



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz en el periodo 2025-2028

Valle, P; Guillén, I.

Tutora

Dra. Tamara Iveth Pérez Rodríguez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional de Estelí
CUR-Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento ciencias Tecnológicas y Salud

**Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos
comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina,
departamento de Madriz en el periodo 2025-2028**

Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingenieros Ambientales

Autores

Pablo José Valle Molina

Ileana Karina Guillén Marín

Tutora

Dra. Tamara Iveth Pérez Rodríguez

Noviembre, 2025



Dedicatoria

Con el corazón lleno de gratitud, dedicamos este trabajo a quienes, con su amor, apoyo y ejemplo, han sido nuestra mayor inspiración y fuerza para alcanzar esta meta.

A ti, mamá Eloísa del Socorro Molina Vásquez, por ser un faro de fortaleza, amor y perseverancia, guiando siempre con paciencia y confianza; y a ti, Julio Rafael Berrios Noguera, por tu apoyo constante, tus consejos sabios y por estar presente en los momentos más significativos, brindando siempre el aliento necesario para seguir adelante.

Pablo José Valle Molina

A la memoria de padre Mauricio José Guillén González (†), guía perfecto que me enseñó a lidiar con la vida y que, aunque ya no está físicamente, sigue siendo mi fuerza. A mi mamá, Xiomara Carolina Marín Castellón, por ser mi apoyo más grande y por su amor.

A mis hermanas Rebeca, Aniuska, y en especial a María Nazareth, gracias por acompañarme, por escucharme, por aconsejarme y por estar ahí siempre. Ustedes han sido parte esencial de este camino.

Y a mi novio, Sahid Garmendia, gracias por estar, por tu apoyo y por acompañarme en este proceso con paciencia y cariño.

A cada uno de ustedes, con todo mi corazón, les dedico este logro.

Ileana Karina Guillén Marín

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa de mi formación.

En segundo lugar, a nuestros padres, por su apoyo constante y guía en todo momento.

Al Centro Universitario Regional de Estelí, Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama” por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales con valores.

A nuestros maestros que formaron parte de nuestro aprendizaje, especialmente a Rigoberto Olivas, Oscar Rafael Lanuza, Verónica Ruiz y María Carolina Corrales, por su dedicación, enseñanza y orientación durante el desarrollo de esta investigación.

A todos ellos muchas gracias. Pablo José Valle Molina, Ileana Karina Guillén Marín



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 25 de noviembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz en el periodo 2025-2028”**, elaborado por los estudiantes:

GUILLEN MARIN ILEANA KARINA

21508651

VALLE MOLINA PABLO JOSE

21509400

Estudiantes de la carrera de **Ingeniería Ambiental** hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

Dra. Tamara Iveth Pérez Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0002-7039-0484>

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC.

Resumen

La gestión inadecuada de los residuos sólidos en el municipio de Palacagüina representa una problemática creciente debido al incremento poblacional y a la limitada capacidad operativa del sistema municipal. El objetivo de la investigación fue diseñar una propuesta técnica para un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana. Estudio descriptivo, no experimental y transversal, desarrollado bajo el enfoque crítico-social. La caracterización de residuos se realizó en el mercado municipal, obteniendo una muestra total de 800 kg, donde el 91% correspondió a materia orgánica, 4.96% a plástico y 4.4% de otros residuos, evidenciando un alto potencial de valorización. El diagnóstico reveló deficiencias significativas: infraestructura limitada, poca separación en la fuente, escaso control operativo y un vertedero con manejo inadecuado. La propuesta técnica plantea metas orientadas a la sostenibilidad municipal: reducir en un 60% los residuos enviados al vertedero, alcanzar un 90% de clasificación adecuada y lograr un 80% de aprovechamiento de residuos orgánicos, además de disminuir vectores y malos olores. Estas acciones permitirán mejorar la eficiencia del sistema, disminuir la presión sobre el sitio de disposición final y fortalecer la participación comunitaria en prácticas de gestión responsable. En conclusión, el estudio permitió identificar las debilidades estructurales del sistema actual y formular una propuesta integral que promueve sostenibilidad ambiental, optimización de recursos y fortalecimiento institucional para mejorar el manejo de los residuos sólidos en Palacagüina.

Palabras claves: Gestión integral; Residuos sólidos; Caracterización; Sostenibilidad; Clasificación; Valorización.

Abstract

The inadequate management of solid waste in the municipality of Palacagüina represents a growing problem due to population growth and the limited operational capacity of the municipal system. The objective of the research was to design a technical proposal for a comprehensive management plan for common solid waste in urban areas. This was a descriptive, non-experimental, cross-sectional study developed from a critical-social perspective. Waste characterization was carried out in the municipal market, obtaining a total sample of 800 kg, of which 91% was organic matter, 4.96% was plastic, and 4.4% was other waste, showing high potential for recovery. The diagnosis revealed significant deficiencies: limited infrastructure, poor separation at source, poor operational control, and an inadequately managed landfill. The technical proposal sets out goals aimed at municipal sustainability: reducing waste sent to landfill by 60%, achieving 90% proper sorting, and achieving 80% utilization of organic waste, in addition to reducing vectors and odors. These actions will improve the efficiency of the system, reduce pressure on the final disposal site, and strengthen community participation in responsible management practices. In conclusion, the study identified the structural weaknesses of the current system and formulated a comprehensive proposal that promotes environmental sustainability, resource optimization, and institutional strengthening to improve solid waste management in Palacagüina.

Keywords: Comprehensive management; Solid waste; Characterization; Sustainability; Sorting; Recovery.

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
2.1. Antecedentes Internacionales	3
2.2. Antecedentes nacionales.....	4
2.3. Antecedente local	4
3. Planteamiento del problema	6
4. Justificación.....	7
5. Objetivos de investigación	9
5.1. Objetivo General.....	9
5.2. Objetivos específicos.....	9
6. Limitaciones del estudio.....	10
7. Hipótesis	11
8. Operacionalización de Variables	12
9. Marco teórico	13
9.1. Desechos sólidos comunes	13
9.2. Clasificación:	14
9.2.1. Orgánicos	14
9.2.2. Inorgánicos	14
9.2.3. Reciclables	15
9.2.4. No reciclables	15
9.3. Composición: volumen y densidad.	15
9.4. Ciclo de vida de los residuos.....	16
9.5. Residuos municipales	17

9.5.1.	Gestión de los residuos solidos municipales	17
9.5.2.	Generación	18
9.5.3.	Almacenamiento.....	18
9.5.4.	Recolección.....	18
9.5.5.	Transporte.....	18
9.5.6.	Tratamiento.....	19
9.5.7.	Disposición final.....	19
9.6.	Técnicas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	19
9.6.1.	Compostaje	19
9.6.2.	Biodigestión	19
9.7.	Plan de gestión integral de los residuos solidos.....	20
9.7.1.	Funciones y objetivos	20
9.7.2.	Características de un plan exitoso.	20
9.7.3.	Modelo de referencia	21
9.8.	Marco legal.....	21
9.8.1.	Políticas nacionales de residuos.....	21
9.8.2.	Normativa ambiental aplicable.....	22
9.8.3.	Normas técnicas municipales	22
10.	Diseño metodológico	24
10.1.	Tipo de investigación	24
10.2.	Población y selección de la muestra.....	26
10.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	26
10.4.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	29

10.5.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	30
-------	---	----

11. Análisis y discusión de resultados 31

11.1.	Caracterización de los residuos sólidos del mercado	31
-------	---	----

11.1.1.	<i>Cantidad de residuos recolectados por día</i>	31
---------	--	----

31

11.1.2.	<i>Composición de los residuos sólidos</i>	32
---------	--	----

11.2.	Diagnóstico de la situación actual	33
-------	------------------------------------	----

11.2.1.	<i>Descripción general del sistema de manejo de los residuos sólidos</i>	33
---------	--	----

11.2.2.	<i>Frecuencia de recolección y generación de residuos</i>	33
---------	---	----

11.2.3.	Disposición final	34
---------	-------------------	----

11.2.4.	Infraestructura y recursos	34
---------	----------------------------	----

11.3.	Propuesta técnica	36
-------	-------------------	----

11.3.1.	Introducción	36
---------	--------------	----

11.3.2.	Objetivos	38
---------	-----------	----

11.3.3.	Gestión de residuos sólidos en el mercado municipal	38
---------	---	----

11.3.4.	Educación y monitoreo	41
---------	-----------------------	----

11.3.5.	Resultados esperados en el municipio	45
---------	--------------------------------------	----

11.3.6.	Diseño técnico del relleno sanitario	46
---------	--------------------------------------	----

❖	Impermeabilización de la base	46
---	-------------------------------	----

❖	Sistema de drenaje y manejo de lixiviados	46
---	---	----

❖	Captación y manejo del biogás	47
---	-------------------------------	----

❖	Coberturas Operativas	47
---	-----------------------	----

❖	Infraestructura complementaria del sitio	47
---	--	----

Garita de control:	48
Vías internas:	48
Centro de recuperación de materiales:	48
Cerca perimetral:	48
Área para residuos especiales:.....	48
❖ Operación del relleno sanitario	51
Compactación de residuos:.....	51
Disposición por celdas:.....	51
Control operativo:.....	51
Seguridad laboral:.....	52
11.3.7. Resultados esperados	53
Beneficios ambientales.....	53
Beneficios sociales	53
Beneficios económicos.....	53
12. Conclusiones.....	54
13. Recomendaciones.....	56
14. Referencias	58
15. Anexos.....	62
15.1. Instrumentos para la recolección de datos	62
15.1.1. Plantilla de registro de campo – método de cuarteo	62
62	
15.1.2. Entrevista semiestructurada	66
66	

15.1.3. Checklist de evaluación del manejo y condiciones del sitio de disposición Final.	70
15.1.4. Ficha de revisión documental.....	73
15.2. Validación de los instrumentos	75
15.3. Fotografías del area de estudio	78
79	
79	

Índice de tablas

Tabla 1. Operalización de variables.....	12
Tabla 2. Técnicas, instrumentos y procedimiento para la recolección de datos mediante el método de cuarteo.	26
Tabla 3. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante la entrevista.....	27
Tabla 4. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante la observación.....	27
Tabla 5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante el análisis documental.....	28

Índice de figuras

Figura 1. Mapa del casco urbano de Palacagüina.	24
Figura 2. Cantidad de residuos sólidos generados por día.....	31
Figura 3. Caracterización de los residuos generados en el mercado de Palacagüina.	32
Figura 4. Mapa actual de micro ruteo.....	34
Figura 5. Propuesta de gestión integral de los desechos sólidos.....	37
Figura 6. Mercado municipal de Palacagüina	78
Figura 7. Proceso de caracterización de los residuos	79
Figura 8. Disposición final.....	80

1. Introducción

La producción de desechos sólidos domésticos ha aumentado considerablemente en los últimos años según Solorzano (2024) La problemática originada por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se está agravando prácticamente en casi todas las ciudades del mundo. Esto se debe a varios factores, uno de los principales es el crecimiento poblacional dado que el aumento de la población conlleva un incremento proporcional en la tasa de generación de residuos sólidos.

La creciente generación de residuos sólidos se ha convertido en un desafío ambiental y sanitario de gran magnitud. En la capital de Nicaragua se encuentran al menos 70 vertederos ilegales lo que ha disminuido la calidad de vida y el buen desarrollo del plan de sostenibilidad medio ambiental (Onda Local , 2024). En la ciudad de Managua ya se cuenta con un plan integral de gestión de residuos sólidos, existe una planta de tratamiento para la clasificación de los desechos y como disposición final se tiene un relleno sanitario.

En el municipio de Palacagüina departamento de Madriz, ubicado al norte de Nicaragua existe un plan de gestión integral de residuos sólidos y un relleno sanitario, no obstante, contiene deficiencias en su diseño y operación, lo que resalta la necesidad de caracterizar los desechos. De acuerdo con nombre y apellido del autor (año) (CAMPUZANO VERA et al., 2025). La caracterización de desechos no solo consiste en identificar los tipos y cantidades de residuos originados, sino que también proporciona la ejecución de habilidades de gestión más adecuadas, como el reciclaje, la reutilización y la disposición final de manera segura y sostenible.

Por ello, la presente tesis se centra en la propuesta de mejora al plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes del área urbana de Palacagüina, con el objetivo de diagnosticar el estado actual del sistema de recolección, transporte y disposición final, identificar deficiencias técnicas, operativas y normativas, plantear algunas alternativas sostenibles que incluyan la clasificación de residuos en origen, el compostaje de desechos orgánicos y la participación de la comunidad.

A lo largo del trabajo se analizará el plan vigente, los resultados, de la caracterización de residuos y las estrategias de mejoras propuestas, con el propósito de fortalecer la gestión

ambiental y promover un manejo responsable de los desechos sólidos en la municipalidad, comunidad y zonas aledañas.

2. Antecedentes

Es esencial considerar el contexto histórico para comprender y diseñar un plan integral que permita la gestión efectiva de los residuos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, ubicado en el departamento de Madriz, entre 2025 y 2028. Al analizar las regulaciones ambientales actuales, así como las circunstancias particulares del territorio y los conocimientos obtenidos en la gestión de residuos, se logra entender con mayor exactitud una situación compleja que afecta tanto el equilibrio natural como la salud pública. A pesar de los esfuerzos realizados por las instituciones y la comunidad, siguen persistiendo fallas en la recolección, el manejo y la disposición final de los residuos. Por este motivo, el análisis preliminar no solo revela las diferencias.

Antecedentes Internacionales

Ubillús-Farfán, S. W. et al., (2024) realizaron una revisión literaria titulada Estrategias aplicadas en la gestión de residuos sólidos en Latinoamérica, con el objetivo de identificar las prácticas más efectivas implementadas en contextos urbanos de países como Perú, Colombia y México. El estudio se llevó a cabo en Trujillo, Perú, y se basó en el análisis documental de 35 investigaciones académicas publicadas entre 2015 y 2023. La metodología fue cualitativa, centrada en el análisis temático de estrategias como la recolección diferenciada, el compostaje comunitario y la educación ambiental. Los resultados evidenciaron que los municipios con mayor éxito en la gestión de residuos integran a la comunidad en el proceso y cuentan con planes estructurados y sostenibles. Los autores concluyen que la planificación participativa y el enfoque territorial son claves para mejorar la eficiencia del manejo de residuos.

Najar Marín (2024), en su tesis Manejo de residuos sólidos en zonas urbanas en América Latina, desarrollada en Santa Ana, Misiones (Argentina), tuvo como objetivo evaluar las políticas municipales de gestión de residuos en ciudades pequeñas. La muestra incluyó cinco municipios con menos de 50,000 habitantes. Se utilizó una metodología comparativa con enfoque mixto, combinando encuestas a funcionarios municipales y análisis de indicadores ambientales. Los resultados mostraron que la falta de planificación técnica y la escasa inversión en infraestructura son factores recurrentes en la ineficiencia del sistema.

La conclusión principal fue que los municipios deben contar con planes de gestión integral que incluyan diagnóstico, cronograma de acciones y evaluación periódica.

Antecedentes nacionales

Lacayo Rojas (2021), en su tesis Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Mateare, Departamento de Managua (2020–2029), tuvo como objetivo diseñar un plan municipal para mejorar el manejo de residuos sólidos. El estudio se realizó en Mateare y la muestra incluyó personal técnico de la alcaldía, líderes comunitarios y habitantes del casco urbano. Se aplicó una metodología participativa con entrevistas, encuestas y observación directa. Los resultados mostraron que el municipio carecía de rutas eficientes de recolección, puntos de acopio adecuados y programas de educación ambiental. La autora concluyó que un plan integral debe contemplar la reorganización del sistema de recolección, la capacitación comunitaria y la creación de alianzas interinstitucionales.

UNAN-León (2022) desarrolló la investigación Gestión de residuos sólidos en zonas urbanas: análisis de amenazas ambientales, con el objetivo de identificar los principales riesgos ambientales derivados del manejo inadecuado de residuos en municipios del occidente de Nicaragua. La muestra incluyó tres municipios urbanos y se aplicó una metodología cualitativa basada en entrevistas a técnicos ambientales y revisión de documentos municipales. Los resultados evidenciaron que la falta de normativas locales, la escasa fiscalización y la baja conciencia ciudadana son factores que agravan la problemática. La conclusión fue que los municipios deben fortalecer sus capacidades institucionales y promover la educación ambiental como eje transversal.

Antecedente local

Hasta el momento, no se han localizado estudios universitarios que desarrollen de manera puntual el tema “Diseño de un plan para la gestión integral de residuos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz, entre 2025 y 2028”. Aunque existen antecedentes que exploran el diagnóstico general sobre el manejo de residuos en esta localidad, ninguno ha planteado una propuesta concreta que articule acciones sostenibles, objetivos específicos y estrategias adaptadas al contexto urbano durante ese lapso. Esta ausencia revela una laguna investigativa que, si bien podría deberse a limitaciones institucionales, falta de continuidad en los procesos o escasa priorización del

tema, también abre una ventana de oportunidad para contribuir con una iniciativa novedosa, pertinente y alineada con las necesidades reales del municipio. Por tanto, el presente estudio no solo responde a una demanda técnica y social, sino que también se proyecta como un aporte significativo al fortalecimiento de la gestión ambiental local.

3. Planteamiento del problema

En las zonas urbanas de Nicaragua, administrar residuos sólidos representa un gran desafío medioambiental y sanitario, especialmente en los municipios con restricciones económicas y técnicas, como Palacagüina, ubicado en el departamento de Madriz. Aunque se han fomentado acciones institucionales para luchar contra prácticas perjudiciales, como el incendio al aire libre, el desecho sin control en vertederos o la acumulación de basura en espacios públicos, estas iniciativas no han logrado instaurar hábitos higiénicos sostenibles entre los habitantes. Esto continúa teniendo un efecto perjudicial sobre la salud de la comunidad y el medio ambiente.

Según muchos estudios realizados en contextos parecidos, la escasa preparación en términos ambientales, la débil relación entre los actores locales y la falta de una planificación integral eficiente se han señalado como elementos esenciales en el manejo ineficaz de residuos sólidos. En cuanto a Palacagüina, el análisis de los documentos municipales y las entrevistas realizadas con especialistas de la alcaldía indican que no existe un plan vigente para 2025-2028 que contemple acciones sostenibles, ni protocolos concretos para la evaluación de residuos reciclables o la participación ciudadana.

El no aplicar un enfoque completo en la administración de los desechos sólidos comunes compromete no solo la calidad de vida de los habitantes del lugar, sino también el cumplimiento de las metas nacionales para el desarrollo sostenible. Por esta razón, es imprescindible elaborar un plan que se adapte a la realidad del municipio, incorporando criterios técnicos, sociales y ambientales. Este plan debe permitir establecer una hoja de ruta exacta para optimizar el sistema de gestión de residuos en el área urbana de Palacagüina de manera gradual.

Pregunta principal de investigación:

¿Cómo diseñar un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes que responda a las necesidades técnicas, ambientales y sociales del área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz, durante el periodo 2025–2028?

4. Justificación

La presente investigación sobre el diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz, para el periodo 2025–2028, responde a una necesidad urgente de abordar los problemas ambientales y sanitarios derivados del manejo inadecuado de residuos. En un contexto donde el crecimiento urbano no ha sido acompañado por una planificación eficiente en la gestión de desechos, esta propuesta adquiere relevancia estratégica para el desarrollo sostenible del municipio.

Desde el punto de vista de la importancia, el estudio contribuye a fortalecer las capacidades locales para enfrentar una problemática que afecta directamente la salud pública, la calidad del entorno y el bienestar de la población. La acumulación de residuos, la quema a cielo abierto y la falta de infraestructura adecuada son prácticas comunes que requieren soluciones técnicas, educativas y organizativas.

La conveniencia de realizar esta investigación radica en que actualmente el municipio carece de un plan actualizado y contextualizado que articule acciones concretas para el manejo de los desechos sólidos. A través del análisis de documentos municipales, entrevistas con expertos locales y revisión de experiencias similares en otros municipios, se ha identificado una oportunidad para proponer un modelo de gestión que sea viable, participativo y adaptable a las condiciones reales de Palacagüina.

En cuanto a la relevancia social, el estudio busca generar impactos positivos en la comunidad mediante la promoción de prácticas responsables, la inclusión de actores locales en la toma de decisiones y la mejora de los servicios públicos relacionados con la recolección, tratamiento y disposición final de residuos. La participación ciudadana y la educación ambiental serán pilares fundamentales del plan propuesto, lo que permitirá fomentar una cultura de sostenibilidad y corresponsabilidad.

Los aportes teóricos de la investigación se centran en la aplicación de conceptos clave como la gestión integral de residuos, el ciclo de vida de los productos, la economía circular y la gobernanza ambiental. Estos marcos permitirán contextualizar el problema y fundamentar las estrategias propuestas desde una perspectiva interdisciplinaria.

Finalmente, los aportes metodológicos incluyen el desarrollo de un diagnóstico participativo, la elaboración de indicadores de evaluación, y la estructuración de un plan con enfoque territorial y temporal. La metodología propuesta podrá ser replicada o adaptada en otros municipios con características similares, lo que amplía el alcance y la utilidad del estudio.

En conjunto, esta investigación representa una contribución significativa para la planificación ambiental local, ofreciendo herramientas concretas para mejorar la gestión de los desechos sólidos comunes en Palacagüina y avanzar hacia un modelo de desarrollo más limpio, justo y resiliente.

5. Objetivos de investigación

Objetivo General

Implementar una propuesta técnica para el diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina.

Objetivos específicos

Caracterizar los desechos sólidos comunes generados en el área urbana del municipio de Palacagüina.

Determinar el manejo actual de los desechos sólidos comunes.

Diseñar una propuesta técnica para la gestión integral de los desechos sólidos municipales.

6. Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. La disponibilidad limitada de datos actualizados sobre la generación y manejo de residuos dificultó un diagnóstico más preciso.

La participación comunitaria, aunque considerada en el diseño metodológico, es parcial debido a limitaciones de tiempo y acceso a informantes clave.

La implementación del plan propuesto dependerá de factores externos como la voluntad política y la disponibilidad de recursos, lo que podría afectar su viabilidad en la práctica.

7. Hipótesis

La implementación de una propuesta técnica para la gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, considerando criterios técnicos, ambientales y sociales, entonces se mejorará significativamente la eficiencia del manejo de residuos, se reducirá el impacto ambiental negativo y se fortalecerá la participación ciudadana en prácticas sostenibles durante el periodo 2025–2028.

8. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
Generación de desechos sólidos comunes	Acto mediante el cual una persona u organización produce materiales que finalmente pasan a ser residuos. (Castro S. , 2017, pág. 46)	Se medirá mediante el volumen y tipo de residuos recolectados en un periodo determinado, identificando sus fuentes y frecuencia.	Cantidad diaria/semanal de residuos Composición (orgánicos, reciclables, inorgánicos) Fuentes generadoras (hogares, comercios, instituciones) Frecuencia de generación	Método de cuarteo	Muestras físicas de residuos provenientes de los 11 tramos del mercado, utilizadas en el proceso de caracterización y cuarteo.
Manejo de desechos sólidos	Conjunto de actividades que incluyen recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos. (Castro S. , 2017, pág. 21)	Se evaluará mediante el análisis de cada etapa del proceso, identificando prácticas actuales y limitaciones.	Cobertura de recolección Frecuencia de transporte Tipo de tratamiento aplicado Condiciones del sitio de disposición final Limitaciones técnicas, ambientales e institucionales	Entrevistas a funcionarios Observación	Personal técnico de la alcaldía Informes municipales Observación directa en campo
Plan de gestión integral	Se define, como el documento que contiene el conjunto de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades que garanticen la gestión integral de residuos sólidos de una empresa. (Castro S. , 2017, pág. 22)	Se elaborará con base en el diagnóstico previo, incorporando acciones técnicas, educativas y organizativas.	Existencia de diagnóstico Propuesta de estrategias técnicas Inclusión de educación ambiental	Análisis documental	Resultados del diagnóstico Expertos ambientales Tesis y planes municipales comparables

9. Marco teórico

9.1. Desechos sólidos comunes

Los residuos sólidos comunes son los desechos que se generan a partir de las actividades cotidianas de la gente. Aunque no poseen sustancias tóxicas, sí necesitan un manejo y cuidado apropiados. Estos desechos, que tienen su origen mayoritariamente en hogares, oficinas, negocios y lugares de uso común, abarcan desde residuos de alimentos y empaques de papel hasta pedazos de tela, envases plásticos y otros objetos parecidos (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León, 2022).

A pesar de que no constituya una amenaza inminente, su acumulación desordenada puede comprometer la salud pública y alterar el equilibrio ecológico; por ello, es crucial manejarlos con responsabilidad. Asimismo, algunos pueden beneficiarse de nuevo a través del reciclaje o la reutilización, mientras que otros requieren procesos concretos para prevenir efectos adversos. Por lo tanto, su gestión no solo consiste en recolectarlos, sino que también incluye separarlos (Banco Mundial, 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que los desechos sólidos son un elemento crucial en la gestión ambiental relacionada con la salud. Es fundamental tratarlos adecuadamente para evitar posibles riesgos para la salud, especialmente en comunidades y hospitales, aunque se trate de materiales desechables. Por lo tanto, su manejo no solo es esencial, sino que también resulta estratégico para prevenir enfermedades (OMS, 2020).

Según la CEPAL, los desechos sólidos domésticos incluyen aquellos que se producen en hogares y lugares públicos, siempre y cuando no contengan materiales peligrosos. Aunque esta clasificación no incluye los residuos tóxicos, fomenta su separación y uso a través del compostaje o el reciclaje, lo cual es parte de las políticas que respaldan la economía circular. De esta manera, se busca convertir los desechos en recursos provechosos (Sánchez, 2025).

El Banco Mundial, en su informe *What a Waste 2.0*, clasifica los residuos sólidos como aquellos materiales que las personas tiran. Aunque muchos pueden ser reciclados o reutilizados, algunos requieren un tratamiento específico. Se prevé que, si no se toman

medidas inmediatas, la cantidad de residuos aumentará en un 70% para el año 2050 debido al crecimiento poblacional y del consumo en áreas urbanas (Banco Mundial, 2018).

Por eso, es esencial que estos residuos sean gestionados de manera responsable y sostenible. Para implementar políticas que promuevan la reducción y el reciclaje, es fundamental involucrar a empresas, ciudadanos y gobiernos; así se contribuye a un futuro más limpio.

9.2. Clasificación de los residuos

9.2.1. Orgánicos

Los residuos orgánicos incluyen ejemplos como los restos de poda, las sobras de comida, las cáscaras y las frutas en mal estado. Debido a su capacidad de biodegradarse, estos materiales se descomponen de forma natural en el medio ambiente. Si se manejan de manera adecuada, ya sea en el hogar o en centros especializados, pueden transformarse en compost, un fertilizante natural que mejora la estructura y la fertilidad del suelo.

Además, si se gestionan responsablemente, se reduce la emisión de gases dañinos, como el metano, que se libera en los vertederos cuando los residuos se acumulan sin control. Por lo tanto, aunque unos los adviertan como desechos simples, su separación y uso no solo favorecen al medio ambiente, sino que además ayudan a un ambiente más razonable (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2021).

9.2.2. Inorgánicos

Los plásticos, los metales, las cerámicas y los vidrios, que no se descomponen con facilidad en la naturaleza, constituyen un importante desafío medioambiental por el hecho de que permanecen durante mucho tiempo en los ecosistemas. La generación de estos residuos implica un gran uso de energía y recursos, lo cual puede tener un impacto negativo en la fauna silvestre y contribuir al cambio climático.

Pese a que algunos de estos materiales tienen posibilidades de reciclaje, su procesamiento normalmente demanda procesos industriales costosos y complejos. Por lo tanto, promover el uso de alternativas más sostenibles y propiciar la educación acerca de cómo manejar los

residuos correctamente es esencial. De este modo, seremos capaces de disminuir su impacto en el medioambiente y progresar hacia un futuro más limpio (Rojas Vilcahuamán, 2020)

9.2.3. Reciclables

Los desechos que pueden reciclarse incluyen cosas como las botellas de PET, el cartón, el papel, algunos plásticos y los envases de aluminio, todos ellos con potencial para ser reutilizados después de ser transformados. El reciclaje de estos materiales no solamente contribuye a preservar los recursos naturales, sino que además disminuye la polución asociada con el proceso de fabricación de nuevos productos y permite un ahorro energético (Lacayo Rojas M. A., 2021).

Es fundamental dividir estos desechos desde su procedencia para administrarlos de manera eficaz, pues eso simplifica su recolección y procesamiento en las plantas de reciclaje. Alentar esta práctica en la comunidad genera conciencia acerca de lo importante que es proteger el medio ambiente y fomenta un modo de vida más sustentable (Vélez Macías, 2020)

9.2.4. No reciclables

Los residuos de origen no biológico se caracterizan por su alta resistencia a los procesos naturales de degradación, lo que significa que pueden permanecer en el ambiente durante largos periodos sin descomponerse. Dentro de este grupo se incluyen materiales como plásticos, vidrios, metales y otros compuestos sintéticos, los cuales, debido a su composición química y a las condiciones del entorno, presentan una desintegración extremadamente lenta. Esta permanencia prolongada no solo incrementa la acumulación de desechos, sino que también representa un desafío significativo para la gestión ambiental, ya que requieren tratamientos específicos para su recuperación, reciclaje o disposición final adecuada. (Bejarano, n.d.)

9.3. Composición: volumen y densidad.

La composición de los residuos sólidos se refiere a los elementos que integran el flujo de desechos y a la proporción en que cada uno de ellos aparece dentro del total. Esta distribución suele expresarse en porcentaje en relación con el peso total de los residuos, lo que permite caracterizar con precisión los materiales que predominan en un determinado territorio (Castro E. , 2020).

Según Jaramillo (2002) en estudios realizados en distintos países de América Latina, se ha observado una tendencia relativamente constante: la mayor parte de los residuos municipales corresponde a material orgánico putrescible, cuya participación puede oscilar entre el 50% y el 80%. En menor proporción se encuentran fracciones como el papel y cartón, que generalmente varían entre un 8% y un 18%; los plásticos y cauchos, con porcentajes que rondan entre el 3% y el 14%; y finalmente materiales como vidrio y cerámica, que suelen situarse entre un 3% y un 8% del total de residuos generados.

Otro parámetro esencial en el análisis de los residuos es la densidad o peso específico, entendido como la cantidad de masa presente por unidad de volumen. Esta característica, expresada normalmente en kilogramos por metro cúbico, permite evaluar el grado de compactación, la capacidad de almacenamiento, el comportamiento en los sistemas de recolección y el diseño de infraestructuras de disposición final (Castro S. , 2017)

Asimismo, el concepto de volumen resulta fundamental para comprender el espacio físico que ocupa un residuo. El volumen se concibe como la medida tridimensional del objeto, determinada por su largo, ancho y alto, y representa la extensión real que un cuerpo ocupa dentro de un espacio determinado, independientemente de su composición o densidad (Coluccio Leskow, 2025)

9.4. Ciclo de vida de los residuos

La responsabilidad compartida por el ciclo de vida de los productos tiene por objetivo compatibilizar intereses entre los agentes económicos y sociales y los procesos de gestión empresarial y mercadológica con los de gestión ambiental, desarrollando estrategias sustentables. (Espinoza, 2018)

La responsabilidad compartida durante el ciclo de vida de un producto se refiere a que todos los actores involucrados empresas, consumidores, instituciones y sociedad en general deben participar en la toma de decisiones y en las acciones relacionadas con la creación, distribución, uso y disposición final de los productos. Su propósito es lograr que las actividades económicas y comerciales se alineen con prácticas ambientales adecuadas, de modo que se promuevan estrategias verdaderamente sostenibles y compatibles con el cuidado del entorno

El análisis del ciclo de vida (ACV) es un proceso para evaluar, de la forma más objetiva posible, las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertimientos al entorno. Para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertimientos producen en el ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. (Villa, 2018)

Por su parte, el análisis del ciclo de vida (ACV) es un método que permite estudiar detalladamente los impactos ambientales que genera un producto, proceso o actividad desde su origen hasta su fin. Este análisis cuantifica cuánta materia prima y energía se utiliza y qué tipo de residuos o emisiones se liberan al ambiente. Con esta información es posible identificar los puntos críticos que generan mayor daño ambiental y, a partir de ello, diseñar e implementar acciones concretas para reducir dichos impactos y mejorar el comportamiento ambiental del producto o proceso evaluado.

Los residuos orgánicos se descomponen con rapidez tardando desde pocos días hasta alrededor de un mes, el papel y el cartón suelen degradarse en menos de un año, el aluminio puede convertirse en óxido en unos diez años y los plásticos como bolsas y botellas pueden permanecer en el ambiente desde cien años hasta un milenio sino se reciclan. (ASECA, 2022)

9.5. Residuos municipales

Los residuos sólidos municipales comprenden el conjunto de desechos generados dentro de un territorio local, abarcando no solo los residuos provenientes de las viviendas, sino también aquellos originados en establecimientos comerciales, instituciones y otras actividades que producen materiales con características similares a los desechos domésticos. Este tipo de residuos refleja el funcionamiento cotidiano de la comunidad y engloba una amplia variedad de materiales descartados como resultado de las dinámicas urbanas. (Fuentes, Carpio, Prado, & Sanchez, 2008)

9.5.1. Gestión de los residuos sólidos municipales

De acuerdo con Fuentes, Carpio, Prado y Sánchez (2008) la gestión de los residuos sólidos propone un manejo integral y sostenible en el marco de la política ambiental nacional. La gestión de residuos abarca desde la generación hasta la disposición final.

9.5.2. Generación

La generación de residuos sólidos es el inicio del ciclo de gestión. Se refiere al momento en que los recursos ya no son útiles para sus usuarios y se desechan. Esta etapa tiene lugar en industrias, escuelas, mercados, oficinas, viviendas y espacios públicos. La cantidad y el tipo de residuos producidos se determinan por varios factores: el grado de urbanización, los hábitos culturales, la capacidad de consumo y la disponibilidad de servicios y bienes. Para concebir cómo y por qué se crean los residuos es fundamental para establecer y ejecutar tácticas que permita comprimir su producción y provocar un gasto más sensato y sostenible (Banco Mundial, 2018).

9.5.3. Almacenamiento

Es el procedimiento de almacenar los desechos en contextos convenientes hasta su acogida. Para esta etapa, es fundamental usar recipientes con tapa y duraderos, que estén en sitios seguros, pero a la vez accesibles. Un almacenamiento inadecuado puede causar malos olores, atraer a plagas como roedores o insectos y tener un impacto negativo en la salud de las personas. Por esa razón, es esencial suscitar la segregación desde el inicio (orgánicos, reciclables y no reciclables) y precisar medidas pertinentes acerca de los horarios, las condiciones de desechos autorizadas y la limpieza de los depósitos (Najar Marín, 2024).

9.5.4. Recolección

La recolección es el proceso mediante el cual los residuos almacenados son retirados por los servicios municipales o empresas privadas. Puede realizarse de forma manual o mecanizada, y su frecuencia varía según la zona y el tipo de residuo. Una recolección eficiente debe ser puntual, segura y cubrir tanto áreas urbanas como rurales. Además, cuando se implementan esquemas de recolección diferenciada (por tipo de residuo), se facilita el reciclaje y se reduce la cantidad de desechos enviados a disposición final (Onda Local , 2024).

9.5.5. Transporte

El transporte implica el traslado de los residuos desde los puntos de recolección hasta los centros de tratamiento, reciclaje o disposición final. Esta etapa requiere vehículos adecuados, rutas planificadas y personal capacitado. Un transporte deficiente puede provocar derrames, contaminación del entorno y riesgos para la salud pública. Por ello, es importante

que los camiones cuenten con sistemas de cierre hermético, mantenimiento regular y protocolos de seguridad (Ubillús-Farfán, Valiente-Saldaña, & Patiño-Ramírez, Estrategias en gestión de residuos sólidos, 2024).

9.5.6. Tratamiento

El tratamiento busca modificar las características físicas, químicas o biológicas de los residuos para reducir su volumen, peligrosidad o facilitar su aprovechamiento. Entre las técnicas más comunes se encuentran el compostaje (para residuos orgánicos), el reciclaje (para materiales reutilizables), la incineración controlada (para residuos no reciclables) y la biodigestión (para generar biogás). Esta etapa es clave para transformar los residuos en recursos y minimizar su impacto ambiental (Sánchez, 2025)

9.5.7. Disposición final

La disposición final es el destino último de los residuos que no pueden ser aprovechados. Se realiza en rellenos sanitarios, celdas de seguridad o mediante confinamiento controlado. A diferencia de los botaderos a cielo abierto, los rellenos sanitarios están diseñados para evitar la contaminación del suelo, el agua y el aire. Esta etapa debe cumplir con estrictas normas técnicas y ambientales, y ser monitoreada de forma continua para garantizar la protección de la salud y del entorno (OMS, 2020)

9.6. Técnicas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

Las técnicas de aprovechamiento son métodos que permiten transformar los residuos en productos útiles y sostenible.

9.6.1. Compostaje

Proceso biológico controlado de conversión y valorización de los sustratos orgánicos (subproductos de la biomasa, desechos orgánicos) en un producto estabilizado, higiénico, similar a un suelo rico en compuestos húmicos. Consiste en alcanzar y mantener la actividad microbiana para lograr una descomposición rápida con importante generación de calor. (Docampo, 2013)

9.6.2. Biodigestión

La digestión anaerobia, o biodigestión, es una tecnología que permite mejorar el aprovechamiento energético tradicional de la biomasa, tanto desde el punto de vista medioambiental, como social y económico. Al mismo tiempo, permite una gestión sostenible de los residuos orgánicos, convirtiéndolos en un recurso para generar biogás (energía renovable) y biol (fertilizante natural).(Ferrer et al., n.d.)

9.7. Plan de gestión integral de los residuos sólidos

El plan integral de desechos sólidos “es un instrumento el cual nos permite minimizar y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social...” (Martínez, Ruedas & Cruz).

9.7.1. Funciones y objetivos

En este sentido dicho plan tiene como objetivo cumplir con todas las etapas que conllevan al manejo adecuado de los residuos, entre estas etapas se encuentran: separación en la fuente, recolección, almacenamiento, clasificación y tratamiento; siendo estas las más importantes.(Bucaramanga, 2025)

9.7.2. Características de un plan exitoso.

Así mismo para que el plan sea exitoso deberá cumplir con una serie de características infalibles, que lo impulsen a alcanzar el éxito en cuanto a los estándares de gestión integral de desechos sólidos y garanticen el éxito en su implementación.

De acuerdo con Bucaramanga (2025) las principales características de un plan exitoso son las siguientes:

- 1- Contar con un marco legal e institucional que respalde las acciones del plan
- 2- Capacitar al personal encargado en la recolección y manipulación de residuos
- 3- Garantizar la disponibilidad de infraestructura y equipos apropiados
- 4- Implementar programas de reducción, reutilización y reciclaje
- 5- Minimizar los riesgos para la salud pública y la seguridad laboral del personal involucrado
- 6- Promover campañas de educación y sensibilización ambiental de forma continua

- 7- Establecer sistemas de monitoreo y evaluación del plan para medir su eficacia
- 8- Establecer indicadores de desempeños claros (porcentaje de reciclaje, reducción de residuos enviados al relleno)
- 9- Diseñar planes de contingencia para situaciones de emergencia.

9.7.3. Modelo de referencia

Para el desarrollo de esta investigación se toma como referencia el modelo de plan de gestión integral de residuos sólidos propuesto por Martínez, Ruedas y Cruz (2007), este consta de cinco etapas principales: diagnóstico de residuos, planificación de estrategias de manejo, implementación de acciones de recolección, tratamiento, educación y sensibilización comunitaria, monitoreo y evaluación de resultados.

Este modelo se considera pertinente para la actual investigación ya que permite identificar las principales deficiencias del sistema actual y orientar la propuesta de mejora, integrando aspectos técnicos, sociales y ambientales.

9.8. Marco legal

9.8.1. Políticas nacionales de residuos

Las políticas nacionales de gestión de residuos sólidos en Nicaragua están orientadas a promover un enfoque integral, sostenible y participativo. Estas políticas buscan reducir la generación de desechos, fomentar la separación en origen, impulsar el reciclaje y mejorar la infraestructura para el tratamiento y disposición final. Se articulan con planes nacionales como el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio, que promueve la economía circular y el aprovechamiento de materiales reciclables como parte del desarrollo sostenible del país.

Además, estas políticas establecen metas concretas para los municipios, como la reducción progresiva de residuos no aprovechables y la implementación de rellenos sanitarios adecuados. También promueven la inclusión de actores clave como recicladores, empresas, centros educativos y comunidades organizadas. En contextos escolares y comunitarios, estas políticas ofrecen un marco para desarrollar proyectos de reciclaje, compostaje y campañas de sensibilización que fortalezcan la conciencia ecológica desde edades tempranas (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), 2020).

9.8.2. Normativa ambiental aplicable

Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales

La Ley N.º 217 constituye el marco jurídico ambiental más importante en Nicaragua. Esta norma establece los principios rectores para la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. En lo que respecta a los residuos sólidos, la ley promueve su gestión integral, lo que implica reducir su generación, fomentar su reutilización y reciclaje, y garantizar una disposición final segura. Además, reconoce el derecho de la población a vivir en un entorno sano y establece obligaciones tanto para el Estado como para los ciudadanos en la prevención de la contaminación.

Asimismo, la ley otorga competencias específicas a los gobiernos municipales, quienes deben organizar y supervisar los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos en sus territorios. También exige que las actividades productivas implementen medidas para minimizar sus impactos ambientales. En contextos educativos y comunitarios, esta ley sirve como base para desarrollar proyectos de sensibilización, campañas de reciclaje y estrategias de protección ambiental que involucren activamente a la ciudadanía (Asamblea Nacional de Nicaragua, 1996 (con reformas vigentes hasta 2025)).

9.8.3. Normas técnicas municipales

Las normas técnicas municipales son reglamentos específicos que cada alcaldía establece para regular el manejo de residuos sólidos dentro de su jurisdicción. Estas normas definen aspectos como el tipo de recipientes que deben usarse, los horarios de recolección, las rutas de los camiones recolectores y las sanciones por incumplimiento. Su propósito es garantizar un entorno limpio y saludable, adaptando las disposiciones nacionales a las realidades locales. Además, promueven la separación en origen y la educación ambiental como herramientas clave para mejorar la gestión de residuos.

En muchos municipios, estas normas han dado lugar a la creación de brigadas ecológicas, campañas escolares y jornadas comunitarias de limpieza. También se han implementado programas de reciclaje y compostaje con participación ciudadana. Estas normativas no solo regulan, sino que también educan y movilizan a la población,

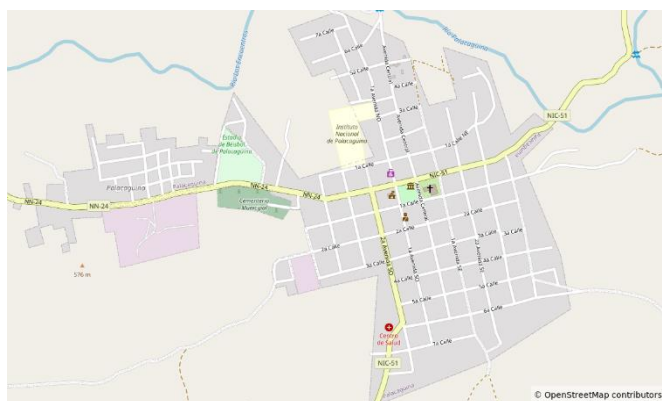
convirtiéndose en instrumentos fundamentales para fortalecer la cultura ambiental desde lo local y fomentar la corresponsabilidad en el cuidado del entorno (León, 2021).

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

Área de estudio.

Figura 1. Mapa del casco urbano de Palacagüina.



Fuente: los datos fueron tomados de [OpenStreetMap](https://www.openstreetmap.org/#map)
<https://www.openstreetmap.org/#map>

El municipio de Palacagüina se ubica en el departamento de Madriz, al norte de Nicaragua, en la región conocida como Las Segovias. Sus coordenadas geográficas aproximadas son 13.45399° de latitud norte y -86.41081° de longitud oeste. Palacagüina limita al norte con Yalagüina, al sur con Condega, al este con Telpaneca y al oeste con Totogalpa. Cuenta con una superficie de 156.64 kilómetros cuadrados y una población de 16,800 habitantes, entre las principales actividades económicas del municipio se encuentra la agricultura, la ganadería y el comercio local.

Definición del tipo de investigación:

Según el nivel de profundidad descriptiva

La presente investigación es descriptiva ya que se caracteriza por describir y analizar las condiciones actuales de los residuos sólidos municipales, es una etapa importante en el proceso de investigación que proporciona una base sólida de conocimiento sobre los residuos sólidos generados. Las investigaciones descriptivas buscan recolectar datos de manera

sistemática para luego organizarlos, clasificarlos y presentarlos de manera que se pueda comprender la naturaleza del fenómeno estudiado en este caso la gestión de los residuos sólidos en el municipio de Palacagüina y con ello tener una imagen clara y precisa de lo observado (Hernández, 2014, pág. 60)

Esta investigación de acuerdo con el área de estudio y modalidad se determinó que es científico-sociales porque estudia la problemática presente en el municipio de Palacagüina debido a la gestión inadecuada de los residuos sólidos, nos permite sistematizar la información considerando los aspectos científicos y sociales que permitan tener una radiografía de la situación actual.

Según la manipulación de las variables no experimental

Esta investigación es no experimental, las variables estudiadas se observan y analizan sin influir en ellas, durante el estudio se observó in situ la gestión de los residuos sólidos, las características sin incidir en la generación desde la fuente.

Según el alcance temporal transversal

De acuerdo con el alcance es transversal, el principal objetivo indagar en un tiempo determinado, los datos de los residuos recolectados fueron en un solo momento, en un tiempo único, el propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Según el enfoque filosófico

La investigación adopta un enfoque crítico-social ya que se reconoce que el problema ambiental en estudio, junto con sus impactos positivos y negativos no solo es el resultado de la gestión inadecuada de los residuos sólidos, se toman en cuenta la información de las dimensiones social, política y cultural.

10.2. Población y selección de la muestra

La población está constituida por todos los residuos sólidos generados en el área urbana del municipio de Palacagüina, Matriz. Actualmente se generan 530 metros cúbicos mensuales de residuos en el casco urbano del municipio.

Se tomo como muestra el mercado municipal de Palacagüina debido a que es una de las principales fuentes que genera mayor cantidad y diversidad de residuos sólidos en el casco urbano del municipio. La muestra comprende los 799.05 kg de residuos sólidos generados por 11 tramos del mercado municipal durante los 7 días de caracterización.

10.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

En nuestro estudio se utilizaron cuatro técnicas para la recolección de datos.

Tabla 2. *Técnicas, instrumentos y procedimiento para la recolección de datos mediante el método de cuarteo.*

Técnica	Concepto	Instrumento	Procedimiento para la recolección de datos
Método de cuarteo	Método utilizado para caracterizar y cuantificar de una manera más sencilla y eficaz, no solo los residuos sólidos municipales y urbanos, sino también los institucionales, comerciales e incluso de fincas, es decir conocer los componentes individuales que constituyen el flujo de los residuos, usualmente basados en porcentaje por peso.(Castro & Bosque, 2020)	plantilla de campo diseñada para registrar los datos obtenidos durante la aplicación del método de cuarteo.	consistió en el llenado diario de la planilla durante el período de caracterización de residuos, que tuvo una duración de siete días consecutivos. En cada jornada se recolectaron, clasificaron y pesaron los residuos generados, registrando en la planilla los valores correspondientes a tipo de residuo, peso, volumen, frecuencia y observaciones. Los datos obtenidos fueron posteriormente consolidados y analizados para determinar las características y la composición de los residuos sólidos generados en el área de estudio

Tabla 3. *Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante la entrevista*

Técnica	Concepto	Instrumento	Procedimiento para la recolección de datos
Entrevista	Una entrevista, es un proceso de comunicación que se realiza normalmente entre dos personas; en este proceso el entrevistador obtiene información del entrevistado de forma directa (La entrevista, n.d.)	El instrumento utilizado fue una guía de entrevista semiestructurada	El procedimiento por el cual se obtuvieron los datos fue mediante la aplicación de la guía de entrevista al funcionario de gestión ambiental de la alcaldía municipal de Palacagüina compañero Pedro Matute.

Tabla 4. *Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante la observación*

Técnica	Concepto	Instrumento	Procedimiento para la recolección de datos
Observación	la observación es la primera forma de contacto o de relación con los objetos que van a ser estudiados. Constituye un proceso de atención, recopilación y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos(Arguelles, n.d.)	Checklist	Se realizó mediante observación directa en campo, utilizando un checklist estructurado diseñado para evaluar las condiciones de infraestructura, control de acceso, componentes técnicos, prácticas operativas y aspectos ambientales del sitio de disposición final.

Tabla 5. *Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos mediante el análisis documental*

Técnica	Concepto	Instrumento	Procedimiento para la recolección de datos
Análisis documental	El análisis documental es la operación por la cual se extrae de un documento un conjunto de palabras que constituyen su representación condensada. Esta representación puede servir para identificar al documento, para facilitar su recuperación, para informar de su contenido o incluso para servir de sustituto al documento. (García, 1993)	El instrumento utilizado para la recolección de datos fue la ficha de revisión documental, la cual permitió recopilar información relevante de fuentes institucionales.	Para llevar a cabo este procedimiento, se solicitó información a la alcaldía municipal, la cual facilitó un documento oficial. Posteriormente el documento fue sometido a un análisis, con el fin de identificar, clasificar y registrar los elementos pertinentes para la investigación.

10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La confiabilidad de los instrumentos y técnicas empleadas en la investigación se garantizó mediante diferentes procedimientos. En primer lugar, la guía de entrevista fue sometida a una aplicación piloto, con el propósito de comprobar la claridad, coherencia y pertinencia de las preguntas, lo que permitió realizar los ajustes necesarios antes de su aplicación definitiva. En cuanto al método de cuarteo, su confiabilidad se aseguró mediante la repetición controlada del procedimiento de muestreo durante siete días consecutivos, aplicando criterios uniformes de selección, clasificación y pesaje de los residuos, con el fin de minimizar los errores de medición. Por último, la confiabilidad del análisis documental se sustentó en la utilización de fuentes oficiales y verificables, así como en el uso sistemático de la ficha de revisión documental, lo que permitió registrar la información de manera consistente y objetiva. De esta manera, se garantizó la validez y estabilidad de los resultados obtenidos en la investigación.

La validez de los instrumentos utilizados en la investigación se estableció mediante el juicio de expertos, con el objetivo de asegurar que cada uno de ellos midiera de forma adecuada los aspectos propuestos. Para ello, se sometieron a evaluación la guía de entrevista, la planilla de campo y la ficha de revisión documental, considerando criterios de pertinencia, claridad, coherencia y relevancia. Los especialistas revisaron el contenido de cada instrumento, verificando su correspondencia con los objetivos y variables de estudio, así como la adecuación de las preguntas, categorías y procedimientos de registro. Las observaciones emitidas por los expertos fueron incorporadas para mejorar la estructura y precisión de los instrumentos, garantizando así la validez de contenido y la consistencia metodológica del proceso de recolección de datos.

10.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se aplicaron dos técnicas, el análisis descriptivo y de clasificación, se organizó toda la información según las variables del estudio para facilitar su interpretación. Como instrumentos se utilizaron la revisión documental para apoyar el diagnóstico y los softwares IBM SPSS Statistics 25 y Microsoft Excel; en SPSS se obtuvieron las frecuencias absolutas y relativas de las variables, mientras que Excel permitió ordenar los datos, elaborar las tablas y construir los gráficos empleados en la caracterización de los residuos. Finalmente, Microsoft Word se utilizó como herramienta para procesar y presentar los resultados, integrando las tablas, gráficos e interpretaciones, así como para estructurar la propuesta técnica del plan de gestión integral de residuos sólidos.

11. Análisis y discusión de resultados

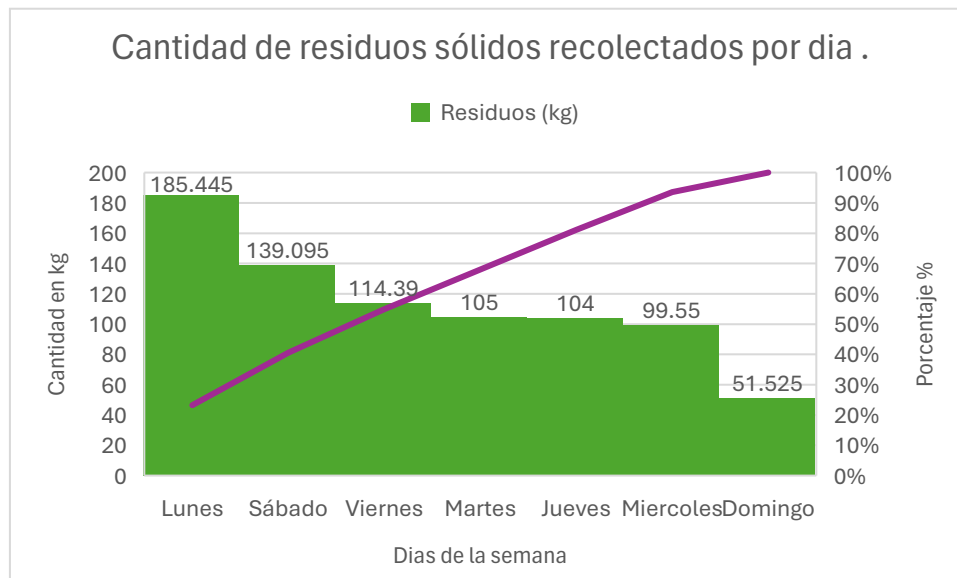
11.1. Caracterización de los residuos sólidos del mercado

11.1.1. Cantidad de residuos recolectados por día

A la largo de la semana de evaluación se recolecto un total de 800 kg de residuos sólidos provenientes del mercado. La figura 2 muestra la cantidad recolectada por día, donde se observa que el lunes se presentó la mayor cantidad de residuos, mientras que el domingo se registró la menor cantidad. Esta variación está relacionada con la actividad comercial del mercado, cabe mencionar que el mercado municipal cuenta con diversas actividades que van desde la venta de productos perecederos como frutas, verduras y carnes hasta la oferta de alimentos preparados en comedores y cafetines, también cuenta con establecimientos dedicados a la venta de granos básicos, tiendas de ropa y calzado, puestos de reparación de celulares, pequeños comercios de artículos varios y servicios higiénicos

La reducción observada hacia el fin de semana refleja una menor actividad económica y por tanto una disminución en la generación de desechos.

Figura 2. Cantidad de residuos sólidos generados por día

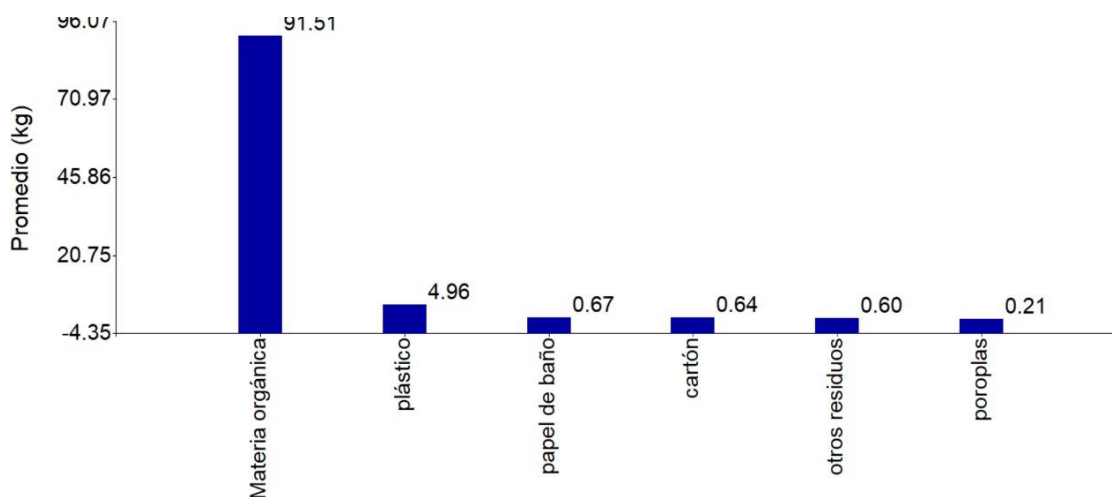


Fuente: elaboración propia

11.1.2. Composición de los residuos sólidos

La figura 3 presenta la composición de los residuos recolectados durante el periodo evaluado, totalizando 98 kg de muestra representativa obtenida mediante el método de cuarteo. Los resultados evidencian la predominancia de residuos orgánicos que constituyen el 91.51% del total, seguido por los plásticos (4.96%) y cantidades menores de poliestireno expandido, cartón, papel higiénico y otros residuos (menos del 1%). Los residuos de papel de baño son generados tanto del personal de los tramos, visitantes, compradores y personas que utilizan el transporte interurbano del municipio. La producción per cápita del municipio de Palacagüina es de 0.49 kg/habitantes/día.

Figura 3. Caracterización de los residuos generados en el mercado de Palacagüina.



Fuente: elaboración propia

Se caracterizó los residuos sólidos del mercado municipal de Palacagüina y los hallazgos sugiere una gestión integrada basada en economía circular enfocada en aprovechar los residuos orgánicos, minimizar los plásticos y optimizar la clasificación de los residuos, permitiendo no solo reducir el impacto ambiental, sino que también promovería un modelo de mercado sostenible.

La economía circular propone optimizar el uso de los bienes creados y reducir la generación de residuos ya que se basa en reducir, reciclar y reutilizar. Se estima que la

economía circular puede reducir entre un 80%-99% de los residuos industriales y entre 79%-99% de sus emisiones, además de generar empleos.(Negrón-Ríos, n.d.)

11.2. Diagnóstico de la situación actual

11.2.1. Descripción general del sistema de manejo de los residuos solidos

En el municipio de Palacagüina, la municipalidad se encarga directamente de la recolección y disposición final de los residuos sólidos, a través del área de servicios municipales. La cobertura se centra en el casco urbano atendiendo el 90% del mismo, mientras que en las comunidades rurales la recolección es limitada y solo se atienden 4 comunidades. Actualmente los residuos no se separan en la fuente y son transportados hacia el relleno sanitario por un camión volquete y un tractor con tráiler ambos con una capacidad de 8 m³ cúbicos.

11.2.2. Frecuencia de recolección y generación de residuos

El servicio de recolección se realiza 3 veces por semana en el casco urbano los lunes, miércoles y viernes en horarios de 8 am a 2 pm, y 2 veces por semana en el área rural donde se atienden 4 comunidades los martes y jueves en el mismo horario, con rutas ya establecidas, las cuales se pueden ver reflejadas en la figura 3

La generación de residuos es considerablemente mayor los primeros días de la semana debido al incremento de actividad comercial. En promedio se recolectan aproximadamente 530 m³ de desechos mensuales en el municipio.

muestran la necesidad de implementar mejoras en la gestión integral de residuos para optimizar la eficiencia del servicio y minimizar los impactos ambientales.

11.3. Propuesta técnica

11.3.1. Introducción

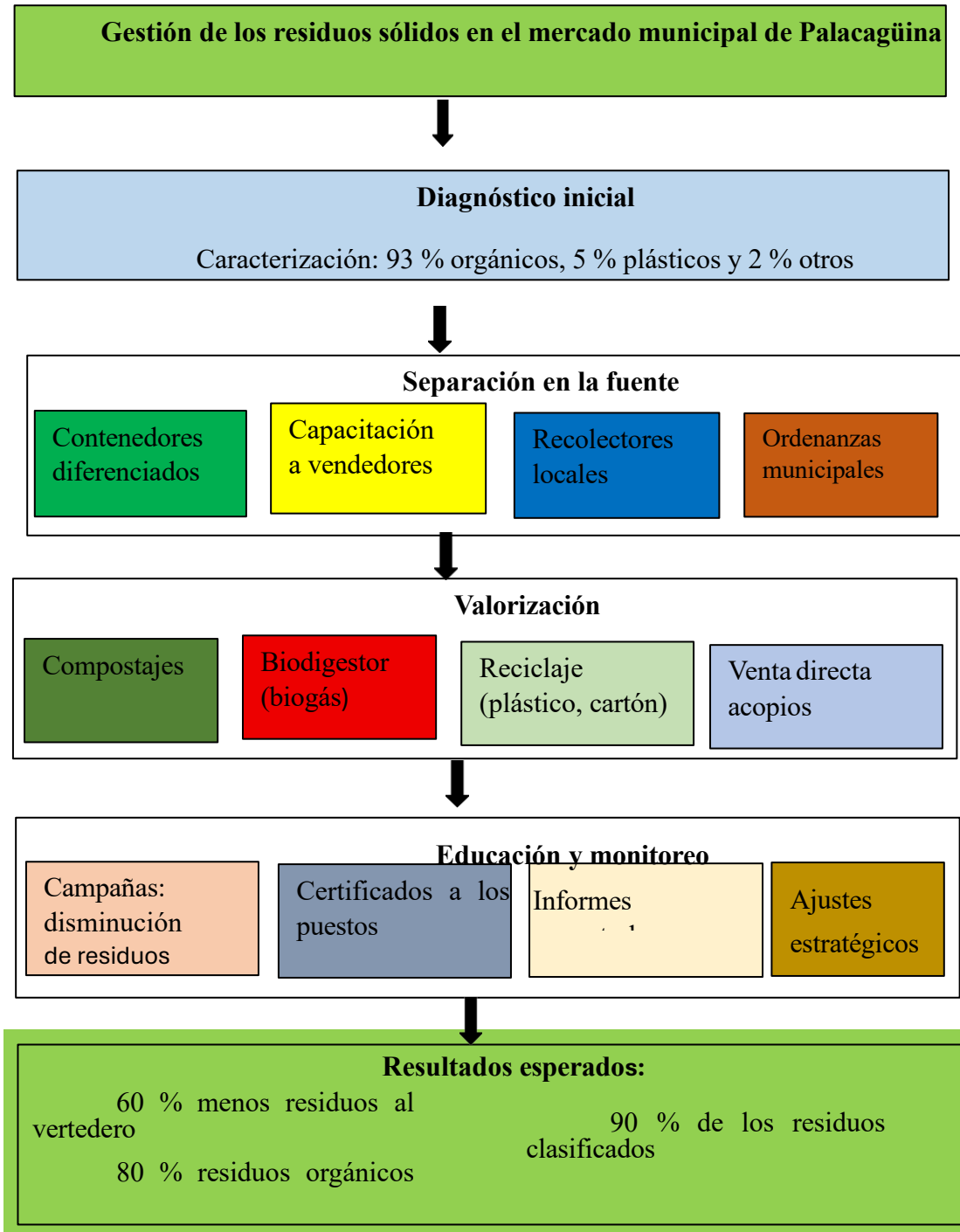
El municipio de Palacagüina enfrenta actualmente importantes desafíos en la gestión de residuos sólidos, debido al crecimiento poblacional, al aumento de la actividad comercial en el mercado municipal y a las limitaciones técnicas del relleno existente, el cual funciona como un vertedero. Cabe destacar que este no cuenta con caseta de vigilancia ni registro de ingreso de la población, ya que no está cercado, lo que facilita su acceso. Además, se ha formado una laguna de aguas residuales que se llena periódicamente con el vaciado de una pipa, y la quema de residuos a cielo abierto es constante.

Nuestra propuesta técnica plantea un sistema integral que abarca desde la recolección y separación inicial en la fuente, en el mercado, hasta la disposición final adecuada de los residuos. El modelo se fundamenta en principios de sostenibilidad, reducción en la fuente, economía circular y control ambiental.

El sitio propuesto para el relleno sanitario se encuentra en la misma ubicación que el actual vertedero municipal, aproximadamente a 8 kilómetros del casco urbano, con una extensión de alrededor de 7 manzanas, lo que permite diseñar las operaciones necesarias optimizando las condiciones ambientales y sociales.

Este nuevo relleno sanitario incluirá una estación de separación de residuos, destinada a clasificar los materiales sólidos. Los residuos reciclables serán recuperados, mientras que los no reciclables se dispondrán en el relleno sanitario. Por su parte, los residuos orgánicos se trasladarán a una estación especializada en la producción de compost, promoviendo así el aprovechamiento de recursos y la sostenibilidad ambiental.

Figura 5. Propuesta de gestión integral de los desechos sólidos.



11.3.2. Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema integral de gestión de residuos sólidos que optimice el manejo desde la generación hasta la disposición final, garantizando control sanitario, reducción de impactos ambientales y sostenibilidad operativa.

Objetivos Específicos

1. Establecer un sistema de separación en la fuente.
2. Implementar procesos de valorización mediante compostaje, reciclaje y producción de biogás.
3. Fortalecer la educación ambiental y el monitoreo ciudadano.
4. Mejorar el relleno sanitario actual para minimizar el impacto ambiental.
5. Garantizar infraestructura y protocolos adecuados para la operación del sistema integral.

11.3.3. Gestión de residuos sólidos en el mercado municipal

Diagnóstico inicial

El estudio de caracterización de residuos en el mercado determinó lo siguiente:

- 93 % residuos orgánicos.
- 5 % plásticos.
- 2 % otros residuos (cartón, inertes, textiles).

Una vez se conoce el residuo predominante se proponen medidas de tratamiento para disminuir el volumen de residuos destinados a la disposición final, en este caso el residuo predominante es materia orgánica, mediante el compostaje se le dará salida a la mayor cantidad de residuos que genera el municipio y con el reciclaje se podrá aprovechar los plásticos, de esta manera la presión sobre la disposición final se reducirá en gran medida.

Estrategia de separación en la fuente

Instalación de contenedores diferenciado:

Para la separación en fuente se distribuirán contenedores clasificados por colores diferentes, marrón para residuos orgánicos, amarillo para residuos plásticos y por último azul para residuos como cartón, poroplas y otros residuos. Se ubicarán de manera estratégica para así reducir la mezcla de los residuos y optimizar la eficiencia de recolección.

Capacitación a los ciudadanos.

Proporcionar a los ciudadanos capacitaciones en donde se integre la regla de las tres erres (reducir, reutilizar, reciclar), mediante una combinación de talleres presenciales, campañas informativas digitales y distribución de material didáctico. El enfoque principal es la separación en origen y el uso correcto de los contenedores. Además, se ofrecerán ejemplos prácticos para la reducción del consumo innecesario contribuyendo así hacia una cultura de consumo responsable y una gestión de residuos sostenible.

Organización de recolectores locales

Se establecerán rutas de recolección diferenciadas, evitando contaminación cruzada entre orgánicos y reciclables. Un componente clave para maximizar la rentabilidad del sistema de gestión de residuos será garantizar la eficiencia de la recolección, los residuos orgánicos se deberán recolectar tres veces por semana debido a su rápida descomposición y generación de malos olores, en cambio los residuos plásticos recolectarán una vez por semana. De esta manera se reducirán los costos asociados a la disposición final y lo más importante aumentara la pureza de los materiales separados incrementando su valor

Ordenanzas municipales

Se aprobarán normativas que regulen:

- Separación obligatoria.
- Horarios y puntos de acopio.
- Sanciones por incumplimiento y estímulos para buenas prácticas.

Valorización de residuos

El elevado porcentaje de orgánicos permite crear una planta de compostaje que genere abono para áreas verdes municipales o productores locales.

Para este estudio se propone utilizar el método de compostaje en pilas/hileras con volteo manual debido a su rentabilidad y eficiencia. Este consiste en acumular residuos orgánicos formando hileras sobre el suelo, con el objetivo de descomponer la materia orgánica mediante la acción de microorganismos aerobios para producir compost.

Biodigestor para biogás

La digestión anaerobia, o biodigestión, es una tecnología que permite mejorar el aprovechamiento energético tradicional de la biomasa, tanto desde el punto de vista medioambiental, como social y económico. Al mismo tiempo, permite una gestión sostenible de los residuos orgánicos, convirtiéndolos en un recurso para generar biogás (energía renovable) y biol (fertilizante natural).(Ferrer et al., n.d.)

Se propone instalar un biodigestor como alternativa complementaria al compostaje para transformar residuos húmedos en biogás, permitiendo procesar los residuos en menos tiempo.

El gas producido puede emplearse en cocinas de comedores del mercado o venderse localmente.

Centro de reciclaje

Se habilitará un punto limpio para la recuperación de plásticos y cartón, facilitando su venta a centros de acopio. Esta iniciativa permitirá mejorar la separación y almacenamiento de los materiales, facilitando su transferencia y comercialización hacia los centros de acopio. De esta manera, se optimiza la gestión de residuos reciclables, se promueve la valorización económica de los materiales recuperados y se contribuye a la reducción de los impactos ambientales derivados del manejo inadecuado de los desechos sólidos

Venta directa a acopios

El material no valorizado será enviado directamente a compradores autorizados, generando ingresos.

11.3.4. Educación y monitoreo

Campañas educativas:

Se implementarán campañas educativas continuas y sistemáticas dirigidas a toda la población del municipio, incluyendo hogares, comercios, instituciones públicas y privadas. El objetivo es fomentar la conciencia ambiental y hábitos sostenibles en la generación y manejo de residuos, promoviendo la reducción de desechos, la segregación adecuada de materiales reciclables y orgánicos, y la compra responsable.

Estas campañas combinarán talleres, material educativo impreso y digital, señalización en lugares estratégicos, charlas comunitarias y actividades participativas que involucren a niños, jóvenes y adultos. La educación ambiental se orientará a fortalecer la participación de la comunidad, creando una cultura de corresponsabilidad en la gestión de residuos sólidos.

Certificación de “municipio verde” y puestos responsables:

Se establecerá un sistema de certificación municipal que reconozca a los hogares, negocios e instituciones que cumplan con las normas de manejo de residuos y separación selectiva. Este reconocimiento incentivará la competencia positiva y el compromiso ambiental, sirviendo como modelo para otros sectores del municipio. La certificación promoverá prácticas responsables, reforzará la reputación de los participantes y generará conciencia social sobre la importancia de reducir, reutilizar y reciclar.

Informes periódicos y seguimiento:

El equipo municipal elaborará informes semestrales y anuales que reflejen los avances del programa a nivel municipal, utilizando indicadores clave como: reducción de residuos enviados a vertederos, cantidad de materiales recuperados para reciclaje, nivel de participación ciudadana y eficiencia de las rutas de recolección. Estos informes permitirán

evaluar la efectividad del sistema, identificar áreas de mejora y respaldar decisiones estratégicas y políticas públicas.

Ajustes estratégicos y mejora continua:

El sistema de gestión de residuos será evaluado y ajustado periódicamente, para optimizar rutas de recolección, procesos de separación y almacenamiento, y estrategias educativas y de sensibilización. Los ajustes permitirán incrementar la eficiencia operativa, reducir costos, mejorar la participación ciudadana y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del programa a nivel municipal.

Optimización del microrroteo del sistema de recolección de residuos sólidos del municipio de Palacagüina

El sistema de recolección de residuos sólidos del municipio de Palacagüina cuenta con un microrroteo previamente definido, el cual permite cubrir de manera adecuada el casco urbano. Sin embargo, el análisis del funcionamiento actual del servicio evidenció una distribución desigual del número de viviendas atendidas por cada microrruta, lo que genera una carga operativa desequilibrada, incremento en los tiempos de recolección y un uso poco eficiente de los recursos disponibles.

En este sentido, la optimización del microrroteo no se enfoca en modificar el trazado físico de las rutas existentes, ya que estas presentan una cobertura territorial adecuada, sino en mejorar la organización operativa del servicio mediante la redistribución del número de viviendas atendidas por cada microrruta y la programación diferenciada de la frecuencia de recolección según el tipo de residuo generado. Esta estrategia permite mejorar la eficiencia del sistema sin requerir inversiones adicionales en infraestructura o equipos.

- Diagnóstico del micorruteo actual

El diagnóstico del micorruteo permitió identificar el número real de viviendas atendidas por cada una de las cuatro rutas existentes. Los datos evidencian diferencias significativas entre sectores, lo cual influye directamente en la duración de las jornadas de trabajo y en la calidad del servicio prestado.

Tabla 6 *Distribución actual de viviendas por micro rutas*

Microruta	Número de viviendas
Ruta 1	271
Ruta 2	386
Ruta 3	239
Ruta 4	176
Total	1,072

Nota. Datos obtenidos del diagnóstico del sistema de recolección municipal. Elaboración propia.

- Propuesta de optimización mediante balance de viviendas

Considerando un total de 1,072 viviendas y la existencia de cuatro microrutas operativas, se estableció como valor de referencia un promedio aproximado de 268 viviendas por ruta. A partir de este criterio, se propone una redistribución operativa del número de viviendas atendidas, especialmente en zonas colindantes entre microrutas, con el objetivo de equilibrar la carga de trabajo.

Esta redistribución no implica cambios en el recorrido geográfico de las rutas, sino ajustes en la asignación de viviendas dentro de los límites de cada sector, lo cual facilita su implementación por parte del personal operativo.

Tabla 7 *Redistribución del número de viviendas por rutas*

Microrruta	Viviendas actuales	Viviendas optimizadas	Ajuste operativo
Ruta 1	271	270	Se mantiene
Ruta 2	386	270	Redistribución de viviendas
Ruta 3	239	270	Incorporación de viviendas
Ruta 4	176	262	Incorporación de viviendas

Nota. La redistribución se realiza de forma operativa, sin modificación del trazado espacial del microrruteo. Elaboración propia.

- Optimización del microrruteo según tipo de residuo y frecuencia de recolección

La optimización del microrruteo se complementa con la diferenciación de rutas y frecuencias de recolección de acuerdo con el tipo de residuo generado. Para los residuos orgánicos, se establece una frecuencia de recolección de tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes), debido a su rápida descomposición y al riesgo sanitario que representan.

Los residuos reciclables, principalmente plásticos y materiales recuperables, serán recolectados una vez por semana, los días jueves, lo que permite una mejor organización del almacenamiento temporal en los hogares y facilita su aprovechamiento. Por su parte, los residuos especiales o no convencionales serán atendidos mediante una ruta especial con una frecuencia quincenal (cada 15 días), optimizando el uso de recursos y evitando la saturación del sistema regular.

- Justificación de la no modificación del mapa de microrroteo

No se propone la elaboración de un nuevo mapa de microrroteo, debido a que las rutas existentes presentan una cobertura adecuada del área urbana del municipio. La optimización planteada se fundamenta en mejoras operativas relacionadas con la redistribución del número de viviendas y la frecuencia de recolección, por lo que el mapa actual puede utilizarse como referencia, indicando que las rutas se mantienen, pero con una organización interna optimizada.

- Análisis final de la propuesta

La propuesta de optimización del microrroteo del municipio de Palacagüina permite mejorar la eficiencia del sistema de recolección de residuos sólidos sin modificar la infraestructura existente ni incurrir en costos adicionales. El balance del número de viviendas por microrruta y la adecuada programación de frecuencias contribuyen a reducir la sobrecarga operativa, mejorar la calidad del servicio y disminuir los impactos ambientales asociados al transporte de residuos.

11.3.5. Resultados esperados en el municipio

La implementación integral del sistema de gestión de residuos a nivel municipal se espera que genere los siguientes resultados:

- Reducción significativa de residuos enviados a vertederos, estimada en aproximadamente 60 %, disminuyendo la presión sobre los sitios de disposición final y contribuyendo a la conservación ambiental.

- Clasificación adecuada de al menos el 90 % de los residuos generados, asegurando que los materiales reciclables y orgánicos se separen correctamente para su valorización o compostaje.
- Aprovechamiento eficiente del 80 % de los residuos orgánicos, mediante procesos de compostaje, biodigestión u otras tecnologías de valorización, generando productos reutilizables o comercializables.
- Mejoras en las condiciones sanitarias y ambientales, con disminución de malos olores, vectores de enfermedades y desorden en calles, mercados y zonas públicas.
- Incremento de la participación y compromiso ciudadano, fomentando una cultura de corresponsabilidad en la gestión de residuos y fortaleciendo la economía circular local.

11.3.6. Diseño técnico del relleno sanitario

Impermeabilización de la base

Con el propósito de evitar la infiltración de contaminantes al suelo y acuíferos subterráneos, la zona de disposición final será acondicionada mediante un sistema de impermeabilización multicapa, compuesto por:

- Capa de arcilla compactada (60 cm): material con baja conductividad hidráulica para disminuir la filtración natural.
- Geomembrana de HDPE de 1.5 mm: barrera sintética de alta resistencia química y mecánica que actúa como principal elemento de contención.
- Geotextil no tejido: colocado como capa de protección para evitar perforaciones en la geomembrana por fricción con el material drenante.

Este sistema garantiza un nivel de protección adecuado frente a la generación de lixiviados durante todo el ciclo operativo del sitio.

Sistema de drenaje y manejo de lixiviados

Para asegurar el control hidráulico dentro del relleno, se implementará un sistema integral de recolección y conducción de lixiviados, conformado por:

- Red de tuberías perforadas en PVC, dimensionadas para permitir el flujo gravitacional.
- Zonas drenantes con grava, que facilitan la percolación hacia las tuberías.
- Pozo de acumulación o cárcamo, donde se concentrarán los lixiviados para su extracción.
- Laguna de retención o tanque de tratamiento primario, destinado a la estabilización inicial del efluente.

Este sistema permitirá monitorear la calidad del líquido percolado y evitar descargas directas al ambiente.

Captación y manejo del biogás

Durante la descomposición de los residuos, se liberan gases producto de procesos anaerobios. Para su manejo se instalarán:

- Chimeneas de venteo, distribuidas estratégicamente para evitar concentraciones peligrosas y reducir malos olores.
- En fases avanzadas se plantea incorporar un sistema de aprovechamiento energético, permitiendo valorizar el metano mediante producción de energía térmica o eléctrica.

Coberturas operativas

- Cobertura diaria: al finalizar cada jornada se aplicará entre 10 y 15 cm de material inerte con el fin de controlar vectores, olores y dispersión de residuos.
- Cobertura final por celda: una vez completado el volumen de una celda, se colocará una capa de sellado y posteriormente se instalará vegetación para restablecer el paisaje y evitar erosión.

Infraestructura complementaria del sitio

Garita de control:

Se instalará un punto de control en la entrada principal para registrar el ingreso de vehículos, verificar el tipo de residuo transportado y garantizar la seguridad del sitio.

Vías internas:

El proyecto contempla la construcción de caminos afirmados que permitan la circulación continua de la maquinaria, incluso en temporada lluviosa. Su mantenimiento será permanente para evitar afectaciones en la operación diaria.

Centro de recuperación de materiales:

Dentro del relleno se habilitará un espacio destinado a la clasificación básica de materiales reciclables que lleguen mezclados, optimizando el aprovechamiento y reduciendo la carga final destinada a enterramiento.

Cerca perimetral:

La instalación de una cerca alrededor del área operativa evitará el ingreso no autorizado de personas, animales y vehículos, reduciendo riesgos de accidentes y manipulación indebida de los residuos.

Área para residuos especiales:

Se implementará un sector destinado a residuos voluminosos y peligrosos de origen doméstico, tales como:

- pilas y baterías,
 - aparatos electrónicos,
 - aceites usados,
 - residuos metálicos.
-
- Esto permitirá una gestión diferenciada y ambientalmente segura para esta materia

Gestión de residuos especiales

El diseño del relleno sanitario propuesto incorpora un área específica para el manejo de residuos especiales, entre los cuales se incluyen pilas y baterías, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), aceites usados, focos fluorescentes y otros materiales que, por su composición, requieren un manejo diferenciado. Sin embargo, considerando la limitada infraestructura operativa con la que actualmente cuenta el municipio de Palacagüina, se vuelve indispensable establecer un protocolo técnico preciso que permita gestionar estos residuos de manera segura, eficiente y conforme a la normativa ambiental vigente, incluyendo la Ley 217, su Reglamento General y las disposiciones técnicas complementarias emitidas por el MARENA.

Lineamientos para el almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal de residuos especiales debe realizarse en un espacio techado, ventilado y de acceso restringido, equipado con contenedores diferenciados, impermeables y claramente rotulados según el tipo de residuo. Este espacio debe ubicarse dentro de la zona de servicios del relleno sanitario, evitando la exposición directa a lluvias, radiación solar y riesgos de manipulación indebida. Se recomienda incluir bandejas de contención secundaria para prevenir derrames, especialmente en el caso de aceites usados, baterías y residuos líquidos peligrosos.

Asimismo, el personal encargado debe contar con equipo de protección básico (guantes, mascarilla, calzado de seguridad) y registro documental de recepción, clasificación y salida de los residuos, a fin de asegurar trazabilidad.

Acondicionamiento y clasificación mínima necesaria

Previo a su transferencia a gestores autorizados, los residuos especiales deben someterse a un acondicionamiento básico, orientado a garantizar su estabilidad y minimizar riesgos durante el almacenamiento y transporte. Este proceso comprende:

- Separación por tipo: pilas alcalinas, baterías automotrices, RAEE de pequeño y gran volumen, luminarias, aceites, entre otros.
- Verificación del estado físico: identificación de fugas, corrosión o fracturas que requieran contención adicional.
- Embalar adecuadamente los RAEE para evitar roturas, caídas o desprendimiento de componentes.
- Almacenamiento hermético de aceites y sustancias líquidas en contenedores certificados.

Esta clasificación mínima permitirá que los residuos cumplan con los requisitos de seguridad exigidos por los operadores autorizados y evitará la mezcla de materiales incompatibles.

Procedimiento de transferencia a instalaciones autorizadas

El municipio deberá establecer acuerdos de cooperación con gestores certificados por el MARENA para el tratamiento y disposición final de los residuos especiales. El proceso incluirá:

- Programación periódica de recolección de residuos especiales acumulados.
- Entrega formal mediante actas de transferencia, que especifiquen cantidades, tipo y condiciones del residuo.
- Verificación de permisos ambientales vigentes por parte del gestor.
- Registro documental que permita auditoría y seguimiento institucional.

Dado que Palacagüina no cuenta con infraestructura para el tratamiento final de estos residuos, esta coordinación intermunicipal o con empresas especializadas se vuelve un elemento esencial para garantizar un manejo ambientalmente adecuado.

Cumplimiento normativo

La implementación del protocolo debe alinearse estrictamente con la Ley 217, el Reglamento de Residuos Peligrosos y las guías técnicas emitidas por las autoridades ambientales. Esto implica:

- Cumplir con los requisitos de almacenamiento seguro.
- Mantener registros actualizados de generación y manejo.
- Garantizar que el transporte sea realizado por operadores autorizados.
- Asegurar que la disposición final respete la normativa nacional y los estándares de protección ambiental.

La ampliación de esta sección permitirá que la propuesta del relleno sanitario no solo contemple un espacio físico para residuos especiales, sino que además establezca un modelo operativo viable, adaptado a la capacidad institucional del municipio y alineado con las mejores prácticas de gestión ambiental. Con ello se fortalece la seguridad del sistema, se minimizan riesgos a la salud y se garantiza la correcta aplicación del marco regulatorio.

Operación del relleno sanitario

Compactación de residuos:

Los residuos serán compactados con maquinaria ligera o pesada para reducir su volumen, incrementar su estabilidad y prolongar la vida útil del sitio.

Disposición por celdas:

La operación se organizará por celdas independientes, lo que facilita el control, monitoreo y cierre progresivo del relleno. Esta metodología permite un manejo ordenado y eficiente del espacio.

Control operativo:

Las medidas principales incluyen:

- prohibición absoluta de quemas

- vigilancia permanente para evitar incendios
- aplicación regular de capas de cobertura
- control físico de insectos y otros vectores

Seguridad laboral:

El personal deberá utilizar equipo de protección completo: casco, guantes, botas, mascarilla y chaleco reflectante. Además, se establecerán rutas seguras y señalización interna.

Fortalecimiento del marco regulatorio y financiero

La sostenibilidad de la propuesta técnica no depende únicamente de la implementación de medidas técnicas como el compostaje y la generación de biogás, sino también de contar con un marco regulatorio y financiero sólido que garantice la continuidad y eficacia de todas las acciones planteadas. Si bien estas estrategias contribuyen significativamente a reducir el volumen de residuos y a generar beneficios ambientales y energéticos, por sí solas no cubren los costos operativos, de mantenimiento e inversión necesarios para mantener un sistema de gestión integral de residuos sólidos eficiente.

Por ello, se hace necesario fortalecer el marco regulatorio mediante la definición clara de responsabilidades para las instituciones y la comunidad, la incorporación de estándares ambientales que respalden las iniciativas y la creación de incentivos que promuevan la participación de la población. Asimismo, desde el ámbito financiero, se propone ajustar las tarifas de recolección de residuos, de manera que se puedan cubrir los costos asociados a la operación, mantenimiento y mejora de infraestructura, garantizando la viabilidad económica del sistema a mediano y largo plazo.

Con este fortalecimiento, se logra un equilibrio entre la eficiencia técnica de las medidas de compostaje y biogás y la sostenibilidad financiera y administrativa de la propuesta. Además, se fomenta la participación de la comunidad y se asegura el cumplimiento de las normas ambientales, generando un sistema de gestión de residuos sólidos que sea funcional, duradero y capaz de adaptarse a futuras necesidades del municipio.

11.3.7. Resultados esperados

Beneficios ambientales

- Reducción estimada del 70 % de impactos asociados a la disposición inadecuada.
- Eliminación de quemas y disminución de emisiones atmosféricas.
- Control efectivo de lixiviados, protección del suelo y cuerpos de agua.
- Disminución de vectores y riesgos sanitarios en zonas aledañas.

Beneficios sociales

- Mejoramiento del entorno del mercado y la comunidad.
- Generación de empleos dignos y seguros para el personal involucrado.
- Mayor educación y participación ciudadana en la gestión de residuos.

Beneficios económicos

- Aprovechamiento de la fracción orgánica para compost o biogás.
- Recuperación y comercialización de materiales reciclables.
- Optimización del transporte y de la operación del sitio.
- Extensión significativa de la vida útil del relleno sanitario.

12. Conclusiones

El estudio permitió reconocer con claridad las deficiencias del sistema actual de manejo de residuos y, a partir de ello, formular una propuesta técnica orientada a la sostenibilidad ambiental y al fortalecimiento institucional. Los resultados de la caracterización evidenciaron que la fracción orgánica representa más del 90 % de los desechos generados, lo cual confirma un alto potencial de aprovechamiento mediante procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica, contribuyendo así a la reducción de residuos en la fuente.

El diagnóstico de la situación actual reveló limitaciones significativas en infraestructura y cobertura, así como prácticas inadecuadas en la disposición final, que hoy opera como un vertedero a cielo abierto y ocasiona impactos negativos en los recursos naturales. Frente a este escenario, la propuesta técnica elaborada plantea un sistema integral que optimiza cada etapa del proceso —recolección, transporte, tratamiento y disposición final— mediante la incorporación de tecnologías apropiadas y accesibles, tales como compactadores, geomembranas, bandas transportadoras y biodigestores, todo ello bajo un enfoque de economía circular y con un fuerte componente de participación ciudadana.

La implementación de este modelo permitirá disminuir sustancialmente el volumen de residuos destinados al relleno sanitario e incrementar las tasas de reciclaje, fortaleciendo la eficiencia del servicio y promoviendo la sostenibilidad ambiental del municipio. Además, el enfoque de corresponsabilidad social y la visión de circularidad impulsan la conversión de los residuos en recursos útiles, estimulan la generación de empleo verde y favorecen la educación ambiental continua, elementos indispensables para asegurar la permanencia y el éxito del sistema propuesto.

En síntesis, se concluye que la gestión integral de los desechos sólidos solo será efectiva si se articula la acción entre autoridades municipales, instituciones nacionales, empresas privadas y la comunidad, dentro de un marco de gobernanza ambiental orientado al cumplimiento de metas locales y nacionales de desarrollo sostenible. Finalmente, este plan se configura como una herramienta replicable para otros municipios del norte de Nicaragua,

al demostrar que la integración equilibrada de criterios técnicos, económicos y sociales puede conducir hacia un modelo de gestión ambiental más limpio, justo y resiliente.

13. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos y del análisis técnico realizado, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a los diferentes actores involucrados en la gestión de residuos sólidos del municipio de Palacagüina:

A la alcaldía municipal de Palacagüina

Gestionar recursos financieros, materiales y humanos para la ejecución progresiva del plan de gestión 2025–2028, priorizando la construcción de la planta de clasificación y el relleno sanitario controlado.

Crear una unidad técnica municipal de gestión de residuos sólidos encargada del monitoreo, seguimiento y evaluación de las acciones implementadas.

Establecer convenios de cooperación con empresas privadas y organismos de cooperación internacional (como GIZ, BID o JICA) para fortalecer las capacidades técnicas y económicas del municipio.

Garantizar la capacitación continua del personal operativo en temas de seguridad laboral, uso de equipos y buenas prácticas ambientales.

Al ministerio del ambiente y los recursos naturales (MARENA)

Brindar acompañamiento técnico y supervisión permanente durante la ejecución del plan, asegurando el cumplimiento de la Ley 217 y de las normas técnicas ambientales nacionales.

Promover programas de educación y sensibilización ambiental en coordinación con las autoridades municipales, instituciones educativas y organizaciones comunitarias.

Al ministerio de salud (MINSA)

Implementar controles periódicos sobre los impactos sanitarios asociados al manejo de residuos, especialmente en áreas aledañas al relleno sanitario.

Apoyar la creación de campañas de salud pública orientadas a la prevención de enfermedades derivadas de la contaminación ambiental.

A la comunidad y organizaciones locales

Fomentar la separación de residuos en la fuente, el reciclaje doméstico y la participación en los programas de compostaje comunitario.

Integrarse en los Comités Ambientales Comunitarios, fortaleciendo la vigilancia ciudadana y la corresponsabilidad en la protección del entorno.

Reducir el uso de plásticos de un solo uso y adoptar prácticas de consumo responsable.

A las instituciones educativas

Incorporar la educación ambiental en los planes curriculares y promover proyectos escolares sobre clasificación, reciclaje y reutilización de materiales.

Participar activamente en las campañas municipales de limpieza y gestión de residuos, contribuyendo a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable.

A futuras investigaciones

Desarrollar estudios comparativos sobre la eficiencia de los procesos de compostaje y digestión anaeróbica en distintos contextos urbanos y rurales.

Evaluar periódicamente los impactos sociales, económicos y ambientales del plan implementado para retroalimentar su mejora continua.

Investigar alternativas innovadoras de valorización de residuos y su potencial aplicación en municipios con características similares al municipio de Palacagüina.

14. Referencias

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (1996 (con reformas vigentes hasta 2025)). *Ley N.º 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales* (Reformada ed.). (C. d. Naturales, Ed.) Managua, Managua, Nicaragua: Asamblea Nacional. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de <https://legislacion.asamblea.gob.ni/>
- ASECA. (17 de Mayo de 2022). *aseca.com*. Obtenido de <https://aseca.com/cuanto-tardan-en-degradarse-los-residuos/>
- Banco Mundial. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* (Primera ed., Vol. 1). (S. K. al., Ed.) Washington D.C., Distrito de Columbia, Estados Unidos: World Bank Publications. Recuperado el 20 de Octubre de 2025, de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Castro, E. (2020). *Guia para la caracterizacion y cuantificacion de residuos solidos*. Colombia: Corporacion universitaria minuto de Dios.
- Castro, S. (2017). *Gestion integral de residuos sólidos*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Centeno Salas, G. J., & Rayo Guido, M. S. (2021). *Evaluación del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos del casco urbano del Municipio de San Nicolás, Departamento de Estelí, PIGARS (2020–2040)* (Primera ed.). (R. I. UNAN-Managua, Ed.) San Nicolás, Estelí, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Recuperado el 11 de Octubre de 2025, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/17666/>
- Coluccio Leskow, E. (25 de septiembre de 2025). *concepto*. Obtenido de Enciclopedia concepto: <https://concepto.de/volumen/>.
- Docampo, R. (2013). *compostaje y compost*. INIA.
- Espinoza, P. T. (2018). *Gestión integral de los residuos solidos urbanos*. *AIDIS*, 203.

- Fuentes, C., Carpio, J., Prado, J., & Sanchez, P. (2008). *Gestion de residuos solidos municipales*. Peru: Universidad ESAN.
- Garcia, A. C. (1993). Análisis documental: el análisis formal. . *Revista general de información y documentación*.
- Hernández, F. y. (2014). *Metodologia de la investigacion* .
- Jaramillo, J. (2002). Guia para el diseño,construccion y operacion de rellenos sanitarios manuales. OPS.
- Lacayo Rojas, M. A. (2021). *Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Mateare, Departamento de Managua (2020–2029)* (Vol. 1). (F. d. ambientales, Ed.) Managua, Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14032/>
- Lacayo Rojas, M. A. (2021). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Mateare, Departamento de Managua (Periodo 2020–2029)* (Primera ed.). (R. I. UNAN-Managua, Ed.) Managua, Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Recuperado el 11 de Octubre de 2025, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14032/>
- León, A. d. (2021). *Reglamento Técnico Municipal para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos* (Primera ed., Vol. 1). (D. d. Municipales, Ed.) León, León, Nicaragua: Alcaldía Municipal de León. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de <https://www.leon.gob.ni/normativas>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2020). *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos* (Primera ed., Vol. 1). (D. G. Ambiental, Ed.) Managua, Managua, Nicaragua: MARENA. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de <https://www.marena.gob.ni>
- Najar Marín, E. (2024). *Manejo de residuos sólidos en zonas urbanas en América Latina* (Primera ed., Vol. 28). (R. C. Futuro, Ed.) Santa Ana, Misiones, Argentina:

Universidad Nacional de Misiones.
doi:<https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2024.28.02.003.es>

OMS. (2020). *Residuos sólidos: gestión ambiental en salud* (Primera ed., Vol. 1). (C. C. Departamento de Ambiente, Ed.) Washington D.C., Distrito de Columbia, Estados Unidos / América Latina: OMS. Recuperado el 20 de Octubre de 2025, de <https://www.paho.org/es/temas/residuos-solidos>

Onda Local . (07 de 06 de 2024). Basureros ilegales en Managua: Grave problema ambiental. *Basureros ilegales*, pág. 1.

Rojas Vilcahuamán, J. (2020). *Gestión de residuos sólidos inorgánicos en contextos urbanos del Perú* (Vol. 1). (E. d. Ambiental, Ed.) Huancayo, Junín, Perú: Universidad Continental. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8246/3/IV_FIN_107_TE_Rojas_Vilcahuaman_2020.pdf

Sánchez, J. (2025). *Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican* (Vol. 1). (EcologíaVerde, Ed.) Madrid, Comunidad de Madrid, España: EcologíaVerde. Recuperado el 21 de Octubre de 2025

Ubillús-Farfán, S. W., Valiente-Saldaña, Y. M., & Patiño-Ramírez, S. (2024). *Estrategias aplicadas en la gestión de residuos sólidos en Latinoamérica: Revisión literaria* (Vol. 9). (R. Koinonía, Ed.) Trujillo, La Libertad, Perú : Universidad César Vallejo. doi:<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3157>

Ubillús-Farfán, S. W., Valiente-Saldaña, Y. M., & Patiño-Ramírez, S. (2024). *Estrategias aplicadas en la gestión de residuos sólidos en Latinoamérica: Revisión literaria* (Vol. 9). (R. Koinonía, Ed.) Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad César Vallejo. doi:<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3157>

UNAN-León. (2022). *Gestión de residuos sólidos en zonas urbanas: análisis de amenazas ambientales* (Primera ed.). (R. RIUL, Ed.) León, León, Nicaragua: UNAN-León. Recuperado el 11 de Octubre de 2025, de

<https://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7592/1/243385.pdf>

Universidad de San Carlos de Guatemala. (2021). *Residuos sólidos orgánicos y su incidencia en la seguridad humana en comunidades rurales de Guatemala* (Priemra ed., Vol. 1). (D. d. Académica, Ed.) Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala: Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de https://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_17608.pdf

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León. (2022). *Diagnóstico sobre el manejo de residuos sólidos comunes en el municipio de León* (Primera ed., Vol. 1). (F. d. Tecnología, Ed.) León, León, Nicaragua: Unan-León. Recuperado el 20 de Octubre de 2025, de <https://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7592/1/243385.pdf>

Vélez Macías, J. J. (2020). *Evaluación de residuos sólidos no reciclables en el cantón Jipijapa* (Vol. 1). (F. d. Naturales, Ed.) Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Recuperado el 21 de Octubre de 2025, de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2559/1/JOSE-JULIO-VELEZ-MACIAS-TESIS-28-09-2020.pdf>

Villa, P. A. (08 de Diciembre de 2018). *Sèneca*. Obtenido de Sèneca: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/e884e2ba-40b9-49a6-b971-c10602552424/content>

15. Anexos

15.1. Instrumentos para la recolección de datos

15.1.1. Plantilla de registro de campo – método de cuarteo



Esta guía de caracterización de los residuos sólidos urbanos, la realizamos estudiantes del Centro Universitario Regional Estelí (CUR), perteneciente al departamento de ciencias tecnológicas y salud, V año de Ingeniería ambiental, con el fin de hacer una caracterización de los residuos sólidos en el casco urbano del municipio de Palacagüina, la cual se utilizará una guía de método de cuarteo en nuestro trabajo de tesis con el tema: Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz en el periodo 2025-2028.

Datos generales

Proyecto:	Caracterización de los residuos sólidos generados en el mercado de Palacagüina
Carrera:	Ingeniería ambiental
Técnica utilizada:	Método de cuarteo
Fecha:	_____
Día de la muestra:	_____

Datos generales de la muestra

Peso total de la muestra (lb)	_____
Peso total de la muestra (kg)	_____
Constante de conversión	0.45

Registro de pesos por tramo

N. ° de tramo	Peso (lb)	Peso (kg)	Observaciones
1	Tramo _____	_____	_____
2	Tramo _____	_____	_____
3	Tramo _____	_____	_____
4	Tramo _____	_____	_____
5	Tramo _____	_____	_____

6	Tramo	—	—	—
7	Tramo	—	—	—
8	Tramo	—	—	—
9	Tramo	—	—	—
10	Tramo	—	—	—
	Baño / zona sanitaria	—	—	—
	Materia orgánica total	—	—	—
	Total general	—	—	—

Caracterización de residuos sólidos

Tipo de residuo	Peso (lb)	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
--------------------	--------------	--------------	-------------------	---------------

Orgánico	_____	_____	_____	_____
Plástico	_____	_____	_____	_____
Poroplas / Unicel	_____	_____	_____	_____
Cartón / Papel	_____	_____	_____	_____
Papel sanitario	_____	_____	_____	_____
Vidrio	_____	_____	_____	_____
Metales	_____	_____	_____	_____
Otros residuos	_____	_____	_____	_____
Total	_____	_____	_____	_____

15.1.2. Entrevista semiestructurada



Buenos días, somos estudiantes del centro universitario regional (CUR-Estelí) perteneciente al departamento de ciencias tecnológicas y salud, el propósito de nuestra visita es realizar una entrevista dirigida al señor Pedro Matute, quien es el encargado de gestión ambiental en la alcaldía municipal de Palacagüina, con el fin de identificar las acciones de gestión de los desechos sólidos que se realizan en el casco urbano del municipio de Palacagüina. De antemano se le agradece por su colaboración

1. Datos generales

Nombre del entrevistado: Comp Pedro Matute

Cargo: Encargado de gestión ambiental del municipio de Palacagüina

Institución: Alcaldía municipal de Palacagüina

Fecha de la entrevista: _____

Lugar: Oficina de gestión ambiental, Palacagüina

Entrevistador(a): Ileana Guillén

2. Objetivo de la entrevista

Recabar información sobre la gestión actual de los residuos sólidos en el municipio de Palacagüina, con el fin de analizar la eficiencia del sistema de recolección, disposición final y las proyecciones de crecimiento poblacional que inciden en la generación de desechos.

3. Preguntas de la entrevista

¿Cómo describiría el sistema actual de recolección y manejo de residuos sólidos en el municipio de Palacagüina?

¿Con qué frecuencia se realiza la recolección de desechos en el casco urbano y rural?

Según los registros municipales, se recolectan aproximadamente 130 m³ de basura semanalmente. ¿Considera que esta cantidad representa adecuadamente la generación real de residuos de la población?

Se tiene una tasa de recolección del 90 % en el casco urbano. ¿Cuáles son los principales factores que impiden alcanzar el 100 % de cobertura?

¿Qué estrategias se están aplicando o se planean implementar para mejorar la cobertura en las zonas rurales?

Sabemos que el terreno de disposición final tiene una extensión de 7 manzanas. ¿Podría describir las condiciones actuales del sitio (infraestructura, tipo de manejo, control ambiental, acceso, etc.)?

¿Se tiene previsto ampliar o mejorar el sitio de disposición final en el corto o mediano plazo?

Se estima una producción per cápita de 0.49 kg/hab/día. ¿Cómo se obtuvo este dato y considera que refleja con precisión la realidad actual del municipio?

Con una tasa de crecimiento poblacional del 0.09, ¿qué proyecciones tienen respecto al aumento de residuos en los próximos años?

¿Qué acciones o programas de educación ambiental se han implementado para fomentar la separación o reducción de residuos?

¿Reciben apoyo de instituciones externas o cooperación para la gestión de residuos sólidos?

Desde su experiencia, ¿cuáles son los principales desafíos y oportunidades que enfrenta Palacagüina en materia de gestión ambiental municipal?

15.1.3. Checklist de evaluación del manejo y condiciones del sitio de disposición Final.



Objetivo del instrumento:

Evaluar las condiciones actuales de infraestructura, operación, control y manejo de los residuos sólidos en el sitio de disposición final, mediante observación directa y valoración cualitativa.

Datos generales

- Fecha:
- Hora:
- Lugar / Sitio evaluado:
- Observador(a):

Marca con una “X” el cuadro que refleje mejor la valoración del estado actual del sistema de disposición final, observando cada uno de los componentes descritos.

Componen te	Excele nte	M uy Bueno	Bue no	Deficie nte	N o existe
----------------	---------------	---------------	-----------	----------------	---------------

Infraestructura general del sitio					
Control y registro de ingreso					
Acceso vehicular adecuado					
Seguridad perimetral					
Manejo y control de lixiviados					
Manejo y control de vectores					
Sistema de drenaje pluvial / fluvial					
Condiciones de operación diaria					
Control de compactación y cobertura					

Señalización interna del sitio					
Condiciones del personal operativo					
Monitoreo ambiental (aire, suelo, agua)					
Control de residuos peligrosos					
Manejo adecuado de maquinaria					

15.1.4. Ficha de revisión documental



Instrumento: revisión documental

Tema: análisis del documento “diagnóstico del sistema de manejo de residuos sólidos del municipio de Palacagüina”.

Propósito: obtener información técnica, ambiental y operativa relevante sobre la gestión de residuos sólidos para el desarrollo del plan de gestión ambiental propuesto.

1. Datos generales del documento

Título del documento	Diagnóstico del sistema de manejo de residuos sólidos del municipio de Palacagüina
Tipo de documento	Informe técnico / diagnóstico municipal
Autor o institución emisora	Pedro Joaquín Matute González/ alcaldía municipal de Palacagüina
Año de publicación	2018
Fuente	Alcaldía municipal de Palacagüina

2. Aspectos analizados

Categoría de análisis	de	Elementos para revisar	Observaciones / Datos relevantes
Generación de residuos	de	Volumen diario, fuentes de generación, variación por zonas	
Frecuencia de recolección	de	Días, rutas, cobertura, zonas no atendidas	
Infraestructura y recursos	y	Equipos, personal, herramientas, condiciones de trabajo	
Disposición final		Tipo de sitio, control, manejo, accesibilidad, impacto ambiental	
Aspectos ambientales		Riesgos, contaminación, lixiviados, vectores	
Aspectos sociales		Participación comunitaria, percepción ciudadana, educación ambiental	
Limitaciones del sistema	del	Principales problemas identificados	

15.2. Validación de los instrumentos

Carta de solicitud para validación de instrumentos.

Estelí, 12 de nov. de 25

Ing. María Karolina Corrales Flores

Estimada ingeniera

Nos es grato dirigirnos a usted para expresarle un atento y cordial saludo, y al mismo tiempo informarle que, como parte del desarrollo de nuestro proyecto de tesis titulado “Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz en el periodo 2025–2028”, hemos elaborado instrumentos de recolección de datos que requiere validación. En virtud de su reconocida trayectoria profesional y amplia experiencia en el área, solicitamos respetuosamente su valiosa colaboración como experta en la revisión y validación de dichos instrumentos, con el propósito de garantizar su pertinencia, coherencia y fiabilidad en el proceso investigativo.

El proceso de validación de estos instrumentos tiene como finalidad garantizar que los instrumentos, métodos o procedimientos utilizados cumplan con los requisitos establecidos, asegurando que los resultados obtenidos sean confiables, precisos y adecuados para los objetivos planteados, permitiendo además realizar observaciones las cuales se utilizarán para perfeccionar los instrumentos hasta llegar a una construcción adecuada y así comprobar que las técnicas empleadas permiten obtener información confiable precisa y representativa, asegurando la calidad metodológica. Para ello se presenta una matriz de validez de instrumentos, de manera que usted pueda emitir el juicio que considere oportuno.

Agradecemos de ante mano el tiempo y disposición que dedique a esta tarea la cual contribuirá para asegurar su pertinencia, contenido y estructura.

Atentamente:

Ileana Karina Guillen Marín/ Pablo José Valle Molina

Constancia de juicio de experto

Yo, Maria Karolina Corrales Flores con Cédula de identidad número: 161-111295-0003P título académico Ingeniería Ambiental ; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado con fines de validación, el instrumento de investigación: entrevista, revisión documental y caracterización de residuos sólidos, que será aplicado en el desarrollo de la investigación “Diseño de un plan de gestión integral de los desechos sólidos comunes en el área urbana del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz en el periodo 2025–2028” de la carrera de ingeniería ambiental .

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, podemos formular las siguientes apreciaciones:

°	Indicadores	Valores				
		De ficiente	R egular	B ueno	Muy bueno	Ex celente
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación				x	
	El instrumento evidencia el problema a solucionar			x		
	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					x
	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado				x	

	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión				X	
	Relevancia de contenido			X		
	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información				X	
	La estructura de los instrumentos es compleja			X		

Evaluación de instrumentos

El instrumento diseñado a su juicio es: válido si (x) no ()

Observaciones:

Para que conste a los efectos oportunos, extiende la presente en la ciudad de Estelí, a los 14 días del mes de Noviembre año en curso.




Ing. María Karolina Corrales Flores

Nombre y firma del experto

15.3. Fotografías del area de estudio

Figura 6. *Mercado municipal de Palacagüina*



Fuente: elaboración propia

Figura 7. *Proceso de caracterización de los residuos*



Fuente: elaboración propia

Figura 8. *Disposición final*



Fuente: elaboración propia



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



