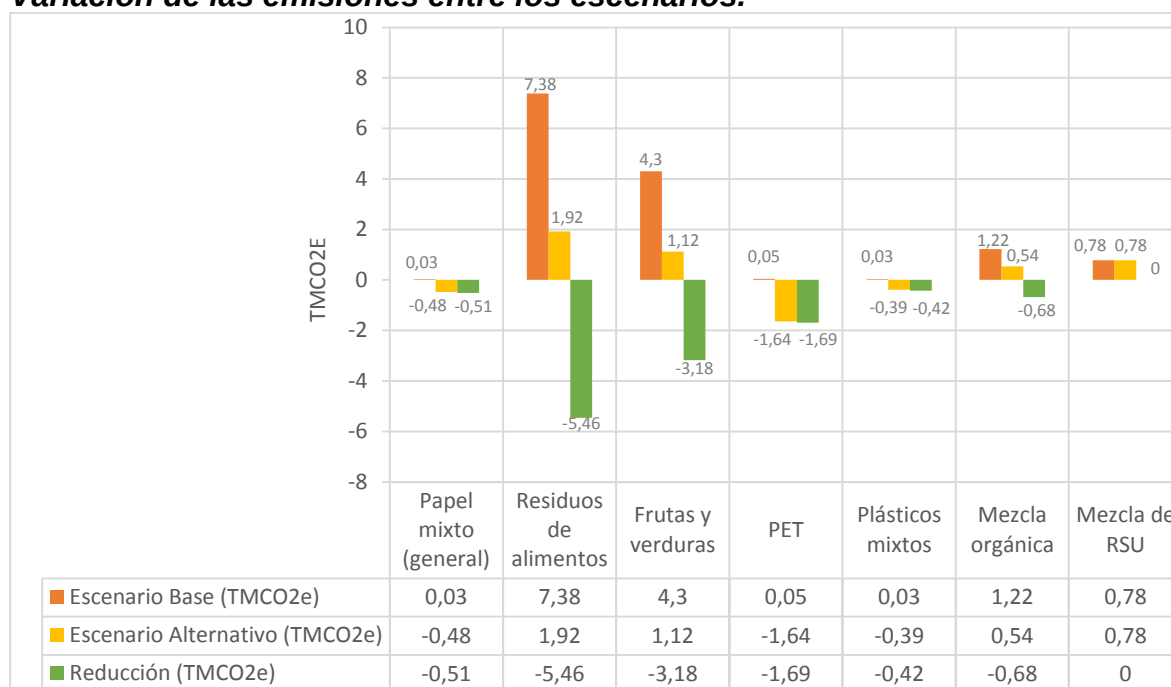
Disminución de huella de carbono de los residuos sólidos.

Material	Escenario Base ($\text{TMCO}_{2\text{eq}}$)	Escenario Alternativo ($\text{TMCO}_{2\text{eq}}$)	Reducción ($\text{TMCO}_{2\text{eq}}$)
Papel mixto (general)	0,03	-0,48	-0,51
Residuos de alimentos	7,38	1,92	-5,46
Frutas y verduras	4,30	1,12	-3,18
PET	0,05	-1,64	-1,69
Plásticos mixtos	0,03	-0,39	-0,42
Mezcla orgánica	1,22	0,54	-0,68
Mezcla de RSU	0,78	0,78	0,00
Total	13,78	1,85	11,92

Elaborado por: La Autora, 2026

La Figura 16 muestra la variación de las emisiones de GEI para cada tipo de residuo al comparar el escenario base con el escenario alternativo propuesto. Los residuos orgánicos (alimentos, frutas y verduras) registran las reducciones más altas, lo cual se debe a la disminución de la disposición en relleno sanitario y al aprovechamiento propuesto en el escenario alternativo. De igual manera, materiales reciclables como papel mixto y PET muestran reducciones importantes, asociadas al cambio de manejo hacia procesos de reciclaje y valorización, que generan emisiones evitadas.

Figura 16.
Variación de las emisiones entre los escenarios.



Elaborado por: La Autora, 2026

4.3 Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos orientados en la reducción de emisiones de GEI en el Recinto “La Florida”

Como resultado del análisis de la huella de carbono mediante el modelo WARM y de la caracterización de los residuos generados en el Recinto “La Florida”, se elaboró un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) enfocado específicamente en la reducción de emisiones de GEI. El plan se presenta de forma detallada en el Anexo 10, donde se incluyen las medidas, actividades, responsables e instrumentos de seguimiento.

En la elaboración del PGIRS se consideraron los porcentajes de reducción obtenidos en el escenario alternativo modelado, de manera que las metas e indicadores planteados responden a valores reales y alcanzables, evitando la sobreestimación y alineándose con las capacidades operativas de la comunidad. Estos indicadores permiten evaluar el avance en la segregación en la fuente, la valorización de residuos orgánicos y reciclables, así como la disminución progresiva del envío de residuos al relleno sanitario.

4.3.1 Implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el Recinto “La Florida”

La implementación se llevó a cabo entre noviembre de 2024 y enero de 2025, en coordinación con el Comité del Recinto a través de los programas contenidos en el Plan de gestión integral de residuos sólidos para el Recinto “La Florida” de manera gradual y comunitaria, se consideró las capacidades reales del territorio, los hábitos actuales de manejo, las limitaciones económicas y la disponibilidad de infraestructuras (Ver anexo 11).

Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en la organización y gestión de los residuos sólidos, así como un incremento en la participación comunitaria en actividades de separación, valorización y transporte. La reducción estimada de GEI se fundamentó en el escenario alternativo generado por el modelo WARM, el cual refleja los cambios en el destino de los residuos una vez aplicados los programas del plan.

Cabe destacar que no fue necesario realizar una nueva caracterización de residuos ni recalcular la generación per cápita. Esto se debe a que el modelo WARM no fundamenta sus estimaciones en cambios en la producción de residuos por habitante, sino en la variación en el tipo de tratamiento que reciben esos residuos. Es decir, aun manteniéndose constante la generación, la redistribución hacia prácticas como el reciclaje, el compostaje o la correcta disposición final modifica automáticamente las emisiones calculadas por el modelo.

5. DISCUSIÓN

La Generación Per Cápita calculada en el Recinto La Florida reveló una estimación de 0,23 kg/hab/día. Este valor es significativamente superior al promedio de 0,18 kg per cápita/día reportado para zonas rurales en Ecuador. En la caracterización inicial, la fracción orgánica predominó sobre otros componentes, seguida de materiales reciclables como PET, papel y plásticos mixtos. En el trabajo de (Guerrón et al., 2025) titulado “Diagnóstico y Caracterización de los Residuos Sólidos Generados en el Mercado Municipal del Cantón Mocache, Ecuador” en su resultados la caracterización física mostró que la fracción orgánica representa el 92% del total semanal lo que se confirma que la composición es congruente con lo reportado para zonas rurales en Latinoamérica, donde la generación de residuos se caracteriza por un alto porcentaje de materia orgánica debido al consumo basados en productos frescos de cosecha y a la ausencia de servicios formales de gestión de residuos.

Por otra parte, la composición física mostró un predominio de residuos orgánicos del 64%, resultado que coincide con estudios desarrollados en zonas rurales, donde la fracción orgánica suele superar el 60%, este comportamiento se explica por el consumo elevado de alimentos frescos y la baja industrialización local. Según Molina (2015), en su estudio analiza que, en áreas rurales la generación orgánica puede superar el 60% del total lo que refuerza la pertinencia de estrategias de compostaje como medida prioritaria para utilizar al máximo los recursos naturales por medio de un sistema de producción viable y productiva, dando su mayor importancia a la conservación y rehabilitación del medio ambiente y a su vez proteger la salud humana.

En relación con la estimación del escenario mediante el modelo WARM arrojó una emisión neta de 13,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, donde señala que, las prácticas de disposición informal (quema, entierro y vertido a cuerpos de agua) generan impactos climáticos significativamente superiores a los de sistemas con separación en la fuente. El trabajo de Jarata (2022) muestra que, la ausencia de valorización genera emisiones que pueden reducirse con prácticas de compostaje y reciclaje. Esto coincide con los resultados del escenario alternativo de esta investigación, donde las emisiones se reducen a 1,85 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$ dando una reducción del 86,6%.

No obstante, es importante reconocer las limitaciones que el modelo WARM ofrece EPA (2024) señala que, el modelo WARM fue diseñado principalmente para estimaciones comparativas en escenarios municipales con sistemas formales de gestión, por lo que su aplicación en territorios rurales puede generar márgenes de incertidumbre asociados a factores como la informalidad en la disposición, variaciones en la composición real y ausencia de infraestructura estandarizada. Esto implica que los resultados deben interpretarse como proyecciones de mitigación potencial y no como mediciones exactas post-implementación, especialmente en escenarios donde las condiciones operativas y de manejo de residuos son distintas de los sistemas municipales típicos para los que el modelo fue concebido. En consecuencia, la aplicación del modelo en este estudio cumple una función prospectiva y comparativa, coherente con su diseño metodológico, aunque se reconoce que futuras investigaciones podrían complementarlo con herramientas específicas para zonas rurales, reduciendo así la incertidumbre asociada al contexto territorial.

En cumplimiento del tercer objetivo, el plan de gestión integral de residuos sólidos demostró ser una solución viable para el contexto rural ya que la comunidad del recinto mostró disposición para adoptar prácticas más sostenibles, siguiendo el enfoque de Figueroa (2020) donde afirma que, la gestión integral basada en separación, reciclaje y compostaje puede transformar los residuos de una fuente de emisiones en un sistema con saldo climático positivo. Según INAGEP (2022), una gestión adecuada de los desechos sólidos es fundamental para reducir la contaminación ambiental y preservar el equilibrio de los ecosistemas. Cuando los residuos se disponen correctamente, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y se evita la acidificación del ambiente.

En síntesis, la experiencia del Recinto “La Florida” demuestra que, aun con recursos limitados, cambios en la gestión de residuos pueden traducirse en beneficios ambientales concretos. La combinación de compostaje, reciclaje y disposición controlada, junto con un enfoque comunitario, representa una estrategia viable para mitigar la huella de carbono local. Este hallazgo refuerza la pertinencia de promover planes de manejo integral de residuos en zonas rurales, y de usar herramientas como WARM para apoyar la toma de decisiones y la planificación sostenible.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En función al primer objetivo, la caracterización física de los residuos sólidos en el Recinto “La Florida” permitió determinar una generación per cápita representativa del contexto rural estudiado, así como una composición dominada por la fracción orgánica, seguida por materiales reciclables como PET y papel. Este resultado confirma que la estructura de los residuos responde a patrones de consumo propios de zonas rurales, donde el bajo acceso a productos altamente industrializados reduce la presencia de residuos complejos. La identificación cuantitativa de estas fracciones fue fundamental para establecer técnicamente las categorías con mayor incidencia en las emisiones de GEI y su potencial de intervención.

En relación al segundo objetivo, la aplicación del modelo WARM permitió estimar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al manejo tradicional de los residuos sólidos, obteniendo un escenario base de 13,78 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$. La modelación del escenario alternativo arrojó 1,85 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, evidenciando una reducción absoluta de 11,93 $\text{TMCO}_{2\text{eq}}$, lo que representa una disminución superior al 15% planteado en la hipótesis. Por tanto, se confirma que la aplicación de prácticas de gestión integral de residuos sólidos reduce significativamente las emisiones de GEI en el recinto. No obstante, se reconoce que la mayor contribución a la reducción provino principalmente de la fracción orgánica y del reciclaje de PET, debido a su peso porcentual y potencial de mitigación, mientras que otras fracciones presentaron menor incidencia en la reducción total, lo cual constituye una delimitación técnica del alcance real del impacto modelado.

En cuanto al tercer objetivo, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos se estructuró en coherencia con los resultados obtenidos mediante el modelo WARM, estableciendo metas e indicadores alineados con los porcentajes de recuperación estimados en el escenario alternativo y contemplando de manera integral todas las etapas del manejo de residuos. La definición de las estrategias de mitigación se sustentó en el análisis de contribución relativa de cada fracción al inventario de emisiones, lo que permitió identificar aquellas con mayor incidencia en la huella de carbono total y, por ende, con mayor potencial de reducción. En este contexto, se priorizaron los residuos orgánicos y el PET, debido a su peso significativo en las emisiones cuantificadas y a las oportunidades técnicas de

valorización mediante compostaje y reciclaje, optimizando así la eficacia del plan en términos de mitigación de gases de efecto invernadero, sin desatender el manejo del resto de fracciones generadas en la comunidad.

Además, la participación activa del Comité del Recinto y la apertura de los habitantes a modificar sus hábitos, fueron factores determinantes para el desarrollo de los programas establecidos y constituyeron avances esenciales en la transición hacia un manejo más eficiente. Los resultados reflejan que incluso en comunidades rurales con limitaciones económicas y tecnológicas, la gestión comunitaria organizada puede reducir de manera significativa las emisiones y contribuir al cumplimiento de objetivos de mitigación climática, fortaleciendo al mismo tiempo una cultura ambiental local.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda institucionalizar procesos periódicos de caracterización de residuos sólidos en el Recinto “La Florida”, incorporando evaluaciones anuales o semestrales que permitan actualizar la cuantificación de la generación per cápita y la composición física de los residuos. Esto permitirá identificar variaciones en los patrones de consumo, crecimiento poblacional o cambios socioeconómicos que puedan modificar la estructura de los residuos generados.

Además, se sugiere ampliar la muestra en futuras investigaciones, o aplicar técnicas complementarias de muestreo que permitan aumentar la precisión estadística y fortalecer la representatividad de los datos, consolidando así una base técnica más robusta para la toma de decisiones en materia de gestión ambiental comunitaria.

De acuerdo al segundo objetivo específico, orientado a la estimación de emisiones mediante el modelo WARM, se recomienda complementar la cuantificación realizada con otras metodologías o herramientas de cálculo de huella de carbono adaptadas a contextos rurales, tales como metodologías IPCC simplificadas o calculadoras regionales que consideren factores de emisión más ajustados a la realidad local. Si bien el modelo WARM permitió estimar de manera adecuada el potencial de mitigación bajo distintos escenarios de manejo, la comparación metodológica fortalecería la validez externa del estudio y permitiría reducir la incertidumbre asociada a la aplicación de un modelo originalmente diseñado para contextos urbanos o municipales de mayor escala.

Asimismo, se recomienda realizar una verificación futura post-implementación que permita contrastar las proyecciones modeladas con datos reales de recuperación y disposición final.

Respecto al tercer objetivo, enfocado en la propuesta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se recomienda consolidar un sistema formal de monitoreo y seguimiento de metas e indicadores, especialmente en lo referente a los porcentajes de recuperación de orgánicos y PET, que constituyen las fracciones con mayor potencial de reducción de emisiones. Es necesario fortalecer los mecanismos comunitarios de control, registro y evaluación para asegurar la sostenibilidad del plan en el mediano y largo plazo.

También, se recomienda ampliar progresivamente las estrategias de valorización hacia otras fracciones reciclables, como papel y plásticos mixtos, de modo que la mitigación de emisiones no se concentre únicamente en orgánicos y PET, sino que evolucione hacia un enfoque integral que abarque la totalidad de los residuos sólidos generados en la comunidad.

Finalmente, fortalecer la articulación con autoridades municipales, gestores ambientales y centros de acopio, así como promover incentivos comunitarios que consoliden la participación activa de los habitantes. De esta manera, el estudio no solo se limita a una estimación teórica de reducción de emisiones, sino que se proyecta como una herramienta dinámica de planificación climática local con potencial de replicabilidad en otras comunidades rurales con características similares.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Analís, C., Álvarez, G., y Avila, L. (2022). *Modelo institucional con perspectiva de ciclo de vida para el tratamiento de residuos orgánicos* (Vol. 14). *Revista CoPaLa, Construyendo Paz Latinoamericana*. <https://doi.org/10.35600>
- Aristizabal, C., y Sáchica, M. (2001). *Aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá D.C.* Pontificia Universidad Javeriana , Bogotá.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/56477/Tesis54.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barboza, L. (2013). Calentamiento Global: La máxima expresión de la civilización petrofósil. *Revista Cesla*. <https://doi.org/10.1641-4713>
- Boggiano, M. (2021). Diagnóstico y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Trujillo–Perú, 2019-2020. *Revista Ciencia y tecnología, XVII*(3). <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-6334-8731>
- Calderon, D., Quispe, G., Paredes, K., Chambilla, J., y Quispe, J. (27 de marzo de 2025). GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL DISTRITO DE ILO - PERÚ. *Scielo*, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14415192>
- Calderón, V., y González, C. (Julio de 2020). Estudio del manejo de desechos sólidos y su impacto en la población de la parroquia San Lorenzo - cantón Manta período 2016. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria de Posgrado y Cooperación Internacional CLAUSTRO*, III(6), 13. <https://doi.org/10.2737-6478>
- Cedeño, I. (2022). *GTA Ambiental*. <https://gtaambiental.com/jerarquia-de-residuos/>
- CEPIS/OPS. (2005). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, I(1). <https://doi.org/10.13553-13420-1>
- Chamorro, W., Sarduy, L., DeckeR, M., y Diéguez, K. (2023). Gestión de los residuos sólidos en áreas rurales, un análisis de una parroquia de la amazonia ecuatoriana. *Revista de I+D Tecnológico*, XIX(1), 4. <https://doi.org/10.2219-6714>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2010). *Estadísticas ambientales y de cambio climático para América Latina y el Caribe*.
<https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736598>
- Coral, K., Oviedo, J., y Rodriguez, A. (2020). Energía a partir de residuos sólidos urbanos, caso parroquia Limoncocha en la Amazonía ecuatoriana.
<https://doi.org/10.32719/25506641.2021.9.9>
- Doll, J., y Baranski, M. (2011). Conceptos básicos sobre gases de invernadero. *Michigan State University*.
https://lter.kbs.msu.edu/wp-content/uploads/2012/06/E3148SP_spanish.pdf
- EPA. (2024). *EPA en español*. Beneficios del manejo de desechos, actividades de planificación y mitigación para incidentes de seguridad nacional:
<https://espanol.epa.gov/espanol/beneficios-del-manejo-de-desechos-actividades-de-planificacion-y-mitigacion-para-incidentes>
- Farroñan, V. (2023). Estimación de la huella de carbono de los residuos sólidos generados en el proyecto de los juegos Panamericanos y Parapanamericanos. *Repositorio de la Universidad Nacional Federico Villareal*.
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7615/UNFV_FIGAE_Farronan_Lara_Vadir_Titulo_profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Figueroa, J. (2020). PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS GENERADOS EN EL BARRIO SAN RAFAEL 1- LA CONCORDIA. *Repositorio de la Universidad Agraria*.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FIGUEROA%20CHUMO%20JARITZA%20LISSETH.pdf>
- Flores, J. (2011). *PROYECTO L1C2-120 FPA: "Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas"*. Municipalidad Distrital de las Lomas.
https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf
- Florián, S., Navarro, L., y Torres Benítez, A. (2023). Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos Comerciales: el Caso de un Restaurante Urbano en la Región Central de Colombia. *Revista De Gestão Social E Ambiental*.
<https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n1-003>

- Gallego, M. (2023). *Cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín*. Universidad de Antioquia, Medellín.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34329/1/GallegoMayra_2023_CalculoEmisionesMedellin.pdf
- Global Methane Initiative [GMI]. (2004).
https://www.globalmethane.org/documents/landfill_fs_spa.pdf
- Guerrón, N., Lozano, P., Guerrero, K., y Cuesta, P. (2025). Diagnóstico y Caracterización de los Residuos Sólidos Generados en el Mercado Municipal del Cantón Mocache, Ecuador. *Reincisol*, 4(8), pp. 5336-5355.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(8\)5336-5355](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(8)5336-5355)
- Gutierrez, C., y Rodriguez, R. (2023). Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos en el mercado central del cantón Jipijapa. *Revista Ciencia Latina*, VII(1). https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5022
- Hansen, K. (2008). Water Vapor Confirmed as Major Player in Climate Change.
https://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html
- Hernández, J. (2013). *CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA - PPC DE BASURA Y COBERTURA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA ECUADOR 2012*. Universidad del Pacífico.
https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/697/1/GT_UPA_C_23029.pdf
- INAGEP. (12 de junio de 2022). INAGEP.
<https://www.inagep.com/contenidos/buenas-practicas-en-la-gestion-de-residuos-solidos>
- INEC. (2022). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/>
- Jarata, L. (2022). Huella de carbono de residuos sólidos aplicando el modelo warm para una propuesta de minimización de gases de efecto invernadero - Arequipa 2021. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*.
<https://doi.org/0104-3390>
- Jeff, A. (2023). Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de Los Residuos.
<https://doi.org/123.980.837>

- Lopez, P. (2023). *Repositorio Universidad del Azuay*.
<https://investigaciones.uazuay.edu.ec/proyectos/compostaje-residuos-organicos>
- Macías, L., Paez, M., y Torres, G. (2018). *La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios*. Mexico: CentroGeo.
<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/281/1/78-2018-Tesis-MarstrosenPlaneacionEspacial.pdf>
- Ministerio de Producción, C. I. (2021). Libro blanco de economía circular de Ecuador. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). <https://www.ambiente.gob.ec/c1-plan-nacional-de-residuos-solidos-no-peligrosos-desarrollado/>
- Molina, M. (2015). Alimentos Orgánicos: Oportunidad de diversificación para PYMES Ecuatorianas.
<https://repositorio.uees.edu.ec:8443/server/api/core/bitstreams/909df5d2-814a-4d69-a47c-1f14be6f359e/content>
- Montoya, A. (2012). *Caracterización de Residuos Sólidos*. Medellín: Tecnológico de Antipquia.
<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/download/34/31/0>
- Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.
<https://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf>
- Nájera, A. (2012). *El manejo de los residuos sólidos no peligrosos*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas - Facultad de Humanidades.
<https://hdl.handle.net/20.500.12753/1574>
- Navarrete, E. (2021). Plan de gestión integral de residuos sólidos comunes del mercado municipal Pascuales de la Provincia del Guayas.
<https://repositorio.ug.edu.ec/500>
- Ortega, C. (2017). *Caracterización de los Residuos Sólidos en el Recinto La Libertad de Ñauza, Cantón Alfredo Baquerizo Moreno - Provincia del Guayas y propuesta de un Modelo de Gestión*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.

- Pereda, T. (2021). Manejo de residuo sólidos como alternativa ante la contaminación del agua. *Universidad César Vallejo*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104090/Pereda_TYE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponte de Chacín, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. *Scielo*, 32. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010
- Quimis, A., Rodríguez, A., Lima, R., y Pisco, P. (2020). Comprensión y manejo de la media aritmética, mediana y moda con datos agrupados en intervalos. *Revista científico-educacional de la provincia de Ganma*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8436953>
- Rendón, L. (2018). <https://www.leonardo-gr.com/>
- Reynolds, G. (2022). *Respuesta verde: Guía rápida ambiental*. IFRC: https://www.ifrc.org/sites/default/files/2022-11/20221021_GreenResponse_QuickGuide_SP_FINAL.pdf
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf
- Salazar, E. (2022). Inventarios de Gases de efecto invernadero de las escuelas primarias de Belén, Heredia, Costa Rica Greenhouse gases produced by primary schools in Belén, Heredia, Costa Rica. *Repositorio UNED*, VII(2). <https://www.redalyc.org/journal/5156/515655213011/html/>
- Scharff, H., y Gronert, R. (2015). *GUÍA SOBRE LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE VERTEDERO*. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Vasco, España. https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_gas_vertederos/es_def/adjuntos/guia_gas_vertederos.pdf
- Schneider, H., y Samaniego, J. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3677647-3a1c-4326-8342-5e10bfa2fc40/content>

- Soto, C., y Huaman, R. (2022). *Propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en el mercado 13 de enero del distrito José Luis Bustamante y Rivero en la provincia de Arequipa, 2021*. Universidad Continental. Arequipa: Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12510/3/IV_FI_N_107_TE_Soto_Huaman_2022.pdf
- Tamayo, G. (2024). La gestión integral de residuos sólidos: análisis desde la adaptación y mitigación climática en la parroquia La Guayas, Ecuador 2020-2024. *Flacso Ecuador*. <http://hdl.handle.net/10469/21750>
- Thuriés, L., Ganry, F., Sotamenou, J., Oliver, R., Parrot, L., Simon, S., y Montange. (2019). Cash for trash: an agro-economic value assessment of urban organic materials used as fertilizers in Cameroon. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-019-0598-7>
- Urbina, M., y Zúñiga, L. (marzo de 2016). METODOLOGÍA PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181345819002.pdf>
- Yagua, P. (2008). *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/16e6bd87-8aa3-4872-b645-7bc81cdaa322/content>
- Zelaya, M. (2007). *Preparación para el cambio climático*. Centro del clima: <http://www.climatecentre.org/downloads/files/programs/ElSalvador-PfCC-Step2%20doc.pdf>

8. ANEXOS

Anexo N° 1:

Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 2:

Mal manejo de gestión de residuos en el Recinto La Florida.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 3:***Clasificación por tipo de residuos, según el modelo WARM.***

TIPO DE MATERIAL	MATERIAL
Papel	Contenedores de cartón ondulado
	Revistas/Correo de tercera clase
	Periódicos
	Papel de oficina
	Guías telefónicas
	Libros de texto
	Papel mixto (general)
	Papel mixto (principalmente residencial)
	Papel mezclado (principalmente de oficinas)
Residuos de alimentos	Residuos de alimentos
	Residuos de alimentos (no cárnicos)
	Residuos de alimentos (sólo carne)
	Carne de vacuno
	Aves
	Cereales
	Pan
	Frutas y verduras
	Producto lácteos
Recortes de jardín	Recortes de jardín
	Hierba
	Hojas
	Ramas
Plásticos mixtos	HDPE
	LDPE
	PET
	LLDPE
	PP
	PS
	PVC
	Plásticos mixtos
Bioplásticos	PLA
Electrónicos	Electrónica CPUs de sobremesa
	Dispositivos electrónicos portátiles
	Pantallas planas
	Pantallas CRT
	Periféricos electrónicos
	Dispositivos de copia impresa
	Electrónica mixta
Metales	Latas de aluminio
	Lingotes de aluminio
	Latas de acero
	Alambre de cobre
	Metales mixtos
Vidrio	Vidrio
Materiales de construcción	Hormigón asfáltico
	Tejas de asfalto
	Alfombra
	Ladrillos de arcilla
	Hormigón
	Madera dimensional*
	Tablero de yeso
	Aislamiento de fibra de vidrio
	Cenizas volantes
	Tableros de fibra de densidad media
	Acero estructural
	Suelos de vinilo
	Suelos de madera*
Neumáticos	Neumáticos
Materiales mixtos	Reciclables mixtos
	Mezcla orgánica
	Mezcla de RSU

Nota. La clasificación de la composición física está descrita según el modelo WARM versión 15.

Fuente: (Evironmental Protection Agency [EPA], 2024).

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 4:**Encuesta a los moradores del recinto La Florida con respecto a la disposición de los RS.**

Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Ambiental		
ENCUESTA A LOS MORADORES DEL RECINTO LA FLORIDA CON RESPECTO A LA DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
1.	Indique su género: Femenino ____ Masculino ____	
2.	Indique su edad: 25-30 años ____ 31-40 años ____ 41-50 años ____ 51-60 años ____	
3.	¿Cuántas personas habitan en su hogar? 1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____ 5 o más ____	
4.	¿Qué tipo de residuos desecha con más frecuencia? Restos de alimento ____ Plástico ____ Papel ____ Latas ____ Vidrio ____ Otros (papel higiénico, pañales, etc.) ____	
5.	¿Cuál es el peso (Kg) aproximado de residuos sólidos que desecha al día? 1 a 2 kg ____ 3 a 4 kg ____ 5 o más kg ____	
6.	¿Con que frecuencia elimina los residuos que genera en su hogar? 1 vez por semana ____ 2 vez por semana ____ 3 o más veces por semana ____	
7.	¿Qué método utiliza para eliminar la cantidad de residuos que genera en su hogar? Quemarlos ____ Tirarlos al río ____ Enterrarlos ____	
8.	¿Usted recicla sus residuos sólidos generados? Sí ____ No ____	
9.	Si su respuesta anterior fue si, ¿Qué tipo de residuos sólidos recicla mayormente? No reciclo ____ Plástico ____ Papel ____ Latas ____ Vidrio ____	
10.	¿Sabía usted que existen otros procesos para aprovechar la basura? Sí ____ No ____	
11.	¿Tiene conocimientos de los impactos negativos que ocasiona la basura a la salud? Sí ____ No ____	
12.	¿Participaría en un proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos? Sí ____ No ____	

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 5:
Mapa de los puntos de muestreo.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 6:
Recolección de muestra de los residuos sólidos.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 7:**Registro de peso (kg) del muestreo.**

N° de casas	DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3		DÍA 4		DÍA 5		DÍA 6		DÍA 7	
	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)	Peso orgánico (kg)	Peso inorgánico (kg)
1	0,07	0,02	0,26	0,02	0,19	0,00	0,15	0,00	0,30	0,09	0,24	0,00	0,37	0,00
2	0,64	0,00	0,53	0,00	0,57	0,00	0,76	0,00	0,24	0,07	0,64	0,24	0,46	0,15
3	0,45	0,06	0,37	0,00	0,42	0,03	0,59	0,08	0,49	0,00	0,32	0,00	0,48	0,00
4	0,56	0,00	0,29	0,00	0,28	0,00	0,28	0,00	0,43	0,00	0,39	0,00	0,43	0,03
5	0,36	0,00	0,59	0,00	0,43	0,00	0,43	0,00	0,64	0,20	0,42	0,03	0,30	0,00
6	0,79	0,00	0,87	0,00	1,30	0,31	2,75	0,11	1,56	0,00	0,65	0,24	0,88	0,05
7	0,49	0,00	0,65	0,08	0,68	0,00	0,46	0,20	0,75	0,00	0,24	0,00	0,75	0,13
8	0,49	0,35	0,53	0,00	0,49	0,00	0,47	0,19	0,53	0,04	0,23	0,00	0,42	0,06
9	0,38	0,00	0,54	0,00	0,38	0,02	0,29	0,00	0,34	0,02	0,54	0,00	0,52	0,00
10	0,45	0,00	0,45	0,00	0,30	0,00	0,20	0,00	0,21	0,00	0,11	0,02	0,32	0,00
11	0,58	0,00	0,48	0,00	0,36	0,07	0,37	0,00	0,53	0,07	0,54	0,04	0,29	0,12
12	0,35	0,00	0,43	0,00	0,47	0,00	0,46	0,00	0,43	0,00	0,43	0,00	0,53	0,10
13	0,20	0,00	0,23	0,00	0,20	0,00	0,32	0,00	0,26	0,06	0,16	0,14	0,20	0,06
14	0,88	0,31	0,86	0,00	0,98	0,09	0,73	0,10	1,55	0,00	1,13	0,19	0,78	0,00
15	0,75	0,00	0,77	0,25	0,75	0,00	1,50	0,21	0,86	0,00	0,67	0,00	1,41	0,87
16	0,91	0,26	0,48	0,16	0,45	0,22	0,76	0,30	0,45	0,37	1,36	0,04	1,38	0,20
17	0,68	0,00	0,45	0,00	0,37	0,00	0,75	0,00	0,23	0,06	0,54	0,00	0,35	0,00
18	0,58	0,00	0,53	0,00	0,23	0,00	1,45	0,00	1,42	0,00	2,75	0,00	0,89	1,10
19	0,65	0,00	0,35	0,04	0,65	0,25	0,86	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,75	0,10
20	0,78	0,12	0,86	0,10	0,34	0,07	0,64	0,00	0,64	0,00	0,45	0,00	0,36	0,00
21	0,43	0,00	0,45	0,00	0,21	0,00	0,37	0,05	0,24	0,00	0,53	0,00	0,23	0,00
TOTAL	11,48	1,12	10,96	0,65	10,06	1,06	14,59	1,24	12,75	0,98	12,99	0,94	12,10	2,97

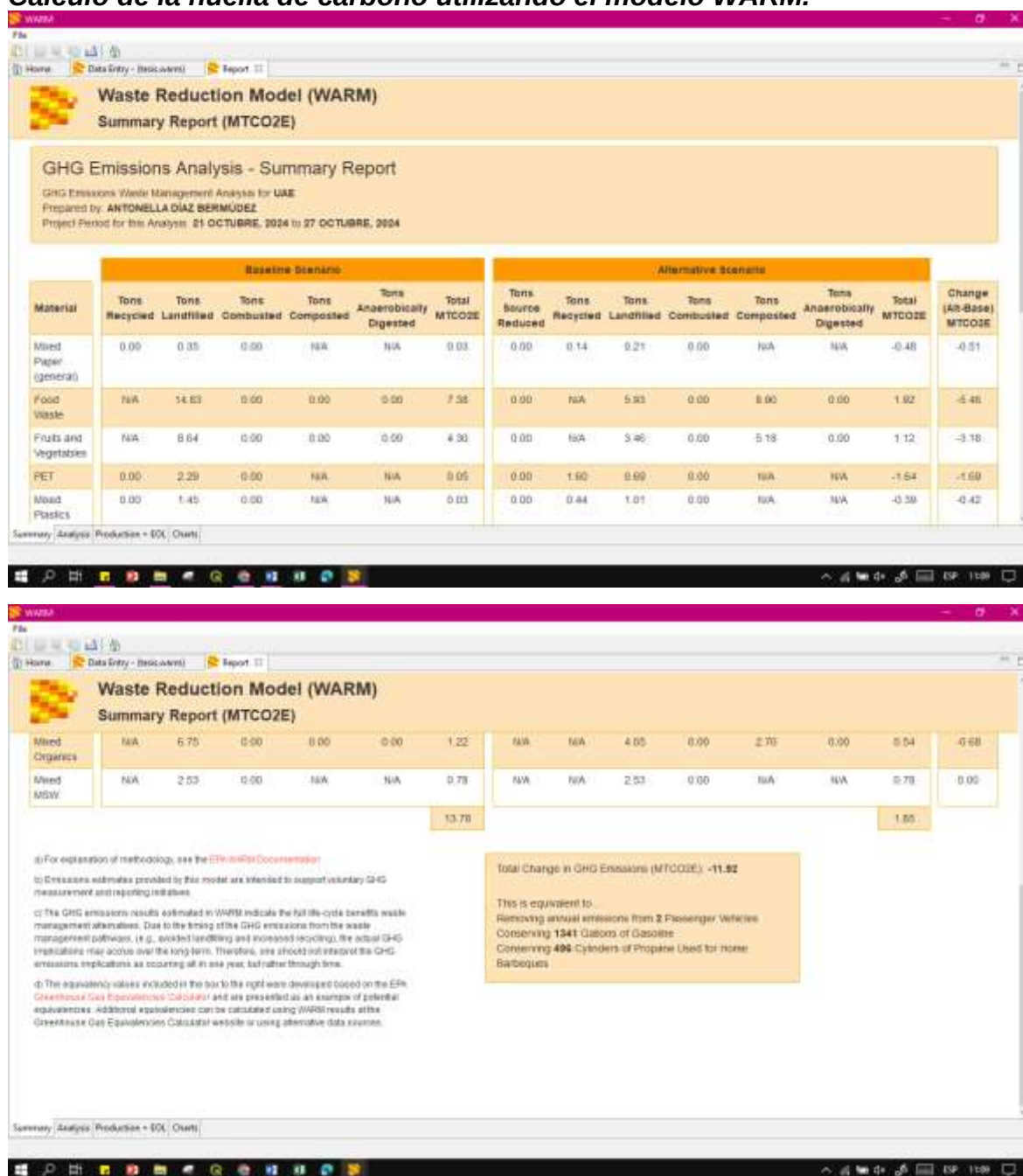
Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 8:***Cálculo de la generación per cápita.***

N° de casas	N° hab.	Total días	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	TOTAL DÍAS	GPC
			Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso total (kg)	Peso Total (kg)	Kg/hab/días
1	1	7	0,09	0,28	0,19	0,15	0,39	0,24	0,37	1,71	0,24
2	3	7	0,64	0,53	0,57	0,76	0,31	0,88	0,61	4,30	0,20
3	2	7	0,51	0,37	0,45	0,67	0,49	0,32	0,48	3,29	0,24
4	2	7	0,56	0,29	0,28	0,28	0,43	0,39	0,46	2,69	0,19
5	2	7	0,36	0,59	0,43	0,43	0,84	0,45	0,30	3,40	0,24
6	4	7	0,79	0,87	1,61	2,86	1,56	0,89	0,93	9,51	0,34
7	3	7	0,49	0,73	0,68	0,66	0,75	0,24	0,88	4,43	0,21
8	2	7	0,84	0,53	0,49	0,66	0,57	0,23	0,48	3,80	0,27
9	2	7	0,38	0,54	0,40	0,29	0,36	0,54	0,52	3,03	0,22
10	4	7	0,45	0,45	0,30	0,20	0,21	0,13	0,32	2,07	0,07
11	2	7	0,58	0,48	0,43	0,37	0,60	0,58	0,41	3,45	0,25
12	2	7	0,35	0,43	0,47	0,46	0,43	0,43	0,63	3,20	0,23
13	1	7	0,20	0,23	0,20	0,32	0,32	0,30	0,26	1,83	0,26
14	4	7	1,19	0,86	1,07	0,83	1,55	1,32	0,78	7,60	0,27
15	4	7	0,75	1,02	0,75	1,71	0,86	0,67	2,28	8,04	0,29
16	4	7	1,16	0,63	0,68	1,06	0,82	1,40	1,58	7,34	0,26
17	4	7	0,68	0,45	0,37	0,75	0,29	0,54	0,35	3,43	0,12
18	4	7	0,58	0,53	0,23	1,45	1,42	2,75	1,99	8,95	0,32
19	3	7	0,65	0,39	0,90	0,86	0,65	0,65	0,85	4,95	0,24
20	4	7	0,90	0,96	0,41	0,64	0,64	0,45	0,36	4,36	0,16
21	2	7	0,43	0,45	0,21	0,42	0,24	0,53	0,23	2,51	0,18
TOTAL			12,59	11,61	11,12	15,83	13,73	13,93	15,07	93,88	4,80

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 9: Cálculo de la huella de carbono utilizando el modelo WARM.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 10:

Plan de gestión integral de residuos sólidos para reducir los gases de efecto invernadero en el recinto La Florida.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 1 de 19

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA REDUCIR LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL RECINTO “LA FLORIDA”

**Versión 01
Octubre, 2024**

Elaborado por:

Antonella Díaz Bermúdez

Revisado por:

Ing. Carlos Ortega O. (Tutor de tesis; UAE)

Aprobado por:

Lic. Fernando Granados Ch. (Coord. de GRED; Cruz Roja del Guayas)

GUAYAQUIL – ECUADOR

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 2 de 19

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) del Recinto “La Florida” constituye una herramienta técnica y operativa para orientar la correcta gestión de los residuos generados en la comunidad. Este documento se formula como parte del proceso de la cuantificación de la huella de carbono mediante el modelo WARM, cuyo análisis permitió identificar los materiales con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI. De esta manera, el PGIRS se construye bajo principios de sostenibilidad, prevención, minimización, valorización y educación ambiental, integrando metas realistas basadas en los resultados cuantitativos obtenidos.

El presente plan se ha estructurado considerando la realidad del recinto, sus dinámicas comunitarias, su volumen de generación de residuos y las oportunidades de mejora identificadas. Asimismo, busca fortalecer la gestión local mediante acciones concretas de separación en la fuente, recolección diferenciada, aprovechamiento de residuos orgánicos y reciclables, y mejora de los procesos de disposición final.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Establecer un plan de gestión integral de residuos sólidos para el Recinto “La Florida” orientado a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, mediante la implementación de prácticas sostenibles, mecanismos de valorización y estrategias de minimización respaldadas por los resultados del modelo WARM.

2.2. Objetivos específicos

- Establecer metas e indicadores basados en la reducción de GEI a través de las estrategias que sugiere el modelo WARM.
- Capacitar a la comunidad para manejar adecuadamente los residuos generados.
- Promover la valorización de los residuos a través de la implementación gradual de sistemas de compostaje y reciclaje.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 3 de 19
01		

3. ALCANCE

El presente Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) tiene un alcance integral, abarcando todas las fases del manejo de residuos (desde la generación hasta la disposición final). Esta estructura completa es esencial para establecer las bases y los procedimientos necesarios que permitan lograr el objetivo de reducción de emisiones de GEI.

No obstante, la modelación cuantitativa de la reducción de emisiones de GEI con la herramienta WARM se centró exclusivamente en las fracciones susceptibles de aprovechamiento (orgánicos y reciclables), debido a la disponibilidad de datos.

4. MARCO LEGAL

- Constitución de la República del Ecuador: Garantiza el derecho a un ambiente sano.
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente: Define normas técnicas para residuos peligrosos y no peligrosos, su almacenamiento, separación y disposición
- NTE INEN 2841 2014-03 Gestión Ambiental: Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.

5. DEFINICIONES

Aprovechamiento y/o valorización: Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

Compost: Proceso natural que transforma los residuos orgánicos en un abono que enriquece el suelo.

Disposición Final: Proceso para tratar o disponer en un lugar los residuos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Gestión de residuos: Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 4 de 19

Manejo integral: Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente.

Minimización: Acción de reducir al mínimo posible la generación de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.

Reciclaje: Toda actividad que permite aprovechar un residuo mediante un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines.

Residuos sólidos no aprovechable: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

Residuos sólidos aprovechables: Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de aprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.

6. PROGRAMAS DE DESARROLLO

Para el cumplimiento del objetivo establecido, el plan de gestión se compone de los siguientes programas:

- Programas de minimización y educación ambiental comunitaria.
- Programa de aprovechamiento y valorización.
- Programa de recolección y transporte.
- Programa de disposición final adecuada.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 5 de 19

6.1. Programa de minimización y educación ambiental comunitaria

Este programa integra las acciones orientadas a reducir la generación de residuos desde el origen, mejorar la separación en la fuente y fortalecer la educación ambiental como herramienta transversal.

6.1.1. Objetivo

Reducir la generación de residuos sólidos en el Recinto “La Florida” mediante actividades educativas y prácticas ambientales.

6.1.2. Medidas planteadas

a. Charlas de sensibilización ambiental

Se capacitará a la comunidad en temas ambientales, con el fin educar y hacer conocer la importancia del consumo responsable, la separación de residuos y la reducción de desechos, mediante presentaciones interactivas, actividades grupales y prácticas.

Tabla 25.

Temarios para charlas de sensibilización ambiental.

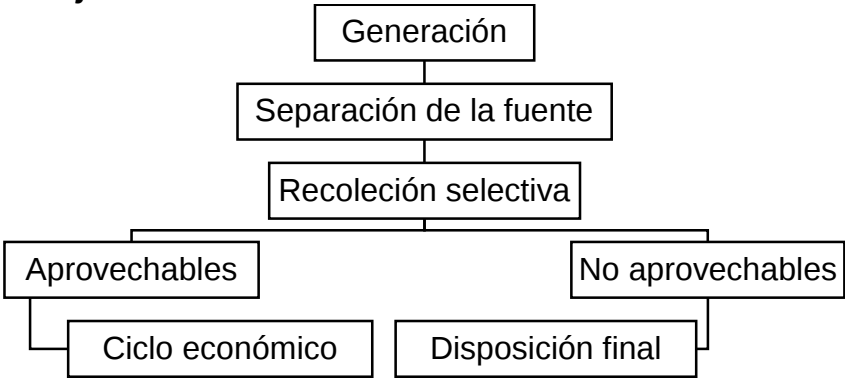
Tema del taller	Objetivo	Duración estimada	Metodología
Introducción al cambio climático y sus efectos locales.	Sensibilizar a la comunidad sobre las causas del cambio climático, y su relación con la gestión de rs.	2 horas	Exposición participativa y explicativa.
Consumo responsable.	Motivar hábitos de consumo sostenible que reduzcan la generación de residuos.	2 horas	Dinámica grupal y análisis de casos cotidianos.
Reducción y aprovechamiento de residuos orgánicos.	Enseñar técnicas básicas de compostaje domiciliario y comunitario para reducir residuos orgánicos.	3 horas	Demostración práctica y elaboración de compost.
Reciclaje y reutilización creativa de materiales.	Fomentar el reciclaje y la reutilización a través de actividades prácticas y creativas.	3 horas	Taller práctico con elaboración de objetos útiles con materiales reciclados.

Elaborado por: La Autora, 2026

El manejo de los residuos sólidos comprende etapas clave: generación, separación y almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Este proceso garantiza una gestión ordenada y ambientalmente responsable.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 6 de 19

Figura 17.
Etapas del manejo de residuos sólidos.



Elaborado por: La Autora, 2026

El manejo de residuos sólidos en su etapa de segregación será en base al código de colores establecido según la INEN 2841.

Tabla 26.
Código de colores de los residuos sólidos.

Residuos	Aprovechable	No aprovechable	Contiene
No reciclables			Todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso.
Orgánicos			Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.
Plásticos			Envases, empaques de plástico, bolsas, etc.
Cartón/Papel			Impresiones, papel, sobres, cajas de cartón, etc.
Vidrio/Metales			Botellas, envases de vidrio, envases de metal, restos de piezas metálicas, etc.
Especiales			Aparatos electrónicos, residuos de construcción, neumáticos, residuos de gran volumen o industriales.
Peligrosos			Pesticidas, pilas que contienen mercurio, residuos médicos, productos químicos industriales o domesticos.

Elaborado por: La Autora, 2026

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 7 de 19

b. Difusión y comunicación digital

Esta medida busca aprovechar los canales de comunicación digitales de uso masivo para garantizar la transferencia de conocimiento continuo y facilitar la interacción bidireccional con la comunidad.

Se creará un grupo comunitario en WhatsApp como canal principal de difusión para enviar material educativo (videos cortos, infografías, audios y recordatorios) sobre separación en la fuente, compostaje y reciclaje.

6.1.3. Metas e indicadores

Las metas planteadas en este programa buscan fortalecer las capacidades de la comunidad para adoptar prácticas de minimización de residuos, separación en la fuente y correcta disposición. Los indicadores permitirán evaluar el nivel de participación de los hogares, la efectividad de las acciones educativas y el grado de avance hacia los porcentajes proyectados en el escenario alternativo del modelo WARM.

Tabla 27.

Metas e indicadores del programa de minimización y educación ambiental comunitaria.

Metas	Indicadores	Medios de verificación
Capacitar al 60% de los hogares del recinto y contar	% de hogares capacitados.	Lista de asistencia a talleres y charlas.
Incentivar que el 50% de los hogares apliquen separación mínima (orgánico/reciclable/no aprovechable).	% reducción de residuos mezclados.	Nivel de conocimiento de la comunidad. Fotografía de las actividades.
Disminuir el 10% el volumen/masa de residuos mezclados recogidos en la recolección general.		

Elaborado por: La Autora, 2026

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 8 de 19

6.1.4. Responsables

- Facilitadores comunitarios.
- Líder comunitario.
- ONG (Cruz Roja del Guayas).

6.1.5. Control y monitoreo

- Interno: Comité del recinto.
- Externo: ONG Cruz Roja del Guayas.

Tabla 28.
Programa de minimización y educación ambiental comunitaria.

PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL COMUNITARIA			
OBJETIVOS: Reducir la generación de residuos sólidos en el Recinto “La Florida” mediante la adopción de prácticas de minimización y fortalecimiento de la educación ambiental comunitaria.			
Medidas planteadas	Metas e Indicadores	Medios de verificación	Responsables
Realización de talleres y charlas educativas sobre: • Cambio climático y sus efectos. • Consumo responsable. • Clasificación y manejo de residuos. • Aprovechamiento de residuos orgánicos. • Reducción del uso de plásticos de un solo uso.	60% de hogares capacitados. 50% reducción de residuos mezclados.	Lista de asistencia a talleres y charlas. Nivel de conocimiento de la comunidad. Fotografía de las actividades.	Facilitadores comunitarios. Líder comunitario ONG (Cruz Roja del Guayas)
Difusión digital de material informativo (volantes, infografías y guías prácticas)			

Elaborado por: La Autora, 2026

6.2. Programa de aprovechamiento y valorización

Este programa tiene como finalidad transformar las fracciones recuperables de los residuos sólidos orgánicos y la valorización de materiales reciclables (principalmente PET y plásticos mixtos), con el fin de reducir los volúmenes destinados a disposición final y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 9 de 19

6.2.1. Objetivo

Incrementar la valorización de los residuos generados en el Recinto “La Florida” mediante la implementación de sistemas de compostaje y reciclaje.

6.2.2. Medidas planteadas

Las acciones planteadas se fundamentan en los porcentajes proyectados por el escenario alternativo: 60% de aprovechamiento para residuos de alimentos y vegetales, 40% para mezcla orgánica, 70% para PET y 30% para plásticos mixtos.

a. Implementación de prácticas de compostaje

Esta medida tiene como objetivo fomentar la transformación de los residuos orgánicos (restos de frutas, verduras, cáscaras y hojas secas) en compost mediante composteras familiares o puntos comunales controlados, evitando la quema y la contaminación del suelo y el agua.

Procedimiento para preparar compostaje:

1. Habilitación del espacio

- Selección de un lugar sombreado, ventilado y protegido de animales.
- Diseño de composteras familiares (balde, bidones, cajas) o comunitarias (jaulas de madera, estructuras con malla, contenedor de plástico).

2. Separación en origen

- Cada hogar separará sus orgánicos: frutas, verduras, restos de cocina, cáscaras, hojas, podas pequeñas.
- Residuos que no se recomienda utilizar: cebolla, hojas de pino, eucalipto, cáscaras de cítricos, restos de comidas, desechos de perros o gatos, carne ni huesos, aceite de la cocina, carbón, vidrio o plástico.

3. Preparación del material

- Los residuos deben trocearse para acelerar la descomposición.
- Se combinarán con material seco: hojas, cartón picado, aserrín.

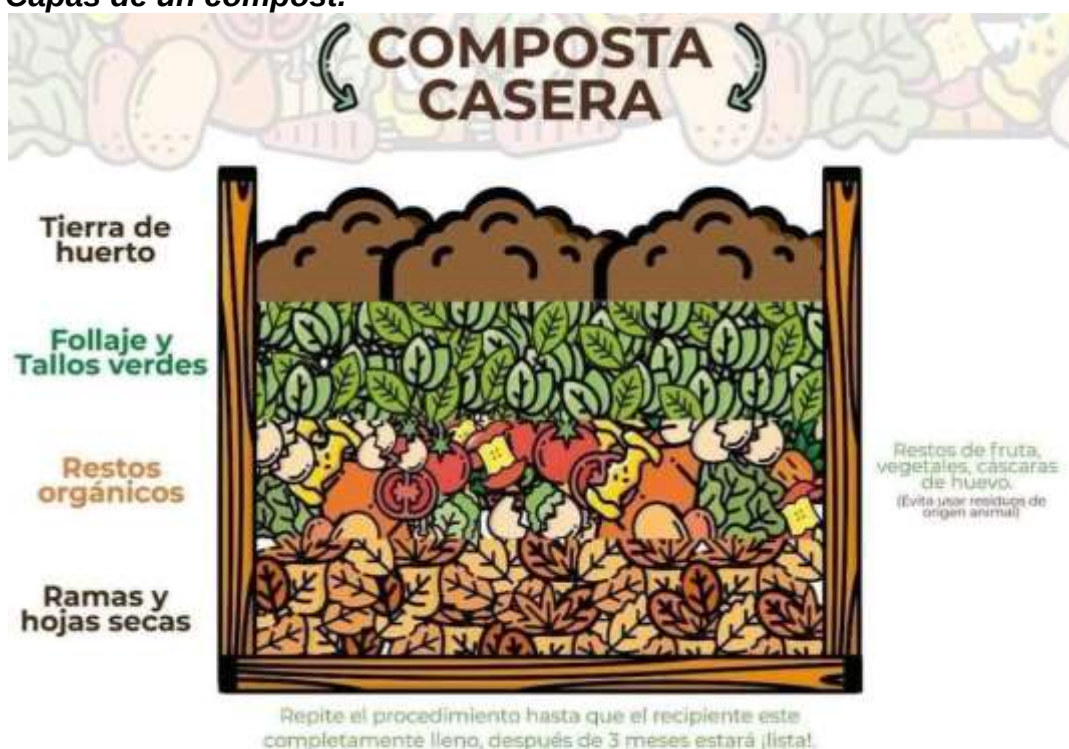
4. Llenado de la compostera

- Primera capa: material seco.
- Segunda capa: residuos orgánicos frescos.
- Tercera capa: material verde.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 10 de 19
01		

- Cubrir siempre con una capa seca para evitar malos olores.

Figura 18.
Capas de un compost.



Fuente: Agromadel, 2021

5. Aireación

- Remover el compost una vez por semana para oxigenarlo.
- Mantener humedad similar a una esponja exprimida (ni seco ni mojado).

6. Tiempo de maduración

- Entre 60–90 días, dependiendo del clima, el compost estará listo cuando tenga olor a tierra y textura homogénea.

b. Creación de huertos familiares

Esta medida se enfoca en promover el uso de materiales reciclados como tachos, baldes o bidones adaptados para elaborar macetas reduciendo los costos e incentiva la creatividad local, debido que, los huertos refuerzan el ciclo completo de valorización, permitiendo usar el compost generado y fomentando la seguridad alimentaria local.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 11 de 19

c. Implementación de contenedores de botellas PET

Se instalarán puntos estratégicos de acopio para cumplir con las metas del modelo WARM (70% de recuperación de PET, 30% de plásticos mixtos y 40% de papel reciclable) para facilitar la recolección de materiales reciclables y se realizará una campaña informativa para sensibilizar sobre los beneficios del reciclaje.

Recursos necesarios

- Jaulas metálicas y malla galvanizada.
- Señalización visible para garantizar correcta separación.

6.2.3. Metas e Indicadores

Para evaluar este programa se considera una ponderación de los porcentajes de reducción modelados en WARM para medir el impacto general a cada grupo de indicadores.

Tabla 29.
Metas e indicadores del programa de aprovechamiento y valorización.

Metas	Indicadores	Medios de verificación
Valorización del 60% de los residuos de alimentos y vegetales mediante compostaje.	% de mezcla orgánica recuperada. N° de composteras operativas.	Fotografía de composteras y huertos implementados.
Recuperación del 70% de botellas PET generadas.	% botellas PET recuperadas.	Cantidad de PET depositados en el contenedor.
Reciclaje del 30% de plásticos mixtos.	% de plásticos mixtos reciclados.	

Elaborado por: La Autora, 2026

6.2.4. Responsables

- Facilitadores comunitarios.
- Líder comunitario.
- ONG (Cruz Roja del Guayas).

6.2.5. Control y monitoreo

- Interno: Comité del recinto.
- Externo: ONG Cruz Roja del Guayas.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 12 de 19

Tabla 30.
Programa de aprovechamiento y valorización.

PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN			
OBJETIVOS: Incrementar la valorización de los residuos generados en el Recinto “La Florida” mediante la implementación de sistemas de compostaje y reciclaje.			
Medidas planteadas	Metas e Indicadores	Medios de verificación	Responsables
Implementación de prácticas de compostaje	60% de mezcla orgánica recuperada.	Lista de asistencia a talleres y charlas.	Facilitadores comunitarios.
Creación de huertos familiares	70% botellas PET recuperadas.	Nivel de conocimiento de la comunidad.	Líder comunitario
Implementación de contenedores de botellas PET	30% de plásticos mixtos reciclados.	Fotografía de las actividades.	ONG (Cruz Roja del Guayas)

Elaborado por: La Autora, 2026

6.3. Programa de recolección y transporte

La recolección y el transporte constituyen una fase esencial del manejo de residuos, ya que garantiza que los residuos no aprovechables, así como los materiales reciclables previamente separados, lleguen a su destino correspondiente sin generar impactos negativos en el ambiente o en la salud humana. En el Recinto “La Florida”, esta etapa requiere fortalecerse debido a que el servicio de recolección es limitado y ocurren prácticas como la quema y enterramiento informal de residuos, ya que no existen rutas ni frecuencias establecidas.

6.3.1. Objetivo

Establecer un sistema comunitario sostenible de recolección y transporte que permita minimizar los impactos negativos en la salud pública y el ambiente.

6.3.2. Medidas planteadas

Estas medidas se alinean con los porcentajes estimados en el escenario alternativo del modelo WARM, garantizando que los residuos no aprovechables (40–70% según tipo) y los reciclables (PET, papel, plásticos) lleguen a sitios adecuados sin afectar el ambiente.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 13 de 19
01		

a. Implementación de tachos diferenciados por hogar

Se impulsará la implementación de un sistema de doble separación en la fuente a nivel domiciliario. Cada vivienda deberá contar con, al menos, dos recipientes herméticos claramente identificados:

- **Recipiente para orgánicos:** Destinado exclusivamente a los residuos susceptibles de compostaje o valorización biológica.
- **Recipiente para residuos no aprovechables:** Destinado únicamente a los residuos de rechazo que serán trasladados a la disposición final.

Para reducir la carga presupuestaria en la comunidad, se fomentará activamente la reutilización de contenedores existentes (como bidones, cubetas o recipientes adaptados) como parte de la estrategia de minimización.

b. Sistema comunitario rotativo para traslado del material reciclables

Esta medida es clave para cumplir con los porcentajes del escenario alternativo: 70% PET, 40% papel, 30% plásticos mixtos valorizados, se propone un sistema de turnos donde cada semana una o dos personas se encarguen de llevar las botellas PET, papel o plásticos mixtos desde el contenedor comunitario hacia un centro de acopio o reciclador.

6.3.3. Metas e Indicadores

Las metas del programa se orientan a fortalecer la separación en la fuente, reducir prácticas inadecuadas de manejo y asegurar el traslado efectivo de materiales aprovechables hacia puntos de acopio comunitarios o externos. Los indicadores permitirán evaluar el grado de participación de los hogares, la funcionalidad del sistema de separación y la eficiencia en la movilización de residuos reciclables, en concordancia con los porcentajes establecidos en el escenario alternativo del modelo WARM.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 14 de 19
01		

Tabla 31.
Metas e indicadores del programa de recolección y transporte.

Metas	Indicadores	Medios de verificación
Alcanzar la separación funcional en al menos el 60% de los hogares.	% de hogares que utilizan tachos diferenciados.	Fotografía de hogares con tachos diferenciados.
Garantizar que el 70% del PET y 40% del papel reciclable llegue al acopio.	% de materiales aprovechables efectivamente transportados.	

Elaborado por: La Autora, 2026

6.3.4. Responsables

- Facilitadores comunitarios.
- Líder comunitario.
- ONG (Cruz Roja del Guayas).

6.3.5. Control y monitoreo

- Interno: Comité del recinto.
- Externo: ONG Cruz Roja del Guayas.

Tabla 32.
Programa de recolección y transporte.

PROGRAMA DE RECOLECCIÓN Y TRASPORTE			
OBJETIVOS: Establecer un sistema comunitario sostenible de recolección y transporte que permita minimizar los impactos negativos en la salud pública y el ambiente.			
Medidas planteadas	Metas e Indicadores	Medios de verificación	Responsables
Implementación de tachos diferenciados por hogar.	60% de hogares que utilizan tachos diferenciados.	Fotografía de hogares con tachos diferenciados	Facilitadores comunitarios.
Sistema comunitario rotativo para traslado del material reciclables.	70% de materiales aprovechables efectivamente transportados.	.	Líder comunitario ONG (Cruz Roja del Guayas)

Elaborado por: La Autora, 2026

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 15 de 19

6.4. Programa de disposición final

La correcta disposición final de los residuos no aprovechables (rechazo) es un componente esencial para minimizar los impactos ambientales, sanitarios y sociales asociados a la gestión inadecuada de desechos en el Recinto “La Florida”. Aunque el modelo WARM demostró que gran parte de los residuos pueden ser valorizados mediante compostaje y reciclaje, siempre permanece una fracción que necesariamente debe ser llevada a un sitio autorizado. Este programa garantiza que dicha fracción llegue de manera segura y controlada a su destino final, evitando prácticas comunes como la quema, el enterramiento o el arrojo en zonas naturales, que actualmente contribuyen significativamente a las emisiones de GEI y contaminación del entorno.

6.4.1. Objetivo

Instruir a la comunidad para la correcta disposición final adecuada de los residuos no valorizables generados, mediante mecanismos comunitarios que eviten la quema, el enterramiento y el vertido, contribuyendo así a la reducción de emisiones de GEI.

6.4.2. Medidas planteadas

Esta medida busca reforzar la corresponsabilidad de los hogares, fomentar el cumplimiento de buenas prácticas y garantizar que los residuos no aprovechables sean llevados únicamente al punto de acopio y posteriormente a disposición final autorizada.

a. Incentivar a las familias prácticas de correcta disposición final

Para reducir la dependencia total del GAD, se incentiva que cada hogar aproveche al cantón Salitre para llevar pequeñas cantidades de residuos no reciclables en bolsas cerradas a los contenedores públicos o al centro de disposición municipal.

Una vez que los contenedores destinados para el acopio de botellas PET se encuentren llenos, el material será trasladado hacia centros de acopio o recicladores autorizados para su comercialización.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 16 de 19

Los ingresos generados por la venta del material reciclable serán administrados por el comité ambiental del recinto, destinándose al fortalecimiento de actividades comunitarias y ambientales, promoviendo así la sostenibilidad económica y el compromiso colectivo con la gestión adecuada de los residuos.

Para garantizar una gestión adecuada de los residuos no reciclables en el Recinto La Florida, se establecen las siguientes etapas de manejo, que permitirán reducir las malas prácticas como la quema o disposición inadecuada en el entorno. Estas acciones buscan promover la responsabilidad compartida entre los habitantes y asegurar que los desechos lleguen a una disposición final segura y ambientalmente responsable:

- **Almacenamiento**

Cada vivienda almacenará únicamente los residuos no reciclables en recipientes cerrados (tachos, baldes o fundas gruesas). Se fomentará mantenerlos secos y limpios para evitar malos olores y proliferación de vectores.

- **Transporte**

Los moradores se turnarán o de manera individual deberán llevar los residuos al punto de transferencia más cercano donde el GAD municipal tenga cobertura o al relleno sanitario de Salitre.

- **Disposición final**

Los residuos recolectados serán entregados al relleno sanitario de Salitre o a un punto de transferencia autorizado, evitando su quema o vertido en ríos. El comité ambiental verificará que los residuos lleguen a destino y mantendrá registro de cada entrega.

6.4.3. Metas e Indicadores

La meta es garantizar el cumplimiento de los porcentajes establecidos en el escenario alternativo del modelo WARM para disposición final, asegurando que solo los residuos no valorizables sean enviados al relleno sanitario.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 17 de 19
01		

Tabla 33.***Metas e indicadores del programa de disposición final.***

Metas	Indicadores	Medios de verificación
Reducir en un 50% las prácticas de quema, entierro o acumulación informal.	% de hogares participantes.	Disminución de prácticas inadecuadas.

Elaborado por: La Autora, 2026**6.4.4. Responsables**

- Facilitadores comunitarios.
- Líder comunitario.
- ONG (Cruz Roja del Guayas).

6.4.5. Control y monitoreo

- Interno: Comité del recinto.
- Externo: ONG Cruz Roja del Guayas.

Tabla 34.***Programa de disposición final.***

PROGRAMA DE DISPOSICIÓN FINAL			
OBJETIVOS: Instruir a la comunidad para la correcta disposición final adecuada de los residuos no valorizables generados, mediante mecanismos comunitarios que eviten la quema, el enterramiento y el vertido, contribuyendo así a la reducción de emisiones de GEI.			
Medidas planteadas	Metas e Indicadores	Medios de verificación	Responsables
Reducir en un 50% las prácticas de quema, entierro o acumulación informal.	50% de hogares participantes.	Disminución de prácticas inadecuadas.	Facilitadores comunitarios. Líder comunitario

Elaborado por: La Autora, 2026**7. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN**

En la presente sección, se describen las directrices establecidas para realizar el continuo seguimiento del plan de gestión integral de residuos sólidos con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos y metas planteadas, la implementación del plan, así como para detectar oportunidades de mejora que permitan realizar los ajustes de manera oportuna.

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		
01		Página 18 de 19

7.1. Objetivo

Evaluar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en cada programa del plan de gestión integral de residuos sólidos.

7.2. Alcance

Cumplir con el 100% de los requisitos establecidos en los componentes del PGIRS, así como con sus objetivos y metas.

7.3. Presupuesto estimado

Duración del proyecto: 2 meses

Frecuencia: 1 visita semanal.

Tabla 35.
Presupuesto estimado para la implementación.

Item	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Materiales para capacitación	Afiches, marcadores, hojas, adhesivos, etc.	1 lote	\$50,00	\$50,00
Alimentación	Alimentación (6 personas por visita)	48 unidades	\$3,50	\$168,00
Transporte	Desplazamiento del equipo facilitador	8 viajes	\$30,00	\$240,00
Contenedor para residuos orgánicos	De material plástico	1 unidad	\$45,00	\$45,00
Contenedor para botellas PET	Elaborado con estructura metálica	2 unidades	\$40,00	\$80,00
Malla metálica Galvanizada	Acero inoxidable	20 metros	\$120,00	\$120,00
Semillas	Semillas de hortalizas y vegetales	15 unidades	\$3,50	\$52,50
Bandeja para germinación	De material plástico	10 unidades	\$3,00	\$30,00
Materiales/herramientas	Brochas, pintura, etc.	1 lote	\$25,00	\$25,00
Otros materiales de apoyo	Guantes, mascarillas, bolsas adicionales	1 lote	\$25,00	\$25,00
			Total	\$835,50

Elaborado por: La Autora, 2026

Fecha Elaboración:	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	PL_GIRS_01
Octubre, 2024		
Versión:		Página 19 de 19
01		

7.4. Cronograma de implementación

El cronograma de implementación se desarrollará en un periodo de dos meses, con una visita semanal. Las actividades se planificaron de forma secuencial, iniciando con la capacitación de voluntarios y continuando con talleres, construcción de contenedores, entrega de semillas y seguimiento de resultados.

Tabla 36.
Cronograma de implementación.

Actividades	Responsables	Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Capacitación a voluntarios de Cruz Roja	Cruz Roja del Guayas								
Socialización del proyecto con el comité del recinto	Cruz Roja del Guayas								
Charla de sensibilización sobre cambio climático, manejo de residuos	Cruz Roja del Guayas								
Taller sobre manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos (compost)	Cruz Roja del Guayas, Comunidad								
Construcción de contenedores para botellas PET	Cruz Roja del Guayas, Comunidad								
Entrega de semillas y germinación	Cruz Roja del Guayas, Comunidad								
Seguimiento y evaluación de resultados	Cruz Roja del Guayas, Comunidad								

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 11:
Implementación del PGIRS.

INFORME DE IMPLEMENTACIÓN								
PROYECTO	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA REDUCIR LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL RECINTO “LA FLORIDA”							
CÓDIGO	PL_GIRS_01							
PERIODO	Del 14 de noviembre, 2024 - 19 enero del 2025							
PROVINCIA	Guayas	CANTÓN	Salitre	PARROQUIA	Recinto La Florida			
ACTIVIDADES EJECUTADAS	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN							
	SEMANA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Capacitación a voluntarios de Cruz Roja.	x							
Socialización del proyecto con el comité del recinto.		x	x					
Charla de sensibilización sobre cambio climático, manejo de residuos.			x	x				
Taller sobre manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos (compost).					x	x		
Construcción de contenedores para botellas PET.					x	x		
Entrega de semillas y germinación de plántulas.					x	x		
Seguimiento y evaluación de resultados.							x	x
EVALUACIÓN DE RESULTADOS								
Durante la implementación se observó un incremento del 70% en la participación comunitaria. Las familias demostraron interés y compromiso con la separación de residuos y el aprovechamiento de materiales reciclables. El volumen de residuos mezclados se redujo notablemente, destacando el reaprovechamiento de residuos orgánicos para compost y la disminución del plástico PET desechado. Asimismo, se fortaleció la coordinación entre la comunidad para la continuidad del plan.								
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS								
- Mantener un seguimiento mensual de las familias participantes para reforzar hábitos y monitorear resultado. - Ampliar el número de hogares beneficiados en futuras fases del proyecto. - Gestionar convenios con recicladores o gestores autorizados para el retiro de materiales PET. - Promover campañas de sensibilización periódicas sobre cambio climático y residuos sólidos.								
REGISTRO FOTOGRÁFICO								
								
FIGURA 1				FIGURA 2				
Capacitación a voluntarios de la Cruz Roja del Guayas.				Socialización del plan con el comité del Recinto “La Florida”.				

	
FIGURA 3 Charla de sensibilización sobre cambio climático y manejo de residuos.	FIGURA 4 Taller práctico de separación de residuos orgánicos.
	
FIGURA 5 Construcción de contenedores para botellas PET.	FIGURA 6 Taller práctico de preparación de compost comunitario.
	
FIGURA 7 Construcción de contenedores para botellas PET.	FIGURA 8 Germinación de semillas.
	
FIGURA 9 Contenedor lleno de botellas PET.	FIGURA 10 Elaboración de macetas recicladas.
	
FIGURA 11 Huerto familiar a partir de compost.	FIGURA 12 Seguimiento a familias participantes.
Elaborado por: Antonella Díaz B.	
Revisado por: Ing. Carlos Ortega O.	
Aprobado por: Lic. Fernando Granados Ch.	
Elaborado por: La Autora, 2026	