



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORES:

Jefferson Alexander Juma Amaguaña

Marcela Jazmín Montalvo Mejía

DIRECTOR:

Dr. Jorge Renato Oquendo Andino. PhD

Ibarra, julio 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1004256853	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Juma Amaguaña Jefferson Alexander	
DIRECCIÓN:		Ibarra	
EMAIL:		jajumaa@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	SN	TELÉFONO MÓVIL:	0969507789

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1004091409	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Marcela Jazmín Montalvo Mejía	
DIRECCIÓN:		San Antonio -Ibarra- Imbabura	
EMAIL:		mjmontalvo@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	SN	TELÉFONO MÓVIL:	0978887497

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Técnica del Norte
AUTOR (ES):	Juma Amaguaña Jefferson Alexander Montalvo Mejía Marcela Jazmín
FECHA: DD/MM/AAAA	05/07/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Dr. Jorge Renato Oquendo Andino. PhD

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y son titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldremos en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 05 días del mes de julio de 2024

LOS AUTORES:



Juma Amaguaña Jefferson Alexander

CI: 1004256853



Montalvo Mejia Marcela Jazmín

CI: 1004091409

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



Ibarra, 05 de julio de 2024

Dr. Jorge Renato Oquendo Andino PhD
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)

Dr. Renato Renato Oquendo Andino PhD

C.C.:1211961854.....

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular "Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Técnica del Norte" elaborado por **JUMA AMAGUAÑA JEFFERSON ALEXANDER Y MONTALVO MEJÍA MARCELA JAZMÍN** previo a la obtención del título de la INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....
Dr. Renato Renato Oquendo Andino PhD
C.C.:.....1711401834.....

(f):.....
MS. Jairo Santiago Cabrera García
C.C.:.....1003315312.....

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestras familias por ser nuestros pilares durante toda nuestra vida estudiantil. Por ser el apoyo durante las etapas difíciles y también por ser nuestro aliento para seguir adelante. No existen palabras para expresar la gratitud hacia ustedes, sin embargo, esperamos que este logro que no es solo nuestro, les llene de orgullo y satisfacción.

A la Universidad Técnica del Norte, que nos permitió crecer y enriquecernos de conocimientos, los cuales nos permitirán afrontar la vida de mejor manera. También agradecemos a todos quienes nos enseñaron y ayudaron, mientras permanecemos en los campus universitarios; docentes, administrativos y demás personas que nos aportaron para conseguir este logro.

Al Bio. Renato Oquendo, uno de los mejores maestros que conocimos, gracias por sus enseñanzas y consejos, no solamente como nuestro director de tesis, sino como la persona y maestro que es. Gracias por el apoyo brindado a lo largo de este proyecto, gracias por haber confiado en nosotros.

Gracias a todos y cada docente que nos impartieron sus conocimientos, tiempo y espacio dentro y fuera de las aulas a lo largo de la carrera, a cada uno de Uds. los llevamos en nuestro corazón y nos dejan grandes enseñanzas de la vida; gracias también a todas las personas que nos ayudaron y permitieron que esta investigación sea posible.

Alexander y Marcela

DEDICATORIA

A mis padres Dora Amaguaña y Benito Juma, quienes me han apoyado de manera incondicional a lo largo de mi vida estudiantil, gracias por sus consejos, por su esfuerzo, su comprensión y aliento. Sus enseñanzas me han formado y han hecho de mí la persona que soy ahora, tengo demasiado que agradecerles, espero un día poder retribuir de alguna manera todo lo que han dado.

A mi hermana Litzzy, quien me ha hecho ver; el grandioso regalo que es tener una hermana, gracias por estar siempre, gracias por alegrarme la vida, sé que llegarás muy lejos y espero estar en tus caídas y triunfos.

A mi tía Maribel quien ha sido mi segunda madre, gracias por cuidarme y apoyarme en los momentos difíciles, a pesar de las circunstancias siempre ha estado para mí. A mi tío Jonathan quien ha sido como un hermano mayor, compañero de juego, te admiro por las ganas que le pones a la vida, he aprendido tanto de ti. A toda mi familia, tíos, primos, mi papi José y Mami Piedad.

Genesis, gracias por acompañarme estos últimos años, por hacerme ver de diferente manera la vida. Por tu apoyo y aliento en los momentos difíciles, como tú lo dijiste; ¡vamos por más! Para concluir dedico este logro a mis amigos, por sus consejos, por los momentos en las aulas, gracias y les deseo una vida llena de logros y éxitos.

Alexander

DEDICATORIA

A mis padres Arturo Montalvo e Isabel Mejía que con su amor, esfuerzo y paciencia han contribuido en mi vida para alcanzar este logro; a mis hermanos Lily, Roberth, Dennis y Leo que me han apoyado en cada proceso, a toda mi familia por ser el pilar fundamental de mi vida.

A Jorge por su apoyo constante, por su compañía incondicional y por ser una fuente de motivación en los momentos difíciles y a mis amigos porque varias veces fueron quienes me animaron a seguir adelante.

Gracias a los que creyeron en mí, esta nueva meta, les dedico con todo mi cariño.

Marcela

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema y justificación	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Pregunta directriz de la investigación	4
1.5 Hipótesis	4
1.5.1 Hipótesis nula (Ho).....	4
CAPÍTULO II	5
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	5
2.1 Residuos sólidos.....	5
2.1.1 Clasificación de residuos sólidos	5
2.1.2 Composición de los desechos sólidos urbanos	6
2.1.3 Propiedades de los residuos sólidos.....	6
2.1.4 Manejo de residuos sólidos.....	7
2.1.5 Gestión de los desechos sólidos.....	9
2.1.6 Tratamientos para los residuos sólidos	9
2.2 Plan de gestión de residuos sólidos.....	10
2.2.1 Objetivos del plan de gestión de residuos.....	10
2.3 Importancia de la minimización de residuos	10
2.4 Importancia de la separación de residuos	11

2.5 Caracterización de residuos sólidos	11
2.6 Marco legal	11
2.6.1 Constitución del Ecuador	11
2.6.2 Código Orgánico Ambiental	12
2.6.3 Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental TULSMA	12
2.6.4 Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 - 2025	13
CAPÍTULO III.....	14
3. METODOLOGÍA	14
3.1 Descripción del área de estudio	14
3.2 Métodos.....	15
3.2.1 Evaluar el manejo actual de los residuos sólidos en las áreas de estudio	15
3.2.2 Caracterización de los desechos sólidos generados en los campus de la Universidad Técnica del Norte.....	17
3.2.2.1 Etapa de planificación.....	17
3.2.2.2 Etapa de diseño.	18
3.2.2.3 Etapa de ejecución.	19
3.2.3 Proponer estrategias de manejo de residuos sólidos aplicable a los campus de la Universidad Técnica del Norte	23
3.2.3.1 Problemas identificados la Universidad Técnica del Norte.	23
3.2.3.2 Matriz de Vester para el análisis del problema.....	24
3.2.3.3 Clasificación de los problemas descritos	25
3.3 Materiales y equipos	26
CAPÍTULO IV	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos en las áreas de estudio	27
4.1.1 Ubicación de recipientes de basura en el campus San Vicente de Paúl.....	27
4.1.2 Encuesta a los auxiliares de servicio.....	30

4.2 Caracterización de los residuos sólidos generados en los campus de la Universidad Técnica del Norte.....	37
4.2.1 Caracterización campus “San Vicente de Paúl”	37
4.2.2 Caracterización campus El Olivo.....	41
4.2.2.1 Resultados del estudio de cantidad generada de los residuos sólidos en el campus El Olivo.....	45
4.2.3 Densidad de los residuos sólidos	46
4.3 Estrategias para el plan de manejo de residuos sólidos aplicable a los campus de la Universidad Técnica del Norte	48
4.3.1 Matriz de Vester.....	48
4.3.2 Árbol de problemas para la identificación de las causas y efectos del manejo inadecuado de residuos	50
4.3.3 Estrategias para el plan de manejo.....	51
CAPÍTULO V.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones	60
5.2 Recomendaciones	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación y datos meteorológicos de las áreas de estudio	14
Tabla 2 Número de auxiliares del servicio de limpieza por edificio	16
Tabla 3 Categorías de clasificación y composición de los residuos sólidos	21
Tabla 4 Pasos para elaborar una Matriz de Vester	24
Tabla 5 Materiales y equipos utilizados en la investigación	26
Tabla 6 Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus San Vicente de Paúl semana 1	38
Tabla 7 Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus San Vicente de Paúl semana 2	39
Tabla 8 Promedio diario de residuos por categoría en el campus San Vicente de Paúl	40
Tabla 9 Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus El Olivo semana 1	42
Tabla 10 Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus El Olivo semana 2	42
Tabla 11 Promedio diario de residuos por categoría en el campus El Olivo	43
Tabla 12 Nomenclatura de puntos de recolección de residuos en el campus El Olivo	45
Tabla 13 Densidad de residuos mezclados, semana 1 mayo	47
Tabla 14 Densidad de residuos mezclados, semana 2 junio	47
Tabla 15 Listado de problemas con su codificación para la elaboración de la matriz	48
Tabla 16 Matriz de Vester, valoración causa – efecto del listado de problemas	49
Tabla 17 Estrategia 1. Programa de educación ambiental para el manejo adecuado de residuos	53
Tabla 18 Estrategia 2. Optimización del Sistema de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos mediante la Reorganización Estratégica de Contenedores	56
Tabla 19 Estrategia 3. Reducción y Aprovechamiento Sostenible de Residuos Orgánicos e Inorgánicos en la UTN	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de las áreas de estudio	15
Figura 2 Método de cuarteo	21
Figura 3 Cilindro para el cálculo del volumen	22
Figura 4 Cuadrantes para evaluación y priorización de problemas	26
Figura 5 Ubicación de recipientes en el campus San Vicente de Paúl	28
Figura 6 Ubicación de recipientes en el campus El Olivo	29
Figura 7 Calificación del personal hacia la gestión de los residuos sólidos en las áreas de estudio	31
Figura 8 Evaluación de la clasificación diferenciada en los edificios de la UTN	32
Figura 9 Percepción sobre la cantidad de contenedores que existen en el campus de la UTN	33
Figura 10 Estimación de la composición de residuos sólidos observados en los recipientes de basura de la UTN	34
Figura 11 Percepción de problemáticas más frecuentes ante la clasificación de residuos	35
Figura 12 Nivel de predisposición por parte del personal para participar en mejoras continuas	36
Figura 13 Cantidad de los tipos de residuos de la semana 1 vs semana 2, campus San Vicente de Paúl.....	41
Figura 14 Cantidad de los tipos de residuos de la semana 1 vs semana 2, campus El Olivo	44
Figura 15 Cantidad de residuos generados por lugar de referencia en campus El Olivo	46
Figura 16 Ubicación de problemas en el plano cartesiano según su grado de causalidad.....	50
Figura 17 Árbol de problemas	51

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DEL NORTE

Juma Amaguaña Jefferson Alexander

Montalvo Mejía Marcela Jazmín

RESUMEN

En el mundo actual, la gestión adecuada de los residuos sólidos se ha convertido en un tema de crucial importancia, por ello, la generación desmedida de desechos presenta un desafío ambiental y sanitario de gran magnitud, ocasionando severas consecuencias. Por este motivo, esta investigación tuvo como objetivo proponer un plan de manejo de residuos sólidos en el Campus El Olivo y San Vicente de Paúl de la Universidad Técnica del Norte, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Para su desarrollo, se evaluó el manejo actual de los residuos mediante recorridos en la institución. Se utilizó el muestreo por conglomerados, una metodología estadística que permitió seleccionar a 27 auxiliares de servicio que fueron encuestados con 10 preguntas para conocer el manejo actual de los residuos sólidos. Además, se realizó la caracterización, que permitió conocer la composición y cantidad de residuos que se generan y se propusieron estrategias para un mejor manejo de los residuos. Entre los resultados se obtuvo que los residuos orgánicos fueron los más representativos con de 59% y 67% en el campus San Vicente de Paúl respecto a cantidades de 30 a 50 kg, con una media de 23,90 kg diarios, mientras que El Olivo muestra porcentajes de 49% y 59% de orgánicos con respecto a 90 kg muestreados. Asimismo, con base en la matriz de Vester, se determinaron los problemas críticos para posteriormente plantear diferentes estrategias de manejo. Finalmente, se obtuvo como resultado que el manejo de los residuos sólidos se ve afectada por una mala clasificación diferenciada y una mala gestión. Sin embargo, se determinó que las estrategias para abordar las problemáticas ambientales se centran en implementar programas de educación ambiental, reorganizando y aumentando los contenedores para fomentar la segregación en la fuente y finalmente aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos. En conclusión, se han propuesto soluciones basadas en la educación ambiental, con un énfasis particular en la gestión de residuos sólidos.

Palabras clave: Caracterización, gestión, residuos sólidos, educación ambiental.

ABSTRACT

In today's world, the proper management of solid waste has become an issue of crucial importance, therefore, the excessive generation of waste presents a major environmental and health challenge, causing severe consequences. For this reason, this research aimed to propose a solid waste management plan at El Olivo and San Vicente de Paúl Campus of Universidad Técnica del Norte, in Ibarra - Imbabura. For its development, the current waste management was evaluated through tours of the institution. Cluster sampling was used, it is a statistical methodology that allowed the selection of 27 service assistants who were surveyed with 10 questions to about the current management of solid waste. In addition, characterization was carried out, which allowed us to know the composition and quantity the generated waste, and strategies were proposed for better waste management. Among the results, it was obtained that organic waste was the most representative with 59% and 67% in the San Vicente campus with respect to quantities of 30 to 50 kg, with an average of 23.90 kg per day, while El Olivo shows percentages of 49 and 59% organic with respect to 90 kg sampled. Likewise, based on the Vester matrix, the critical problems were determined to subsequently propose different management strategies. Finally, the result was that solid waste management is affected by poor differentiated classification and poor management. However, it was determined that strategies that address environmental problems focus on implementing environmental education programs, reorganizing and increasing containers to promote segregation at the source and finally use of organic and inorganic waste. In conclusion, solutions have been proposed based on environmental education, with a particular emphasis on solid waste management.

Keywords: Characterization, management, solid waste, environmental education.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La producción de residuos sólidos es una realidad inherente a las actividades humanas desde tiempos remotos, cuando el hombre dejó de ser nómada y se estableció en un solo territorio (Alió, 2015). Estos desechos generados, son aquellos materiales que, tras cumplir su vida útil en actividades productivas o acciones humanas cotidianas, pierden valor y, por lo tanto, la intención es eliminarlos sin causar ningún impacto en el ambiente (España et al., 2021). Cabe mencionar que el principal responsable de la emisión de estos desechos sólidos, tanto biodegradables como no biodegradables, es el mismo ser humano, conforme avanza el crecimiento demográfico las cifras de producción no dejan de incrementarse (Coronel y Lavayen, 2017).

A medida que la población aumenta a un ritmo exponencial, la generación de residuos sólidos ha desencadenado una serie de problemas e impactos socioambientales (Tello et al., 2018). La mala gestión de estos desechos, que se acumulan y descomponen, contribuye significativamente a la degradación ambiental, contaminando el suelo, el aire y los cuerpos de agua, lo que a su vez repercute negativamente en la salud humana (Bartra y Delgado, 2020). Además, sirven como hábitat para vectores de enfermedades como moscas, ratas y cucarachas, lo que representan un riesgo adicional para la salud pública (España et al., 2021).

Uno de los impactos ambientales más evidentes de la mala gestión de los residuos sólidos es el empobrecimiento del paisaje urbano y los paisajes naturales (Valverde, 2022). Además, las zonas circundantes a los vertederos se ven afectadas por el abandono y la acumulación de estos residuos, generando una imagen negativa y afectando la calidad de vida de las personas (Coronel y Lavayen, 2017). La descomposición de los residuos en vertederos genera gas metano, un potente gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global (España et al., 2021). Este problema requiere de una atención urgente y la implementación de estrategias para reducir la generación de residuos y mejorar su gestión (Sáez y Urdaneta, 2014).

En este contexto, es necesario adoptar una visión de responsabilidad social y ambiental en la gestión de residuos, un tema que ha cobrado relevancia tanto a nivel local como mundial (Cedeño y Perero, 2020). A pesar de la creciente preocupación, Ecuador ha enfrentado una profunda crisis en la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS) durante las últimas

décadas. Esta situación se debe a un conjunto de factores entre los que destacan: el aumento en la generación de residuos debido a la ausencia de políticas de reducción, falta de implementación de la responsabilidad extendida de los productores, falta de segregación en origen y condiciones muy precarias durante el procesamiento final (Solíz, 2015).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, en el año 2020 se recolectaron 12 613 toneladas diarias. Esta cifra aumentó a un promedio de 14 394 toneladas diarias en 2022 (Argüello et al., 2023). De estas cifras, el 83,4% no son recolectadas de manera diferenciada y apenas el 16,6% se recolectan de manera diferenciada. Este problema no solo es afectado a nivel nacional, sino que también se extiende al ámbito local. En el cantón Ibarra, por ejemplo, se recolecta diariamente 145 toneladas de residuos sólidos comunes (Cadena y Sotomayor, 2019).

La mala gestión de residuos afecta a diferentes instituciones públicas y privadas, donde, en su mayoría no existe una reducción y clasificación adecuada, lo que genera impactos sociales, ecológicos y de salud (Quiroga, 2007). Las universidades, como centros de enseñanza superior y espacios de investigación, tienen la responsabilidad de promover el desarrollo sostenible y contribuir a la formación de ciudadanos solidarios, críticos en sus decisiones y conscientes de sus impactos ambientales (España et al., 2021).

En este sentido, la presente investigación pretende analizar la problemática de la gestión de residuos sólidos en la Universidad Técnica del Norte (UTN), la cual en el año 2018 se unió a participar en el ranking internacional UI GreenMetric. Este ranking evalúa el desempeño de las universidades en seis dimensiones, incluyendo la gestión de residuos sólidos (López, 2023). La investigación se enfocará en los campus El Olivo y San Vicente de Paúl, donde, a pesar de la implementación de basureros clasificados, se hace evidente la necesidad de complementar estas medidas con acciones que promuevan una cultura de gestión responsable de residuos (España et al., 2021).

A través de este estudio, se pretende identificar las principales causas y consecuencias de la mala gestión de residuos en la UTN, con la finalidad de proponer estrategias y soluciones que permitan mejorar la situación actual. Se espera que estas acciones contribuyan a la implementación de un modelo de gestión de residuos más sostenible y responsable, beneficiando tanto al medio ambiente como a la comunidad universitaria.

1.2 Problema y justificación

En la UTN, se produce una cantidad de residuos sólidos considerable, debido a su naturaleza como institución educativa, cuenta con alrededor de 13 000 entre estudiantes, docentes y administrativos (España et al., 2021). La universidad produce una cantidad significativa de residuos sólidos, incluyendo desechos orgánicos, inorgánicos y peligrosos, debido a las diversas actividades académicas, administrativas e investigativas que se desarrollan diariamente (Sáez y Urdaneta, 2014).

La mayoría de los campus de la UTN no cuentan con un plan de manejo de residuos sólidos comunes, lo que dificulta la reducción, el reciclaje, el tratamiento y la disposición final adecuada de los mismos. Los residuos orgánicos reciben tratamiento únicamente en dos campus (La Pradera y Yuyucocha), mientras que en los demás campus no son tratados, sino que se mezclan con los residuos inorgánicos y son enviados a un vertedero sin clasificación o valorización (España et al., 2021).

Ecuador en las últimas décadas ha enfrentado un problema cada vez más creciente con alto impacto ambiental, debido al aumento de la generación de estos residuos; así como en otros países en vías de desarrollo (López y Katuska, 2018). Se generan anualmente millones de toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 60% son residuos orgánicos y el 11% plásticos, y se utilizan alrededor de 257 millones de bolsas plásticas de diversos tamaños al año. De acuerdo con las estadísticas a nivel mundial, cada persona utiliza entre 6 y 7 fundas al mes, mismas que en su mayoría son reutilizadas para tirar la basura, por lo tanto, el precio que tiene que pagar la naturaleza es muy alto (Quispe y Quispe, 2021).

Es importante comprender el impacto que causa una mala gestión de residuos y proponer acciones para predecir, reprimir, minimizar y mitigar los efectos adversos sobre el ambiente. Los residuos generados en los diferentes espacios deben seguir medidas específicas para su tratamiento y disposición final, por la presencia de riesgos tanto para el medio ambiente como para la salud de quienes los manipulan (Suárez y Pacheco, 2022).

La mala gestión de residuos sólidos es un problema ambiental de gran importancia que requiere atención urgente. La implementación de un plan de manejo adecuado permitirá reducir el impacto ambiental de la universidad y contribuir a la protección del ambiente y velar por el bienestar de la comunidad educativa y las zonas cercanas a los campus universitarios. El Plan de Manejo de Residuos Sólidos, es una herramienta fundamental para fortalecer el manejo de los residuos, con base en lineamientos y estrategias que incluyan una limpieza, recolección,

selección, disposición y aprovechamiento de los desechos generados en la institución educativa (Poveda et al., 2019).

Además, se busca identificar la cantidad de desechos que genera cada campus estudiado y realizar la caracterización, con la finalidad de conocer los residuos más abundantes y sus tratamientos, para fomentar la educación ambiental en la comunidad universitaria. En consecuencia, la institución se encaminará hacia un modelo más sustentable, disminuirá la contaminación y los impactos que los desechos provocan en el ambiente y en el bienestar humano; las acciones están respaldadas dentro del marco de la normativa ambiental vigente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de manejo de residuos sólidos en el Campus El Olivo y San Vicente de Paúl de la Universidad Técnica del Norte.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el manejo actual de los residuos sólidos en las áreas de estudio.
- Caracterizar los residuos sólidos generados en los campus de la Universidad Técnica del Norte
- Proponer estrategias de manejo de residuos sólidos aplicable a los campus de la Universidad Técnica del Norte.

1.4 Pregunta directriz de la investigación

¿Qué tipo y cantidad de desechos se producen en los campus El Olivo y San Vicente de Paúl de la UTN?

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula (H₀)

No existe una diferencia temporal entre los residuos encontrados en cada semana de muestreo

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Residuos sólidos

A nivel mundial se generan 2 010 millones de toneladas de residuos sólidos municipales cada año. Al menos un 33% de estos residuos no son tratados de manera adecuada, generando problemas ambientales y de salud (Kaza et al., 2018). En Ecuador, a nivel nacional se producen alrededor de 14.394 toneladas diarias de residuos sólidos, siendo un 57,3% orgánicos, 10,2% papel y cartón, 10,6% plástico, 5,1% sanitarios y el 16,8% otros (Argüello et al., 2023).

Los residuos sólidos, también conocidos como desechos o basura, son una realidad ineludible en la vida cotidiana del ser humano. Estos residuos, compuestos por una amplia variedad de materiales como: vidrio, papel, plástico, aluminio, polietileno y restos de comida, alcanzan su fin de vida útil una vez que han cumplido su propósito inicial. Sin embargo, es importante recordar que la gestión adecuada de estos residuos es fundamental para proteger el medio ambiente y garantizar la salud pública (Medina, 2016).

2.1.1 Clasificación de residuos sólidos

Según García (2021) afirma que, los residuos se pueden clasificar de diversas formas y criterios como su composición química, origen, utilidad económica y por el riesgo que generen.

- **Orgánicos:** aquellos de origen biológico, donde el agua constituye su principal componente y se encuentran formados por desechos de origen alimenticio, estiércol y/ animales.
- **Inorgánicos:** aquellos desechos que no pueden ser degradados
- **Reciclables:** reutilizados como materia prima al incorporarlos en procesos productivos.
- **No reciclables:** no se pueden reutilizar, por sus características o la falta de tecnologías de reciclaje.
- **Institucionales:** son aquellos generados en establecimientos educativos, gubernamentales, religiosos, terminales aéreas y terrestres; entre otros
- **Comerciales:** generados por las actividades comerciales y del sector de servicios.
- **De limpieza de espacios públicos:** generados por los servicios de barrido y limpieza de plazas, veredas, parques y otras áreas públicas.
- **Hospitalarios:** generados en centros de salud, contienen vectores patógenos de difícil control.

- **Peligroso:** residuos o combinaciones de residuos que representan una amenaza sustancial a la salud pública o a los organismos vivos.
- **Inertes:** pueden ser tierras, escombros, también llamados residuos de construcción.
- **No inertes:** características tales inflamabilidades, corrosividad, reactividad y toxicidad.

2.1.2 Composición de los desechos sólidos urbanos

Los desechos sólidos urbanos pueden caracterizarse en distintas categorías y los subproductos pueden variar dependiendo del número de personas que conforman un área determinada, el nivel socioeconómico, nivel de educación y la actividad a la cual se dedican (Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, 2020). En función de estos componentes se consume y utiliza ciertos productos, lo que generan residuos sólidos de diferentes características y tamaños, entre los más comunes se encuentran:

- **Materia orgánica:** provienen de la preparación de alimentos, junto a la comida que sobra, podas de plantas.
- **Papel y cartón:** revistas, periódicos, publicidad, cajas, embalajes.
- **Plásticos:** botellas, fundas, embalajes y cubiertos desechables.
- **Vidrio:** botellas, frascos diversos.
- **Metales:** latas, botes.
- **Sanitarios:** textiles sanitarios, pañales desechables, y demás materiales con base en algodón.

2.1.3 Propiedades de los residuos sólidos

Para elaborar un correcto manejo de los residuos, es primordial conocer sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Además, es importante tener en cuenta las posibles transformaciones que puedan afectar su forma y composición para posteriormente no tener complicaciones al momento de su recolección, transporte, tratamiento y disposición final (Gaona, 2009).

- **Propiedades físicas y químicas**

Las propiedades físicas de los residuos sólidos varían ampliamente de acuerdo con su composición, densidad, tamaño, forma y textura. Todo esto depende del lugar de procedencia de los residuos y de las actividades que se desarrollen (González et al., 2016). Por otro lado, las propiedades químicas dependen de la composición del residuo y de los elementos presentes en él. Se encuentran elementos como: hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono, además del

pH que puede variar desde ácido en los restos orgánicos hasta alcalino en materiales de construcción (Olives y Gualoto, 2013)

- **Propiedades biológicas**

Es importante recalcar que la composición orgánica de un residuo es primordial para determinar su capacidad biológica, evaluando su biodegradabilidad y presencia de organismos. Conforme a esta característica, los residuos pueden ser convertidos en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos que sean inertes para el medio (López et al., 2014).

2.1.4 Manejo de residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos es un proceso que tiene como objetivo, lograr la minimización de la producción de estos y reducir drásticamente las cantidades que llegan a rellenos, vertederos o que terminan en el ambiente. Por lo tanto, controlar las diferentes etapas por las que atraviesan los desechos, promoverá una gestión adecuada que ayude a prevenir la contaminación de los recursos naturales y las repercusiones en el ambiente (Acurio y Rossin, 1997).

- **Generación**

La generación de los residuos sólidos engloba un sin fin de aspectos, partiendo del proceso mediante el cual se originan los materiales, estos residuos pueden provenir de diferentes actividades: comerciales, residenciales, industriales y de servicios. El desarrollo de estas actividades se encuentra ligado a desenlaces con problemáticas más grandes, debido a la producción de desechos, la diversidad de materiales y el flujo continuo de crecimiento económico y poblacional (Samaniego et al., 2017).

Rivera (2016) señala que, la separación in situ es la manera más eficaz de minimizar las cantidades de residuos que se depositen en botaderos o rellenos sanitarios, debido a que en esta etapa se pueden recuperar y separar los materiales que pueden reutilizarse. De acuerdo con esta metodología se puede llevar a cabo una generación mínima de los desechos, siendo en su gran mayoría recuperables para algunas industrias. Dado el caso, se puede plantear una mejora en la planificación y gestión de los residuos, para evitar un impacto ambiental y promover un desarrollo sostenible.

- **Almacenamiento**

Se refiere a la actividad de retener de manera temporal los residuos generados antes de su recolección, tratamiento o disposición final. Dicho proceso es muy importante, debido a que puede desencadenar la proliferación de enfermedades y la contaminación del ambiente. Por lo tanto, para almacenar los desechos se deben tener en cuenta varios aspectos, como son: la contención temporal en áreas específicas, la seguridad y protección ante cambios climáticos bruscos, y que los lugares sean accesibles para manejarlos de manera fácil (Rodríguez et al., 2021).

- **Barrido y limpieza**

Rodríguez y Pedraza (2018) mencionan que, es una etapa crucial en la gestión de los desechos sólidos que implica la recolección y eliminación manual de la basura encontrada en áreas circundantes. Esta actividad tiene como objetivo promover espacios libres de contaminación que no afecten a la salud. Además, de mantener una apariencia visual limpia, libre de desperdicios y que ayude a evitar que los residuos terminen en sistemas de drenaje y en los sistemas acuíferos naturales, favoreciendo de esta manera a la protección del medio ambiente.

- **Recolección y transporte**

Al mencionar la recolección se habla de la actividad manual o mecanizada de recolectar los desechos y a su vez, hace referencia a la acción de transportar el material residual hacia el lugar donde se va a tratar o recuperar para su disposición final (Figueroa, 2008). El transporte de los residuos debe cumplir ciertos requerimientos para garantizar la seguridad y eficiencia al momento de manipularlos, con la intención de evitar que se cause un impacto negativo en el ambiente.

- **Tratamiento**

Al momento de gestionar los residuos sólidos, el tratamiento es una parte fundamental para la recuperación y minimización de estos. Los procesos que permiten alterar las características físicas, biológicas o químicas de un desecho, tienen el objetivo de neutralizar su impacto, reducir su volumen o en su defecto obtener beneficios de su transformación. Elegir el proceso adecuado para tratar un desperdicio, depende de factores como; infraestructura, relación costo – beneficio y las regulaciones ambientales (Val, 1996).

Existe una variedad de métodos para tratar los residuos sólidos, cada uno aplicable a diferentes características. Por ejemplo, el vertedero controlado es un procedimiento donde se depositan los desechos en infraestructura especializada para evitar la contaminación de los recursos naturales. Usa capas de material impermeable o también llamadas geomembranas, además de captar gases y tener un sistema de recogida y tratamiento de lixiviados hacia piscinas de tratamiento (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

- **Disposición final**

Existen varias técnicas para el tratamiento de desechos y su disposición final, como la incineración, la pirolisis, el compostaje y el reciclaje. La incineración consiste en la combustión controlada a altas temperaturas, mientras que la pirolisis descompone los desechos sin oxígeno. Por otro lado, el compostaje utiliza microorganismos para descomponer los restos orgánicos, y el reciclaje transforma materiales reciclables en nuevos productos. Cada una de estas técnicas tiene su propia gestión y tratamiento de los desechos, con ventajas y desventajas específicas (Carrasco y Álvarez, 2012).

2.1.5 Gestión de los desechos sólidos

La gestión de los residuos sólidos hace referencia a la planificación, recolección, transporte y disposición final de los desechos generados en las diferentes actividades humanas. Además, la selección y aplicación de metodologías, procesos y programas de manejo más adecuados en todas las etapas de la cadena de manejo. Las principales etapas son: la generación, separación, almacenamiento, barrido, transporte, procesamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Su objetivo principal es minimizar la generación y maximizar el aprovechamiento, reduciendo los impactos a la salud y al medio ambiente producto de los residuos (Poveda et al., 2019).

2.1.6 Tratamientos para los residuos sólidos

De acuerdo con Espinoza et al. (2018) “para un adecuado manejo de los residuos sólidos, es importante una caracterización previa”. Una vez recolectados y caracterizados pueden ser sometidos a diferentes procesos que produzcan beneficios técnicos, operativos, económicos y ambientales. El uso de diferentes tecnologías aporta multitud de soluciones, entre las que se puede mencionar tenemos los siguientes: mecánicos (clasificación, trituración y compactación), térmicos (incineración) y biológicos (aeróbico y anaeróbico) (Peralta y Encalada, 2012).

2.2 Plan de gestión de residuos sólidos

Un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) es un instrumento estratégico y operativo que establece directrices, acciones y medidas necesarias para gestionar de manera integral y eficiente los residuos generados en una determinada área o por una necesidad específica, como son los GADs. El desarrollo de un plan de manejo debe ser participativo y debe involucrar a todas las partes interesadas, con el fin de reducir las cantidades que se generan y proteger al medio ambiente (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2022).

2.2.1 Objetivos del plan de gestión de residuos

Desde un enfoque global la mala gestión de los residuos sólidos se ha convertido en un problema de gran impacto ambiental. A pesar de los continuos esfuerzos por aplicar la normativa para regular y minimizar la problemática, no se ha obtenido el resultado deseado. Por lo cual, un aspecto importante es el mejoramiento de las actividades para reducir de manera significativa la generación de desechos, en concordancia a políticas, estrategias y proyectos con una revisión técnica para ser adaptado a los tres aspectos importantes: económico, social y ambiental (United Nations Environment Programme, 2005).

En la actualidad se generan grandes cantidades de residuos diariamente, por ellos, al implementar un plan de gestión de residuos se busca ir más allá de eliminarlos, se trata de fomentar una cultura de responsabilidad ambiental con el objetivo de promover procesos de reutilización de los materiales para reducir las cantidades y minimizar el impacto ambiental. Además, si utilizan diferentes técnicas, métodos e implementan nuevas tecnologías son distintas formas de recuperar recursos, producir energía y procesar los desechos de la manera más amigable con el ambiente (Sánchez et al., 2014).

2.3 Importancia de la minimización de residuos

La minimización de los residuos sólidos juega un papel fundamental, en el desarrollo de nuevos modelos de economía que promuevan la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental. Entre las más destacadas que se puede mencionar están: reducir la cantidad de residuos al mínimo posible, con el objetivo de evitar una contaminación de los recursos naturales., promocionar una economía circular fomenta los procesos de reutilización, reciclaje y la recuperación de materia prima que a su vez ayudaría a minimizar los gases de efecto invernadero y contaminación ambiental (Sáez y Urdaneta, 2014).

2.4 Importancia de la separación de residuos

Separar los residuos generados es una responsabilidad ambiental que parte desde una buena educación ambiental y compromiso con prácticas sostenibles. El facilitar el reciclaje mejoraría de gran manera la gestión de los residuos, minimizaría las grandes cantidades de residuos que llegan a los vertederos. Por otro lado, la clasificación facilita que las autoridades y empresas procesen y aprovechen de una manera más eficiente la materia prima de recuperación (García, 2021).

2.5 Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos juega un papel fundamental al momento de adaptar estrategias que ayuden a mejorar la gestión. Todo parte de la identificación y cuantificación de los distintos tipos de materiales que podemos encontrar, a partir de lo cual se realiza una planificación con diferentes estrategias que ayuden a minimizar los residuos en la fuente. Este proceso ayuda a identificar los tipos de residuos generados como: papel, plástico, vidrio, metales y orgánicos (Villalba et al., 2019).

2.6 Marco legal

El marco legal está conformado por diferentes normas establecidas por la ley, las cuales poseen un orden jerárquico de acuerdo con la legislación nacional en temas de residuos sólidos. La pirámide de Kelsen establece un orden conformado por la Constitución de la República del Ecuador, seguida de las leyes, Reglamentos y Acuerdos Ministeriales, y en la parte más baja se encuentran las ordenanzas.

2.6.1 Constitución del Ecuador

El estudio tiene como objetivo generar un entorno propicio para el desarrollo de actividades académicas y administrativas. La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 14, ampara el derecho de la población a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, como base para la sostenibilidad y el bienestar general (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

El artículo 264 de la Constitución ecuatoriana enfatiza la importancia del seguimiento integral en la gestión de residuos sólidos. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADs), deben implementar mecanismos de monitoreo y control que permitan: mejorar la calidad de vida de la población, proteger el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible. Al asumir un rol proactivo en la gestión integral de residuos sólidos, desde la

generación hasta la disposición final, los GADs pueden contribuir a construir ciudades más limpias, saludables y sostenibles, garantizando un futuro próspero para las generaciones venideras (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La Constitución ecuatoriana, en su artículo 395, consagra el derecho al desarrollo sostenible, armónico y respetuoso con el medio ambiente. En este contexto, los GADs tienen la obligación de implementar medidas preventivas para el correcto manejo de los residuos generados en las instituciones educativas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.6.2 Código Orgánico Ambiental

El Código Orgánico del Ambiente (COA) tiene como objetivo fundamental garantizar el derecho de las personas a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza. Para ello, establece un marco legal que regula los derechos, deberes y garantías ambientales establecidos en la Constitución del Ecuador. El artículo 224 del COA establece que la gestión integral de residuos está sujeta a una supervisión nacional. Esta supervisión tiene como objetivo implementar una serie de controles transversales y nacionales en todos los ámbitos de la gestión de residuos, de acuerdo con los principios y normas nacionales (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

Los artículos 225 y 226 del COA establecen un marco legal robusto para la gestión integral de residuos y desechos en Ecuador, promoviendo un enfoque sostenible, responsable y jerarquizado que prioriza la prevención, minimización, valorización y eliminación responsable de los residuos, con la disposición final como último recurso. La última etapa de residuos sólidos se limita a aquellos desechos que, tras la aplicación de las medidas jerárquicas mencionadas, no pueden ser aprovechados, tratados o valorizados de manera ambientalmente adecuada y tecnológicamente factible. De esta manera, se busca minimizar la cantidad de residuos que terminan en vertederos y reducir su impacto ambiental (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

2.6.3 Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental TULSMA

El Acuerdo Ministerial No. 061, en su reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), establece las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos. En este marco, se declara prioridad la gestión integral de residuos sólidos en el país, bajo el principio de responsabilidad compartida por toda la sociedad. Este enfoque busca contribuir al desarrollo sostenible a través de un conjunto de

políticas intersectoriales a nivel nacional (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, 2017).

2.6.4 Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024 - 2025

La gestión de los residuos sólidos presenta un desafío crucial para Ecuador, tanto en términos ambientales como para el bienestar de la población. Afortunadamente, el Plan Nacional de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025 establece un marco importante para abordarlo. Este plan integral comprende objetivos, políticas y metas específicas para impulsar un nuevo modelo de desarrollo sostenible (Secretaría Nacional de Planificación, 2023).

El Plan Nacional de Desarrollo 2024-2025 en su eje de infraestructura, energía y medio ambiente, establece un enfoque integral para la gestión de residuos sólidos, con los siguientes elementos clave; énfasis en la separación en la fuente, fortalecimiento de la recolección y el transporte, impulso al aprovechamiento y reciclaje, para generar nuevas oportunidades económicas y reducir la cantidad de desechos que van a parar a los rellenos sanitarios y la disposición final responsable. Además, tiene como meta del objetivo 7 incrementar la recuperación de desechos acorde a la aplicación de la política de responsabilidad extendida, donde se pretende pasar de un 44,06% de recuperación en años anteriores a 56,06% en el año 2025 (Secretaría Nacional de Planificación, 2023).

CAPÍTULO III

3. MÉTODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la UTN que está ubicada en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, a 115 km al noreste de Quito, a 125 km, al sur de la ciudad de Tulcán, con una altitud de 2 225 msnm. Posee un clima seco, templado y agradable, en la Tabla 1 se pueden observar más datos del cantón.

Tabla 1

Ubicación y datos meteorológicos de las áreas de estudio

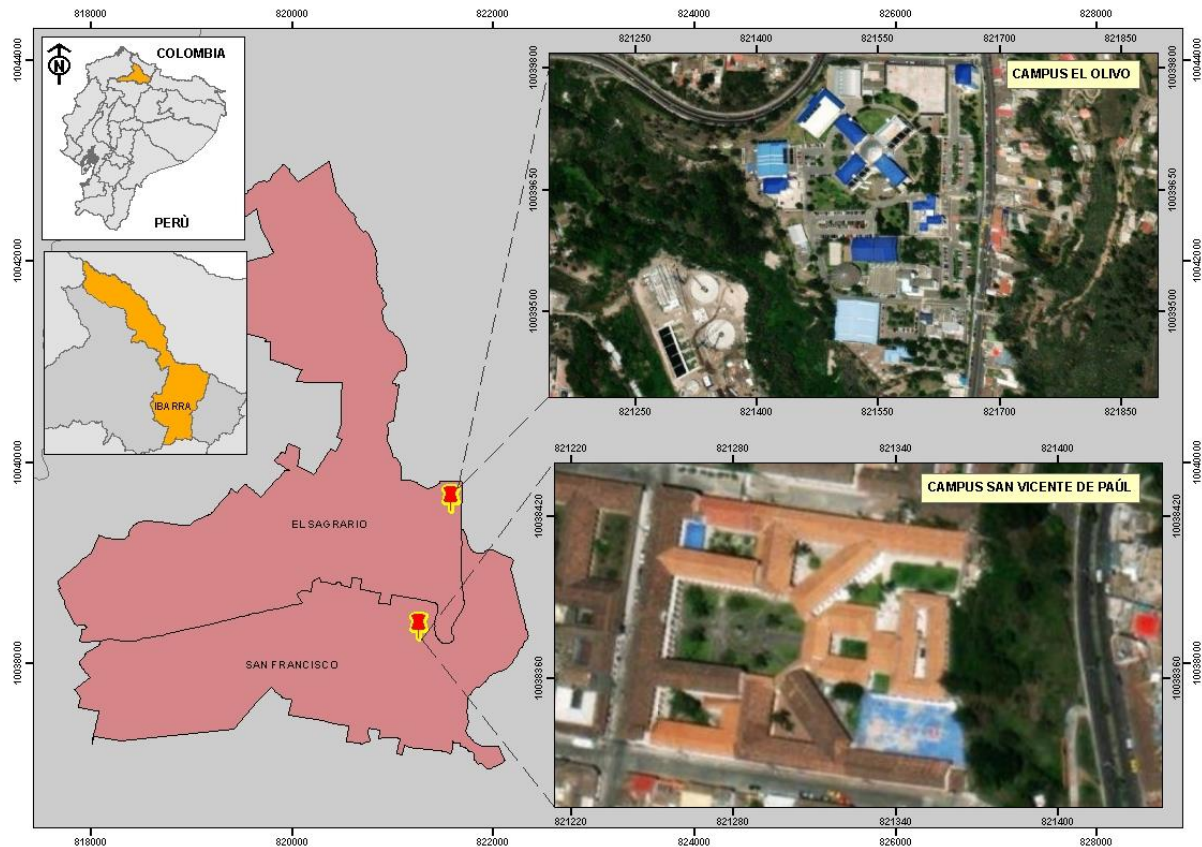
Aspecto	Datos
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Altitud	2 225 msnm
Humedad relativa promedio	62%
Temperatura media	17 °C
Pluviosidad	503 – 1 000 mm año
Campus El Olivo	Parroquia El Sagrario
Campus San Vicente de Paúl	Parroquia San Francisco

Cuenta con once campus universitarios, de los cuales, el campus principal es El Olivo donde se acoge diariamente alrededor de 13 000 personas entre docentes, estudiantes y demás funcionarios, cuenta con 16 edificios y posee una extensión de 91 332,62 m².

El campus San Vicente de Paúl es otro de sus campus más recurrentes, cuenta con 2 edificios, distribuidos en aulas, laboratorios, oficinas docentes y administrativas, además un auditorio y áreas verdes, su extensión es de 11 599,82 m². En la Figura 1 se muestra la ubicación de los campus en estudio.

Figura 1

Ubicación de las áreas de estudio



3.2 Métodos

3.2.1 *Evaluar el manejo actual de los residuos sólidos en las áreas de estudio*

La evaluación completa y rigurosa del manejo actual de residuos sólidos en las áreas de estudio, permitió establecer una base sólida para la planificación. Al comprender a fondo la situación actual, se pueden identificar las fortalezas y debilidades del sistema actual, así como las áreas que requieren mejoras urgentes. Con base en esta información, se pueden diseñar estrategias específicas que consideren las necesidades y características únicas de cada área de estudio (Rondón et al., 2016)

- **Ubicación geográfica de contenedores en las áreas de estudio**

Se realizaron recorridos exhaustivos por los campus El Olivo y San Vicente de Paúl, georreferenciando la ubicación de cada contenedor mediante la aplicación GPS Gaia. Con el objetivo de evaluar la distribución actual de los recipientes de basura, considerando criterios como su ubicación estratégica, accesibilidad, señalización adecuada y ausencia de obstáculos para el tránsito de personas (Valverde, 2022). La georreferenciación precisa de cada contenedor

permitted designing optimized routes for the collection of residues, facilitating the fulfillment of the following objective. In addition, this process helped to identify possible vacancies or excessive accumulations of containers in certain areas.

- **Encuestas**

The survey technique widely used in research allows compiling and analyzing information in a fast and effective way (Casas et al., 2019). To apply this technique, a sampling by conglomerates, a statistical method that selects elements from a population to form part of the study (Escobar, 2023). This method was suitable to consider the existence of predefined groups, in this case, the group of 27 auxiliaries of service.

In the month of May 2023, a survey with open and closed questions, composed of ten questions, was applied, which were elaborated and subsequently validated. The survey was directed to the service staff of each campus. In the El Olivo campus, 26 people participated, while in the San Vicente campus, the person in charge was surveyed, with a total of 27 surveys applied in both studied campuses, as can be observed in Table 2. The objective of the survey was to compile information about the collection, separation and storage of residues.

Tabla 2

Número de auxiliares del servicio de limpieza por edificio

Campus	Edificio	Nro. de auxiliares
El Olivo	Planta Central	2
	FECYT	3
	FACAE	3
	FCCSS	3
	FICA	3
	FICAYA	3
	Bienestar Estudiantil	2
	Centro de idiomas CAI	1
	Biblioteca	3
	Gimnasio	1
San Vicente de Paúl	Postgrado	2
	2 edificios	1
Total		27

3.2.2 Caracterización de los desechos sólidos generados en los campus de la Universidad Técnica del Norte

La caracterización de los residuos sólidos es una herramienta que permitió obtener información primaria relacionada a las propiedades específicas, en este caso los residuos generados en los distintos campus de la UTN. Este proceso se realizó a través de un estudio de campo, en el cual se obtuvieron datos como: cantidad, densidad, composición de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico y tiempo estimado (Cervantes y Quito, 2020). Esta información permitió mejorar la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos, con objetivo de no ocasionar daño alguno al ambiente y reaprovechar materiales reciclables (Montoya, 2012).

Dentro del proceso de toma de muestras y análisis de datos, se caracterizó a los residuos sólidos mediante las siguientes etapas: etapa de planificación, etapa de diseño y etapa de ejecución.

3.2.2.1 Etapa de planificación.

En esta etapa, se desarrolló la identificación y preparación de todos los materiales e instrumentos necesarios para llevar a cabo el estudio. Dentro de la identificación se encuentran varios cálculos como: la obtención de la población actual, la cantidad y distribución aleatoria de las muestras para el estudio. Por lo cual, se determinó un horario que permita abarcar a toda la población universitaria que acude a las áreas de estudio.

En esta fase se realizó un plan de trabajo, que permitió sistematizar las actividades a realizarse. Para la caracterización se tomaron muestras de todos los contenedores distribuidos en los campus. Cabe mencionar que para la caracterización del campus San Vicente de Paúl se estableció un punto de recolección previo al depósito en un contenedor externo, que recoge el camión recolector. Además, para el estudio se consideró algunos factores que podrían afectar los resultados o en sí afectar la veracidad de los datos (Quiroga, 2007). Se estimaron los siguientes elementos:

- Horario de actividades académicas
- Horario de trabajo de auxiliares de limpieza
- Condiciones climáticas
- Desarrollo normal de actividades
- Horario del camión recolector

3.2.2.2 Etapa de diseño.

En esta etapa se realizó y concretó los formatos para el levantamiento de información tanto en el campus San Vicente de Paúl como en el campus El Olivo.

- **Definición del tamaño de la muestra**

Los campus de la UTN cuentan hoy en día con 13 000 entre estudiantes, docentes y administrativos. La mayor parte de los estudiantes vienen de provincias de Imbabura, Carchi, Pichincha, Esmeraldas y Sucumbíos, pero incluso hay estudiantes de la República de Colombia. Este número tanto de estudiantes como docentes ocupan los establecimientos educativos, generando gran cantidad de desechos sólidos que afectan negativamente al ambiente por lo que resultara de gran importancia caracterizar los mismos (España et al., 2021).

- **Cálculo del número de muestra**

El tamaño de la muestra se determinó conforme a el esquema aplicado, en trabajos de caracterización en lugares de América Latina y el Caribe, por lo que, se fijó una orientación en la fórmula proporcionada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2017) la cual es:

Ec: 1

$$n = \frac{(C^2)}{\left[\frac{E}{1.96}\right]^2 + \frac{C^2}{N}}$$

Dónde:

N= Número de total de contenedores.

p: Variabilidad positiva (0,5).

q: Variabilidad negativa (0,5).

z: Nivel de confianza (1,96% equivale al 95%)

e: Precisión o error (0,10 equivale al 10%).

n: Número de contenedores a probar aleatoriamente.

En esta etapa se realizó la identificación de los puntos de almacenamiento, siendo 12 contenedores en el campus El Olivo y 1 en el campus San Vicente de Paúl, es decir un solo

punto de recolección masiva. En lo que concierne a la muestra, se desarrolló lo siguiente: cuanto mayor sea la población de contenedores de residuos, mayor debe ser el tamaño de la muestra para garantizar una muestra representativa. Al ser una población pequeña de contenedores menor a 100, se recomienda tomar muestras de todos los contenedores para obtener una muestra compuesta y de mayor fiabilidad (Mirás, 2000).

3.2.2.3 Etapa de ejecución.

En esta etapa de ejecución, se desarrolló la socialización del estudio a personas claves de la Universidad Técnica del Norte, como guardias de seguridad que permitieron el ingreso a los campus con las herramientas y equipos de protección, auxiliares de limpieza que dieron a conocer horarios de disposición de los desechos en los contenedores para realizar la recolección de las muestras. Por último, en cuanto a la recolección de muestras, se preparó el material necesario para la respectiva recolección, etiquetado, transporte y pesaje de los desechos.

- **Caracterización de residuos solidos**

La elección de la Norma Mexicana NMX-AA-61 para el estudio realizado en los campus de la UTN se basa en varios aspectos relevantes. Posee un amplio reconocimiento y aplicación en el ámbito de la gestión de residuos sólidos municipales, tanto en México como en otros países de Latinoamérica. Esto se debe a su metodología robusta y confiable para determinar la composición y cantidad de residuos generados, lo que la convierte en una herramienta valiosa para la caracterización y evaluación de la situación actual en diferentes contextos. La NMX-AA-61 no se limita a un solo tipo de entorno o actividad, sino que puede adaptarse a diversos escenarios, incluyendo instituciones educativas como universidades (Jiménez, 2015).

Su enfoque flexible permite abarcar la amplia gama de residuos generados en campus universitarios, desde aquellos provenientes de actividades académicas y administrativas hasta los producidos en residencias estudiantiles y áreas comunes. Al basarse en una norma estandarizada, la comparación de sus resultados con los obtenidos en otras investigaciones que también hayan utilizado la NMX-AA-61. Esto permite establecer un marco de referencia más amplio y contextualizar los hallazgos específicos del estudio en relación con la realidad general de la gestión de residuos sólidos en instituciones educativas similares.

En contraste, la normativa ecuatoriana sobre residuos sólidos municipales aún se encuentra en desarrollo y no ha alcanzado el mismo nivel de reconocimiento y aplicación que la NMX-AA-61. Si bien existen normas ecuatorianas como la INEN 2841 e ISO 14 001

relacionadas con la gestión de residuos, estas podrían no ser tan específicas o completas como la NMX-AA-61 en el contexto de la caracterización de residuos en campus universitarios (Araiza et al., 2017). Con los instrumentos establecidos, se realizó el muestreo durante dos semanas en cada lugar, en los meses de mayo, junio y julio del 2023, tomando en cuenta las variables que podrían afectar el estudio. Se estableció 1 sitio de aglomeración de residuos en San Vicente de Paúl y 12 contenedores distribuidos en el campus El Olivo.

- **Recolección**

En la metodología establecida por Alayón (2021) para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos, menciona que los estudios realizados con grandes cantidades de residuos, no difiere respecto a una cantidad de 90 kg. De esta forma se recolectó una cantidad específica de residuos de cada contenedor encontrado en el campus El Olivo para la realización del estudio. Mientras que, en el campus San Vicente de Paúl al generarse cantidades pequeñas, las cuales se pueden manejar fácilmente, se trabajó con la generación total del lugar.

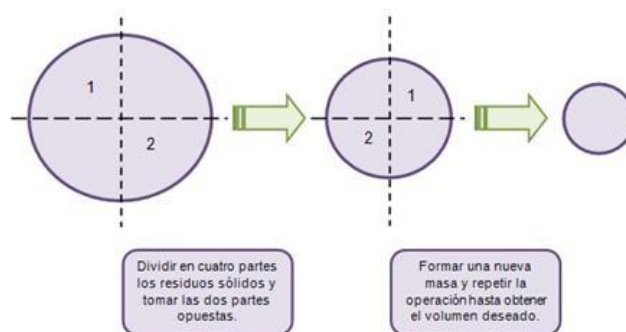
- **Método de cuarteo**

Se realizó con la presencia de al menos dos o más personas, teniendo en cuenta las precauciones, debido a la presencia de materiales peligrosos o contaminantes. Por ello, es recomendable utilizar los respectivos equipos de bioseguridad para manipular la basura. Por otro lado, este método se basa principalmente en tomar una muestra grande de residuos y dividirla en partes iguales de manera sucesiva. Es importante realizar este proceso con suma precaución para que la muestra de la cual se vaya a obtener los datos sea confiable (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Guatemala, 2015).

Los residuos son colocados en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, la finalidad es, no combinar los residuos con tierra y proteger la cubierta vegetal de posibles derrames de lixiviados. Las bolsas son rotas y el desecho es vertido sobre la superficie de cemento o plástico para ser homogenizado, los residuos de gran tamaño deben ser cortados a un tamaño manipulable inferior a los 15 cm.

Figura 2

Método de cuarteo



Nota. Reside en obtener una muestra representativa de un lote o población original, reduciendo su tamaño de forma gradual y sistemática. Tomado de Vásquez (2015).

El montón se divide en cuatro partes (método de cuarteo) como se puede observar en la Figura 2 y se procede a escoger dos partes opuestas para formar un montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, se escogen nuevamente dos partes opuestas y se obtiene una muestra más pequeña, el procedimiento de cuarteo se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos (Maza, 2016).

Las clasificaciones CEPIS y NMX-AA-022 presentan algunas diferencias en cuanto al número de categorías y la definición de algunas de ellas (Rodríguez, 2022). Sin embargo, ambas clasificaciones comparten el objetivo de agrupar los RSU de manera sistemática para facilitar su manejo y tratamiento. Por ende, se establecieron las categorías de clasificación, tomando directrices del lugar de estudio y tipo de actividades, dando como resultado las siguientes categorías mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3

Categorías de clasificación y composición de los residuos sólidos

Categoría	Composición
Orgánico	Residuos de origen animal y vegetal, restos de alimentos, cascara de frutas y verduras.
Poliestireno	Platos y vasos desechables, bandejas y material de embalaje.
Plástico	Bolsas, empaques y envolturas.
Papel higiénico	Pañales, toallas sanitarias, tampones, papel de baño.
Botellas	Botellas plásticas.
Tetrapak	Residuos tetrapak de jugos, leche entre otros.
Papel y cartón	Cajas, hojas de papel bond, envases de papel.
Otros	Vidrio, textiles entre otros.

- **Cálculo del porcentaje de residuos sólidos**

Luego de haber obtenido los datos del cuarteo, se procedió a buscar el valor porcentual de los residuos. Mediante la siguiente ecuación:

Ec: 2
$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} * 100$$

Dónde:

Pi: Peso del tipo de residuos

Wt: Peso total de los residuos

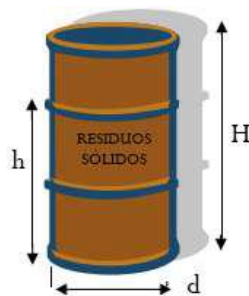
- **Cálculo del volumen y densidad**

Determinar el peso volumétrico de los residuos juega un rol fundamental en los estudios referentes al tema, a partir de este podemos determinar el número de recipientes necesarios para abastecer a las áreas de estudio, representación empleada se muestra en la Figura 3.

A partir del volumen se obtuvo la densidad de los residuos, de acuerdo con la metodología para la caracterización de residuos sólidos urbanos. Con la utilización de un cilindro el cual se llena completamente, se procedió a dejarlo caer tres veces a una altura de 0,1 m. Esto con la intención de no dejar espacios vacíos en el recipiente (Rondón et al., 2016).

Figura 3

Cilindro para el cálculo del volumen



Nota. El cálculo del volumen de los residuos sólidos es una herramienta fundamental para la gestión eficiente y sostenible de estos materiales. Tomado de Rondón et al. (2016)

Procedimiento; tener en cuenta el diámetro del recipiente (d), pesar los residuos sólidos restando el peso del recipiente (W), medir la altura total del recipiente (Ht) y altura libre del recipiente (Hr), para obtener la altura final (h), calcular el volumen de los residuos (V) y calcular la densidad (D) utilizando la fórmula de la Ecuación 3.

- **Cálculo de la densidad de residuos sólidos**

Ec: 3

$$D = \frac{W}{V}$$

Dónde:

D = Densidad (kg/m³)

W = Peso de los residuos sólidos (kg)

V = $\pi \times (d/2)^2 \times h$

- **Tabulación de datos**

Para la tabulación de datos nos ayudamos con el software Microsoft Excel, que nos permitió recolectar los datos, tabular y estimar los impactos negativos que pueden ocasionar en el ambiente. Cabe recalcar que para la verificación de los resultados se utilizó el programa estadístico MiniTab.

3.2.3 Proponer estrategias de manejo de residuos sólidos aplicable a los campus de la Universidad Técnica del Norte

Para identificar las estrategias se realizó un estudio de las causas y problemas que dificultan la clasificación acorde a las características de los desechos sólidos en el campus de la UTN. El análisis de problemas es un punto importante de realizar, razón por la cual la matriz de Vester es una herramienta común en la metodología para identificar y priorizar los problemas (Núñez, 2022).

- Se creó una lluvia de ideas y un árbol de problemas.
- Se analizó el problema con la matriz de Vester, específicamente con el árbol de problemas.
- Se clasificaron los problemas descritos.
- Se trabajó en la solución del problema cumpliendo los objetivos trazados.

3.2.3.1 Problemas identificados la Universidad Técnica del Norte.

Se visitó los campus El Olivo y San Vicente de Paúl evaluando el manejo de residuos sólidos, donde se logró identificar 10 problemas cruciales, que afectan considerablemente en el aspecto ambiental y social. Con esta base, se elaboró un árbol de problemas que permitió

desglosar diferentes contrariedades. Además, se indica que al dividir en causas y efectos existe una mejor comprensión (Betancourt, 2016). Esta actividad ayudó a analizar la situación actual de los residuos sólidos en la institución, lo que permitió generar estrategias que ayuden a mejorar el manejo adecuado de los mismos y facilitó la realización de la Matriz de Vester.

3.2.3.2 Matriz de Vester para el análisis del problema.

Para analizar el problema en profundidad, se empleó la metodología Matriz de Vester, la cual permite identificar las relaciones causales entre los diferentes factores que inciden en la problemática (Chiimbila, 2018). En este caso, se seleccionaron los 10 problemas más relevantes y se ubicaron tanto en el eje horizontal como en el vertical de la matriz, evaluando las relaciones de causalidad y casualidad entre ellos. El proceso detallado para la elaboración de la Matriz de Vester se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Pasos para elaborar una Matriz de Vester

Pasos	Jerarquía de la Matriz de Vester
1	Determinar las variables o problemas.
2	Redactar el problema.
3	Asignar un identificador al problema.
4	Ubicar los problemas en la matriz.
5	Calificar las valoraciones.
6	Sumatoria y calificación de filas y columnas.
7	Graficar y clasificar los problemas.

Una vez cruzados los problemas entre sí, se asignó una calificación a cada relación causal, siguiendo los siguientes criterios:

- **0:** No existe relación causal entre los problemas.
- **1:** El problema causa indirectamente al otro o existe una relación de causalidad muy débil.
- **2:** El problema causa de forma semidirecta al otro.
- **3:** El problema causa directamente al otro, existiendo una relación de causalidad fuerte (Betancourt, 2016).

3.2.3.3 Clasificación de los problemas descritos

Luego de construir la Matriz de Vester y asignar valores según el grado de causalidad, se procedió a identificar los problemas críticos. Para ello, se tomaron los valores totales de las sumas por filas y columnas y se dividieron entre dos. El resultado de esta división se estableció como valor de referencia para clasificar los problemas en cuatro cuadrantes, representados en la Figura 4 (Núñez, 2022).

Los cuadrantes se definieron de la siguiente manera:

Eje Y (Pasivos):

- Cuadrante superior: Problemas que reciben alta influencia de otros problemas.
- Cuadrante inferior: Problemas que reciben baja influencia de otros problemas.

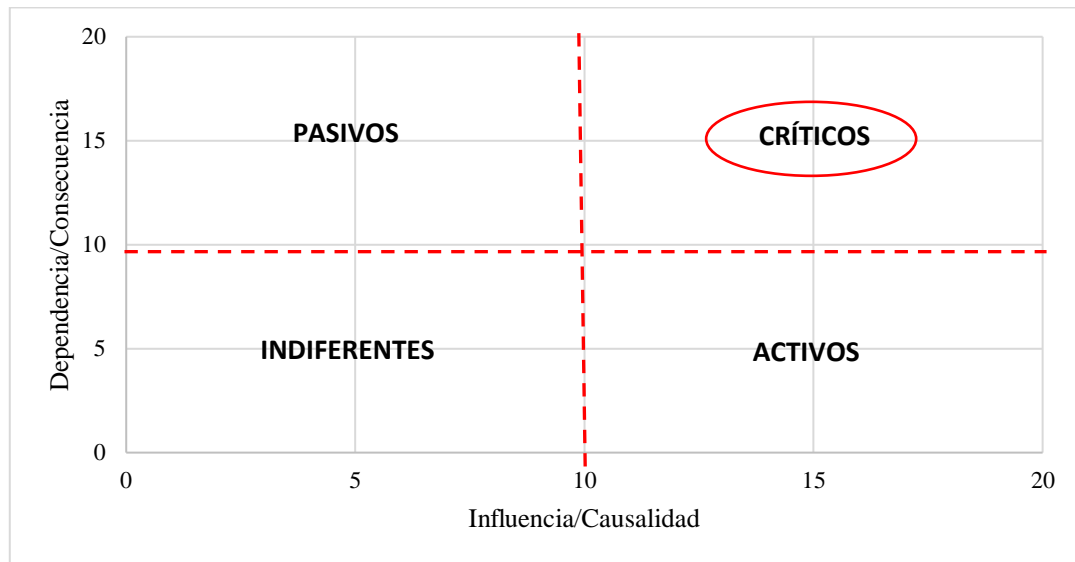
Eje X (Activos):

- Cuadrante derecho: Problemas que ejercen alta influencia sobre otros problemas.
- Cuadrante izquierdo: Problemas que ejercen baja influencia sobre otros problemas.

Se considera que los problemas críticos se ubican en el cuadrante superior derecho de la matriz, ya que son aquellos que reciben alta influencia de otros problemas y, a su vez, ejercen una fuerte influencia sobre ellos. Estos problemas son de gran urgencia y requieren atención prioritaria.

Figura 4

Cuadrantes para evaluación y priorización de problemas



3.3 Materiales y equipos

En la Tabla 5 se detallan los materiales y equipos utilizados para la investigación.

Tabla 5

Materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos
Libreta de campo	Balanza digital
Cámara fotográfica	Computador
Botas	Minitab
Guantes industriales y de látex	Excel
Traje antifluído	GPS
Mascarillas	

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos en las áreas de estudio

4.1.1 Ubicación de recipientes de basura en el campus San Vicente de Paúl

Para el diagnóstico del estado actual del manejo de residuos en la UTN, se realizaron recorridos detallados por los campus San Vicente de Paúl y El Olivo con el objetivo de evaluar la distribución y accesibilidad de los contenedores de residuos. Se identificaron un total de 22 puntos de recolección, distribuidos de la siguiente manera: 10 en el campus San Vicente de Paúl y 12 en el campus El Olivo.

En el campus San Vicente de Paúl se identificaron 10 puntos de recolección selectiva, estratégicamente ubicados en las áreas de mayor afluencia estudiantil, como se detalla en la Figura 5. Estos puntos cuentan con basureros diferenciados que facilitan la clasificación de residuos desde la fuente. Debido a la reducida extensión del campus, no se dispone de un contenedor de disposición final dentro del mismo. Por ello, los residuos recolectados diariamente de cada basurero se trasladan a un contenedor de mayor capacidad situado fuera del campus, utilizado por toda la población de Ibarra y vaciado por el servicio municipal de recolección en sus horarios habituales.

Figura 5

Ubicación de recipientes en el campus San Vicente de Paúl



En el campus El Olivo, se identificaron 12 contenedores de basura ubicados estratégicamente en sitios cercanos a los diferentes edificios para servir como puntos de recolección final dentro del campus. Cada edificio y área común cuenta con basureros pequeños diferenciados para la clasificación en la fuente, cuyo contenido se deposita posteriormente en los 12 contenedores que se observan en la Figura 6.

Figura 6

Ubicación de recipientes en el campus El Olivo



En el recorrido realizado por el campus El Olivo, se observó el sistema de recolección de residuos, se identificaron áreas del campus con baja generación de residuos, donde los contenedores se encontraban con una baja ocupación, indicando una generación de residuos por debajo de su capacidad. Esto sugiere que un solo contenedor sería suficiente para estas áreas, como el área de atrás del edificio de postgrado, frente al auditorio de postgrado y fuera del coliseo.

Por otro lado, se observaron contenedores saturados en áreas de mayor actividad, como los de la FACA, FECYT y Bienestar Universitario. Esto evidencia una alta generación de residuos en estas áreas y la necesidad de una mayor capacidad de recolección o una frecuencia de vaciado más frecuente. Los contenedores cercanos al CAI y planta central, se encontraban a la mitad de su capacidad, lo que deduce una generación de residuos moderada en estas áreas.

Si bien la implementación de basureros diferenciados para la clasificación en la fuente en ambos campus de la UTN es un avance positivo, las observaciones realizadas durante los recorridos y la información georreferenciada evidencian la necesidad de fortalecer la educación ambiental y los programas de concientización entre los usuarios (España et al., 2021).

Sin embargo, incluso cuando se realiza la clasificación en la fuente, el problema persiste: al momento de ser depositada la basura en los contenedores, no se mantiene la clasificación, por lo que cada residuo generado va al relleno sanitario. Diversos estudios han demostrado que, incluso cuando se implementan basureros diferenciados, la mezcla de residuos en los contenedores es común, lo que frustra los objetivos de la clasificación y envía todos los residuos al relleno sanitario.

Por lo tanto, la implementación de un sistema de clasificación final en la UTN, en conjunto con la clasificación en basureros pequeños, la educación ambiental y la búsqueda de soluciones para la mezcla de residuos en los contenedores, representa una oportunidad para reducir significativamente el volumen de residuos enviados a relleno sanitario, valorizar materiales reciclables, generar ingresos para la universidad y contribuir a la construcción de un campus más sostenible.

4.1.2 Encuesta a los auxiliares de servicio

Se encuestó a 27 autores clave de cada edificio en los campus El Olivo y San Vicente de Paúl, mediante una encuesta presencial. De estas 10 preguntas, 4 se enfocaron en recopilar información sobre los horarios de trabajo y recolección de basura de los encuestados, así como el horario y días de visita del camión recolector a los campus. Estos datos, se utilizaron únicamente para comprender mejor el segundo objetivo, no fueron graficados.

A continuación, se presentan las 6 preguntas seleccionadas para el primer objetivo del proceso de investigación, las cuales fueron escogidas en base a su relevancia para los objetivos del estudio.

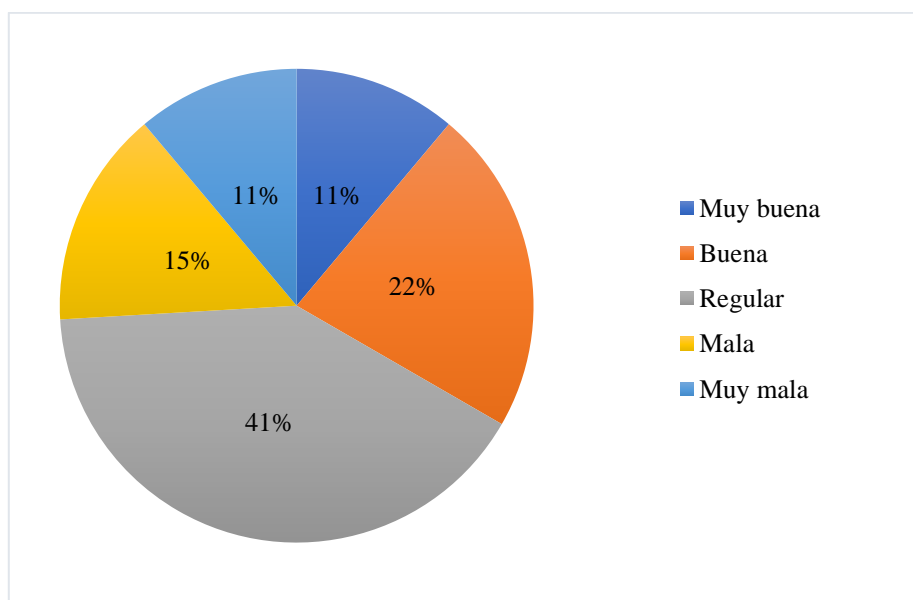
- **Pregunta 1: ¿Usted cómo calificaría la gestión de residuos sólidos en nuestro centro de estudio?**

La Figura 7, muestra la distribución de las calificaciones otorgadas a la gestión de residuos sólidos en la institución. Tres personas mencionan que la gestión de residuos es muy mala y cuatro que es mala. Once personas respondieron según su criterio que la gestión es regular, seis personas calificaron de buena gestión y tres personas de muy buena gestión. Dieciocho personas lo que equivale al 67% de los encuestados mencionaron haber observado deficiencias en la gestión de residuos. Esta percepción negativa coincide con estudios previos realizados en instituciones educativas, donde se ha identificado una inadecuada gestión de residuos sólidos, incluyendo la falta de separación en la fuente, el almacenamiento deficiente y la disposición final inadecuada (Jiménez, 2015).

En contraste con esta situación, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) ha implementado un modelo de gestión de residuos sólidos eficiente y sostenible a través de un convenio de cooperación interinstitucional con la empresa ecuatoriana HAZWAT. Esta empresa, bajo licencia ambiental, se encarga del manejo y disposición final de desechos no peligrosos, peligrosos y especiales, siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa ambiental vigente (Paredes, 2023). Este modelo presenta un ejemplo de buenas prácticas en la gestión de residuos sólidos en el ámbito educativo.

Figura 7

Calificación del personal hacia la gestión de los residuos sólidos en las áreas de estudio



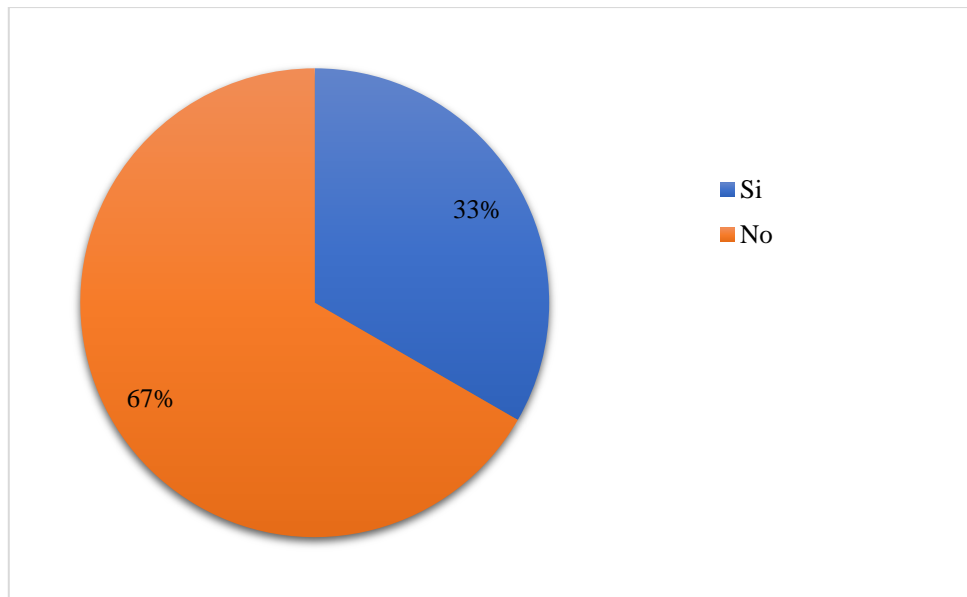
Los resultados de la encuesta reflejan la necesidad de implementar mejoras significativas en la gestión de residuos sólidos de la institución. La baja calificación otorgada por los encuestados y la alta proporción de personas que observan deficiencias son indicadores preocupantes que deben ser atendidos de manera prioritaria.

- **Pregunta 2: ¿Existe una clasificación diferenciada de residuos en su facultad?**

La Figura 8, muestra la distribución de las respuestas a la pregunta sobre la clasificación diferenciada de residuos en la institución. Se observa que dieciocho encuestados no perciben la existencia de una clasificación diferenciada, mientras que nueve encuestados mencionan que los residuos de su facultad se reciclan y se manejan de manera adecuada.

Figura 8

Evaluación de la clasificación diferenciada en los edificios de la UTN



Estos resultados coinciden con estudios realizados en otras universidades, como la Universidad de San Buenaventura de Medellín, donde se ha identificado la falta de actividades para una clasificación ordenada de la basura (González y Flor, 2012). Esta situación genera un impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente, debido a la mala disposición de los residuos sólidos. Además, en la Universidad Autónoma de Manizales se identificó que la falta de conocimiento y la inadecuada infraestructura dificultan la clasificación de residuos en las instituciones educativas (Jiménez, 2015). De igual manera, un análisis en la Universidad del Valle evidenció la necesidad de implementar estrategias de educación ambiental y sensibilización para fomentar la participación de la comunidad universitaria en la gestión de residuos sólidos (Gutiérrez y Rodríguez, 2023).

En este sentido resulta fundamental que la UTN tome como referencia las acciones exitosas implementadas por otras universidades. Tal como lo sugieren Vélez et al. (2024), la implementación de actividades de inspección rigurosas y programas de educación ambiental robustos son elementos indispensables para promover la autogestión responsable de los residuos sólidos.

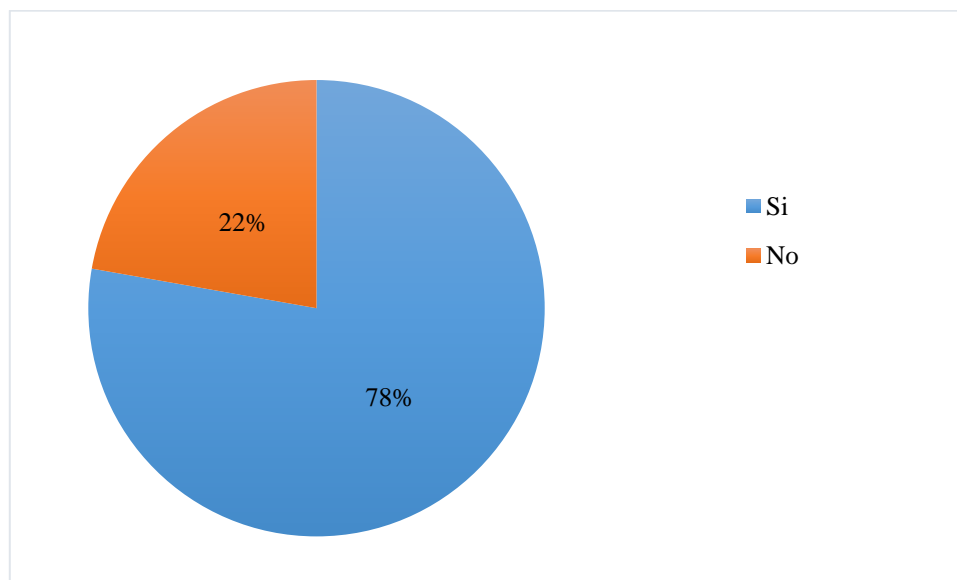
- **Pregunta 3: ¿Cree usted que en la UTN existen suficientes recipientes para los residuos que se genera?**

La Figura 9, muestra la distribución de las respuestas de los auxiliares de limpieza sobre la suficiente cantidad de los recipientes para residuos sólidos en las diferentes facultades de la

UTN. Se observa que: veintiún auxiliares de limpieza mencionan que sí existen suficientes recipientes; sin embargo, seis auxiliares no se sienten satisfechos con la cantidad de recipientes que existen actualmente en los campus de la UTN.

Figura 9

Percepción sobre la cantidad de contenedores que existen en el campus de la UTN



Si bien la mayoría de los auxiliares de limpieza de la UTN perciben que la cantidad y ubicación de los recipientes para residuos sólidos son adecuadas, existe un porcentaje significativo que no está satisfecho con la situación actual.

Estos resultados concuerdan con hallazgos de otras investigaciones realizadas en instituciones educativas. Por ejemplo, un estudio en la Universidad de Costa Rica identificó que la falta de recipientes adecuados y la mala ubicación de estos son factores que dificultan la gestión de residuos sólidos en las universidades (Gutiérrez y Rodríguez, 2023). De igual manera, un análisis en la Universidad Autónoma de Baja California evidenció la necesidad de aumentar la cantidad y mejorar la distribución de los recipientes para residuos sólidos en las instalaciones universitarias (Suárez y Pacheco, 2022).

- **Pregunta 5: ¿Qué tipos de residuos sólidos ha encontrado y observado en las instalaciones de la universidad al llevarlos a su disposición final?**

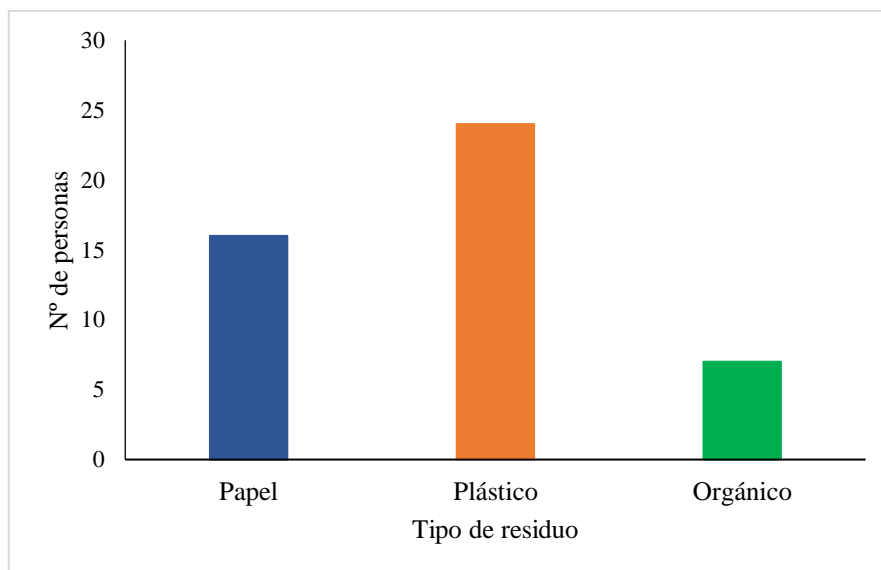
La Figura 10, muestra la distribución de los tipos de residuos observados en los contenedores por parte de los veintisiete trabajadores entrevistados en la UTN. Se observa que los plásticos representan la fracción más significativa, con un alarmante 51% del total. Dentro

de esta categoría, las fundas plásticas y las botellas son los elementos más comunes, lo que evidencia un consumo excesivo de este material.

En segundo lugar, se encuentra el papel, con un 34% de los residuos observados. Si bien esta cifra es menor que la de los plásticos, sigue siendo considerable y representa una oportunidad para mejorar las prácticas de consumo. Los residuos orgánicos solo alcanzan el 15% de la composición total, lo que indica una baja proporción en comparación con los otros tipos de residuos. Es importante destacar que no se observaron residuos de madera, metal ni vidrio en los contenedores evaluados.

Figura 10

Estimación de la composición de residuos sólidos observados en los recipientes de basura de la UTN



Estos resultados coinciden con los hallazgos de otras investigaciones realizadas en instituciones educativas. Por ejemplo, un estudio en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez identificó que los residuos plásticos representan la mayor fracción de los desechos generados en las universidades, seguido del papel y los residuos orgánicos (Aguilar, 2019). De igual manera, un análisis en la Universidad Nacional de Colombia evidenció la necesidad de implementar estrategias de educación ambiental y campañas de reciclaje para reducir la cantidad de residuos plásticos y fomentar la separación adecuada de los residuos en la fuente (González y López, 2020).

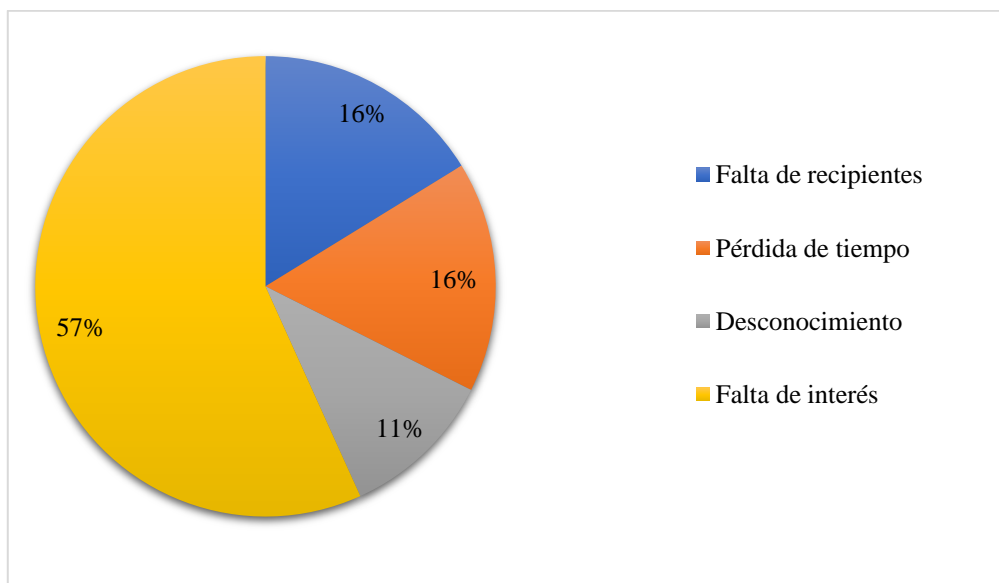
- **Pregunta 6: ¿Qué aspectos cree que dificultan la clasificación de los residuos sólidos en la universidad?**

La Figura 11, muestra las principales dificultades que existen en la UTN para la clasificación de los residuos sólidos. Se observa que, de los veintisiete participantes en la encuesta, seis personas mencionan la carencia de recipientes suficientes para depositar y clasificar los desechos sólidos. Esto dificulta la separación correcta de los residuos y aumenta la probabilidad de que se mezclen, dificultando su tratamiento y reciclaje. que hay carencia de recipientes para depositar y clasificar los desechos sólidos. Seis personas más indican que no tienen el tiempo necesario para clasificar la basura. Esto puede deberse a la carga de trabajo, la falta de organización o la percepción de que la clasificación requiere demasiado esfuerzo. Cuatro personas mencionan que existe desconocimiento de cómo realizar la clasificación de los residuos sólidos. Esta falta de información puede ser un obstáculo significativo para la adopción de prácticas de reciclaje responsables.

Mientras que el 57%, es decir 21 personas, mencionan que existe una falta de interés al reciclar los desechos sólidos. Esto puede deberse a la falta de conciencia sobre los beneficios del reciclaje, la percepción de que es un esfuerzo inútil o la falta de incentivos para participar en iniciativas de reciclaje.

Figura 11

Percepción de problemáticas más frecuentes ante la clasificación de residuos



Los resultados de la encuesta concuerdan con los hallazgos de otras investigaciones realizadas sobre las barreras para la clasificación de residuos sólidos. Por ejemplo, un estudio en la Universidad Autónoma de México identificó que la falta de infraestructura adecuada, la falta de tiempo y el desconocimiento sobre la clasificación de residuos son factores que dificultan la adopción de prácticas de reciclaje en las universidades (López, 2022).

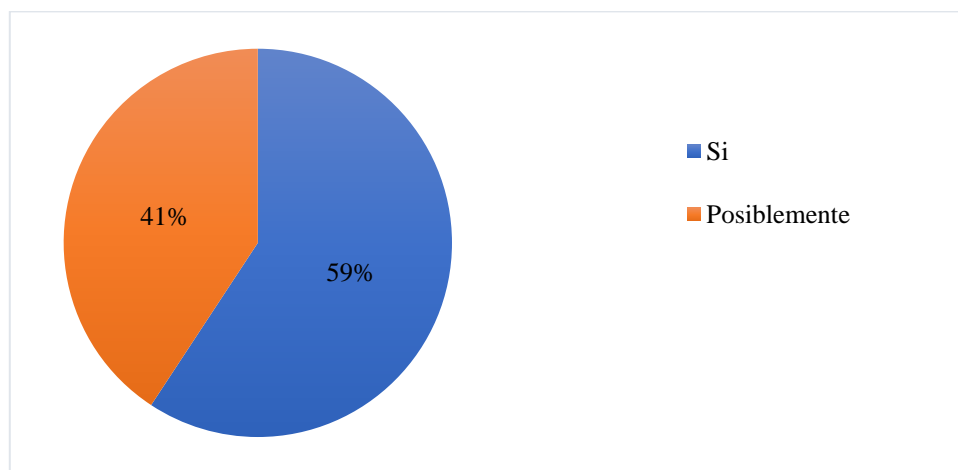
Según Rondón, T. et al. (2016), la recolección de basura es un proceso esencial para el bienestar de las comunidades, pero su efectividad depende en gran medida de una planificación cuidadosa y una ejecución eficiente. Lamentablemente diversos obstáculos pueden dificultar o incluso impedir que se lleve a cabo de manera adecuada, lo que conlleva consecuencias negativas que deben ser abordadas de manera integral.

- **Pregunta 7: ¿Estaría dispuesto a participar en una nueva modalidad que permita manejar de manera adecuada los residuos sólidos?**

La Figura 12, muestra la disposición del personal de limpieza de la UTN a participar en un plan de manejo de residuos sólidos. Se observa que dieciséis personas (59%) están dispuestas a involucrarse en un proyecto de manejo adecuado de residuos sólidos. Esto representa una oportunidad para avanzar hacia una gestión más sostenible de los desechos en la institución. Mientras que, once personas (41%) no están totalmente convencidas de participar en el plan, por lo que este grupo requiere de estrategias de sensibilización y capacitación para comprender los beneficios y la importancia de una adecuada gestión de residuos. Es importante mencionar, que hubo un 0% en la respuesta de opción No, por ende, no se incluyó en el gráfico.

Figura 12

Nivel de predisposición por parte del personal para participar en mejoras continuas



Los resultados de la encuesta concuerdan con los hallazgos de González y Flor (2012), quienes señalan que la falta de conciencia y la percepción de que el manejo de residuos sólidos es una tarea tediosa o poco importante son factores que pueden limitar la participación de las personas en proyectos ambientales. La UTN tiene la responsabilidad y el compromiso de promover prácticas sostenibles en todos sus ámbitos, incluyendo la gestión de residuos sólidos.

En este sentido, resulta fundamental sensibilizar al personal de limpieza sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos que derivan de un manejo adecuado de los desechos, consiguiendo erradicar la percepción de que el manejo de residuos sólidos es una tarea tediosa o poco importante. Para ello, además de las campañas y charlas, se pueden implementar diversas estrategias, como ofrecer reconocimientos, bonificaciones o descuentos en servicios universitarios para fomentar la participación en el plan de manejo de residuos (González y Flor, 2012).

4.2 Caracterización de los residuos sólidos generados en los campus de la Universidad Técnica del Norte.

Este estudio se enfocó en analizar la composición de los residuos sólidos generados en los campus de la UTN. Los resultados obtenidos revelaron una clara predominancia de residuos orgánicos, seguidos de residuos inorgánicos como papel, cartón y plástico. Este hallazgo es de gran relevancia para la UTN, ya que permite comprender mejor la situación actual en cuanto al manejo de residuos sólidos en la institución.

4.2.1 Caracterización campus “San Vicente de Paúl”

En el campus San Vicente de Paul, se realizó la caracterización de residuos durante dos semanas, cada semana en un mes diferente. Donde se tomó en cuenta aspectos que podrían afectar al estudio como; suspensión de clases regulares, eventos realizados y condiciones climáticas. Las actividades académicas normalmente se realizan de lunes a jueves, por lo que se excluyeron del estudio los viernes, sábados y domingos.

El Campus San Vicente de Paúl, al ser de menor tamaño comparado con otros campus, presenta una menor afluencia de personas durante las actividades académicas. Esto se traduce en una menor generación de residuos, facilitando su manejo y análisis. A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la semana 1 (del 22 al 25 de mayo de 2023) en la Tabla 6.

Tabla 6

Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus San Vicente de Paúl semana 1.

Categoría	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Promedio (± DE)	Máx	Mín	Porcentaje (%)
Orgánico	25,7	19,6	26,8	32,8	26,2 ± 5,4	32,8	19,6	59
Poliestireno	2,6	1,2	2,4	3,2	2,3 ± 0,9	3,2	1,2	5
Plástico	5,2	4,5	6,2	6,8	5,7 ± 1	6,8	4,5	13
Papel higiénico	1,3	1,7	3,3	1,2	1,9 ± 1	3,3	1,2	4
Botellas	0,3	0,2	1,2	2,3	1 ± 1	2,3	0,2	2
Tetrapak	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1 ± 0,0	0,2	0,1	0
Papel y cartón	3,2	10,7	6,8	6,5	6,8 ± 3,1	10,7	3,2	15
Otros	0,2	0,2	0,8	0,5	0,4 ± 0,3	0,8	0,2	1
Total	38,7	38,3	47,6	53,4				100

En la semana 1 se recolectó un total de 177,9 kg que genera en promedio 43,3 kg/día, existió una variación diaria considerable durante la semana 1 del muestreo en el campus San Vicente de Paul, que va desde los 38,3 kg hasta 53,4 kg. Los residuos orgánicos se presentan en mayor cantidad con un 59%, seguido de papel y cartón (15%), plástico (13%) y poliestireno (5%). El papel higiénico, botellas y otros se muestran en mínimas cantidades que representan el 7% de la totalidad.

Además, se observa una mayor generación de residuos orgánicos, papel y cartón los días 3 y 4. La cantidad de botellas y tetrapak es mínima, pero constante a lo largo de los días, lo que indica un consumo permanente de productos que generan este residuo. El poliestireno genera un gran problema porque siempre están presente en diferentes lugares, en este caso tiene variabilidad considerable, con un pico en el día 4.

El manejo y aprovechamiento de este tipo de residuos depende de las especificaciones técnicas, en los procesos de elaboración. El compostaje es una de las maneras más viables para aprovechar la materia orgánica, este se basa en la degradación por medio de un proceso anaerobio controlado e impulsado por microorganismos (Calderón, 2015). En la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), se implementa el programa “Campus Sostenible”, el cual propone un manejo adecuado de los restos orgánicos generados en los centros de alimentación universitarios. A partir de los cuales realizan composteras rotatorias para producir compost (Martínez et al., 2014).

Herrera (2021) menciona que, otra forma de producir beneficios es a través de la digestión anaerobia, proceso que utiliza microorganismos heterogéneos para la producción de biogás, producto que es utilizado para producir calor, iluminación y electricidad. Pasa por

diferentes etapas y reacciones que son: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. Además, se puede obtener subproductos aprovechables a partir de este proceso, conocidos como biol (líquido) y biosol (sólido) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

Para obtener un mayor acercamiento a la situación en el campus San Vicente de Paúl, se ejecutó el seguimiento de los desechos sólidos durante una segunda semana de actividades. Los datos recolectados en la semana 2 (del 22 al 25 de junio de 2023) muestran cierta similitud a la semana 1, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus San Vicente de Paúl semana 2.

Categoría	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Promedio (± DE)	Máx	Mín	Porcentaje (%)
Orgánico	23,1	20,5	25,5	26,6	23,9 ± 2,7	26,6	20,5	67
Poliestireno	0,3	0,6	4	1,8	1,7 ± 1,7	4	0,3	5
Plástico	3,5	6,5	2,6	5,1	4,4 ± 1,7	6,5	2,6	12
Papel higiénico	0,8	2,2	2,9	1,4	1,8 ± 0,9	2,9	0,8	5
Botellas	0,3	0,8	0,4	0,6	0,5 ± 0,2	0,8	0,3	1
Tetrapak	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1 ± 0,1	0,3	0,1	0
Papel y cartón	1,7	1,8	1,4	6,1	2,7 ± 2,2	6,1	1,4	8
Otros	0,4	0,8	1,1	0,6	0,7 ± 0,3	1,1	0,4	2
Total	30,1	33,5	37,8	42,2				100

En la semana 2 se recolectó un total de 143,7 kg que genera en promedio 35,9 kg/día, que va desde los 30,1 kg hasta 42,2 kg. Los residuos orgánicos se presentan en mayor cantidad con un 67%, seguido de plástico (12%), papel y cartón (8%), poliestireno (5%) y papel higiénico (5%). El tetrapak, botellas y otros se muestran en mínimas cantidades que representan el 3% de la totalidad.

En el estudio realizado por Carvajal (2023) en la Universidad Nacional de Colombia respecto a la caracterización de residuos sólidos, se expone que, de un promedio de 163 kg, un 40,1% corresponden a la categoría orgánica; desechos originados en los restaurantes y cafeterías que se encontraban en el campus. Con respecto a los valores encontrados en San Vicente de Paúl que son 59% y 67 % para la semana 1 y 2 respectivamente. Al ser porcentajes más altos difieren de lo expuesto por Carvajal (2023), pero se asemejan a los resultados obtenidos por Ramírez (2020) en la Unidad Daniel Comboni, donde se sostiene que el 69,88% corresponde a materia orgánica.

Con el fin de entender la generación proporcionar una mejor aproximación y entendimiento de los datos se realizó la comparación entre el promedio diario de cada tipo de residuo encontrado en las dos semanas, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Promedio diario de residuos por categoría en el campus San Vicente de Paúl

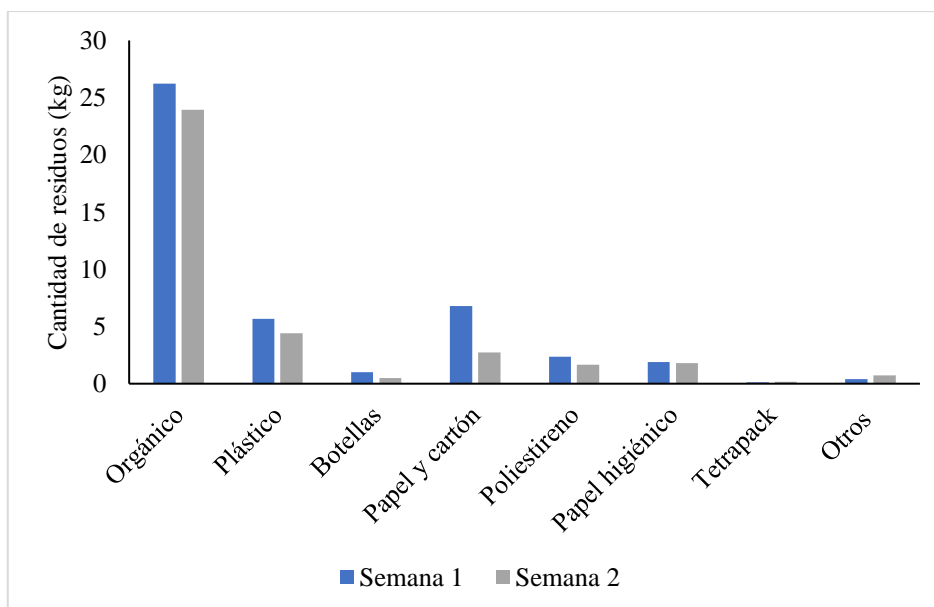
Categoría	Semana 1				Semana 2			
	Promedio	DE	Máx	Mín	Promedio	DE	Máx	Mín
Orgánico	26,2	5,4	32,8	19,6	23,9	2,7	26,6	20,5
Poliestireno	2,3	0,9	3,2	1,2	1,7	1,7	4	0,3
Plástico	5,7	1	6,8	4,5	4,4	1,7	6,5	2,6
Papel higiénico	1,9	1	3,3	1,2	1,8	0,9	2,9	0,8
Botellas	1	1	2,3	0,2	0,5	0,2	0,8	0,3
Tetrapak	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Papel y cartón	6,8	3,1	10,7	3,2	2,7	2,2	6,1	1,4
Otros	0,4	0,3	0,8	0,2	0,7	0,3	1,1	0,4
Total	44,5				35,9			

Nota. La columna "DE" representa a la desviación estándar.

Al realizar la comparación cuantitativa y cualitativa entre las dos semanas se pudo valorar que se encontró una mayor cantidad de residuos orgánicos, plásticos, papel y cartón, poliestireno, papel higiénico y tetrapak en la semana 1. En la semana 2 se acumuló una mayor cantidad en la categoría de botellas plásticas y otros. La Figura 13 muestra la gráfica de barras que compara las cantidades de residuos encontrados en los dos lapsos de tiempo.

Figura 13

Cantidad de los tipos de residuos de la semana 1 vs semana 2, campus San Vicente de Paúl



Una vez analizados los datos de las dos semanas en campus San Vicente de Paúl, se realizó una comparación entre las cantidades encontradas. La T de Student fue la prueba utilizada para verificar si existía o no similitud entre los dos lapsos de tiempo (Anexo 3), donde se obtuvo valores tanto de T como de P.

Realizadas las pruebas estadísticas, la categoría de orgánicos obtuvo un valor $T=0,77$ y $p=0,48$, poliestireno ($T=0,73$; $p=0,50$), plástico ($T=1,23$; $p=0,28$), papel higiénico ($T=0,09$; $p=0,92$), botellas ($T=1,01$; $p=0,38$), papel y cartón ($T=2,14$; $p=0,08$) y otros ($T=-1,46$; $p=0,2$). Esto indica valores mayores al valor de significancia (0,05), concluyendo que no existen diferencias significativas entre los lapsos de tiempo muestreados y se acepta la H_0 . Por ende, no se realiza una tercera semana ya que se obtendrá datos similares.

4.2.2 Caracterización campus El Olivo

El campus El Olivo, al ser un campus de acogida masiva, presenta un gran volumen de datos que deben ser manejados y analizados de manera eficiente. Para ello, se implementó una metodología que utiliza 90 kg de datos a partir de los 12 contenedores que posee el área de estudio. Esta metodología permite una mejor gestión y comprensión de la información. A diferencia del campus San Vicente, se excluyen los datos solo de sábados y domingos, debido a la menor afluencia de personas al campus. A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la semana 1 (del 15 al 19 de mayo de 2023) en la Tabla 9.

Tabla 9*Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus El Olivo semana 1*

Categoría	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Promedio (± DE)	Máx	Mín	Porcentaje (%)
Orgánico	46,6	47,9	41,9	48,8	35,4	44,1 ± 5,6	48,8	35,4	49
Poliestireno	6,2	5,6	4,7	3,3	2,8	14,5 ± 1,5	6,2	2,8	5
Plástico	24,7	18,7	18,4	19,5	25,3	21,3 ± 3,4	25,3	18,4	24
Papel higiénico	4,2	5,3	7,5	7,7	3,9	5,7 ± 1,8	7,7	3,9	6
Botellas	2,3	2	2,6	0,4	1,3	1,7 ± 0,9	2,6	0,4	2
Tetrapak	1	0,2	1,5	0,4	0,6	0,7 ± 0,5	1,5	0,2	1
Papel y cartón	4,4	9,3	12,4	9,8	20,7	11,3 ± 6	20,7	4,4	13
Otros	0,6	1	1,1	0,2	0	0,6 ± 0,5	1,1	0	1
Total									100

Nota. La columna "Promedio (DE)" representa el promedio junto a la desviación estándar.

La Tabla 9, correspondiente a El Olivo arrojó datos que, con respecto a 90 kg recolectados, un 49% corresponden a material orgánico, un 24% pertenece a plástico con excepción de las botellas plásticas que representan un 2% de manera individual y un 13% son papel y cartón. Estas son las categorías de residuos más representativas en el sitio de estudio. En cuanto al poliestireno, papel higiénico, tetrapak y otros, figuran un 5%, 6%, 1% y 1% respectivamente, cantidades poco considerables en comparación con los residuos más numerosos.

Para validar los datos recolectados se realizó la semana 2 (del 19 al 23 de junio de 2023), donde se obtuvieron los siguientes valores mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10*Datos obtenidos de la caracterización de residuos, campus El Olivo semana 2*

Categoría	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Promedio (± DE)	Máx	Mín	Porcentaje (%)
Orgánico	53,6	58,8	46,6	39	33,1	46,2 ± 10,5	58,8	33,1	51
Poliestireno	7,9	5,6	3,4	2,5	5,7	5 ± 2,1	7,9	2,5	6
Plástico	18,4	15,2	25	22,3	19,6	20,1 ± 3,7	25	15,2	22
Papel higiénico	2,6	4,9	2,4	7,2	6,2	4,7 ± 2,1	7,2	2,4	5
Botellas	2,4	1,2	2	2,6	4,5	2,5 ± 1,2	4,5	1,2	3
Tetrapak	0,4	0,4	1,8	0,3	4,2	1,4 ± 1,7	4,2	0,3	2
Papel y cartón	4,2	3,7	8,6	15,5	15,7	9,5 ± 5,9	15,7	3,7	11
Otros	0,5	0,3	0,3	0,6	1	0,5 ± 0,3	1	0,3	1
Total									100

Nota. La columna "Promedio (DE)" representa el promedio junto a la desviación estándar.

La segunda semana muestra un aumento del 51% en residuos orgánicos, una menor cantidad de plástico, papel y cartón con un 22% y un 11%. En comparación con la semana 1, los datos son similares, aunque las cantidades difieren un poco. Sin embargo, sigue el mismo patrón que muestra cuáles son los residuos que se generan en mayor número.

En un estudio realizado por Zevallos (2021) en la Universidad Católica de Santa María, se muestra que los 73,78 kg, la mayor proporción de residuos generados corresponde a los orgánicos con un 17,28%, seguido de un 12,63% de residuos sanitarios y un 12,13% de papel. Estas cantidades difieren con los datos encontrados en El Olivo, donde se muestra un 49% y 51% de orgánico, un 6% y un 5% de papel higiénico, y un 13% y 11% de papel y cartón. A pesar de ser categorías con cierta similitud, sus cantidades difieren, y las causas pueden ser la población y los hábitos de consumo.

La Tabla 11, muestra el promedio diario de cada tipo de residuo generado en el campus El Olivo, a partir de la caracterización realizada en los 5 días.

Tabla 11

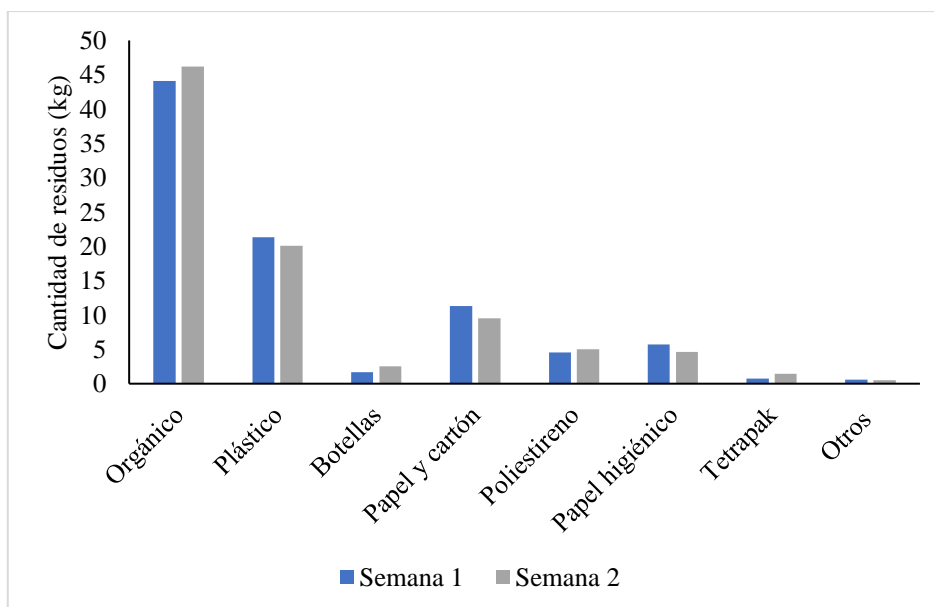
Promedio diario de residuos por categoría en el campus El Olivo

Categoría	Semana 1			Semana 2		
	Promedio (±DE)	Máx	Mín	Promedio (±DE)	Máx	Mín
Orgánico	44,1 ± 5,6	48,8	35,4	46,2 ± 10,5	58,8	33,1
Poliestireno	14,5 ± 1,5	6,2	2,8	5 ± 2,1	7,9	2,5
Plástico	21,3 ± 3,4	25,3	18,4	20,1 ± 3,7	25	15,2
Papel higiénico	5,7 ± 1,8	7,7	3,9	4,7 ± 2,1	7,2	2,4
Botellas	1,7 ± 0,9	2,6	0,4	2,5 ± 1,2	4,5	1,2
Tetrapak	0,7 ± 0,5	1,5	0,2	1,4 ± 1,7	4,2	0,3
Papel y cartón	11,3 ± 6	20,7	4,4	9,5 ± 5,9	15,7	3,7
Otros	0,6 ± 0,5	1,1	0	0,5 ± 0,3	1	0,3

Se observa que el campus se genera 44 a 46 kg de residuos orgánicos aproximadamente, con respecto a los 90 kg que se muestreo. En el caso del plástico hay 20 kg de diferentes plásticos y de 1 hasta 3 kg de botellas plásticas, seguido del papel con 11,31 y 9,54 kg. Cabe mencionar que todos estos resultados son con respecto a los 90 kg muestreados. Por otro lado, la Figura 14 muestra la comparación de los datos recolectados en las dos semanas.

Figura 14

Cantidad de los tipos de residuos de la semana 1 vs semana 2, campus El Olivo



Se muestra relación entre las cantidades encontradas en la semana 1 con las de la semana 2, donde prevalece las categorías de material orgánico, plástico, papel y cartón. Estos tipos de residuos se generan considerablemente en las universidades, por ser centros de gran actividad humana. Los residuos orgánicos son el resultado de cafeterías, comedores y restos de frutas, el plástico procede de envase de bebidas, bolsas de plástico y empaque de alimentos, en cuanto al papel y cartón provienen de fotocopias, apuntes, empaques de productos y periódicos. Si no se gestionan adecuadamente, estos residuos pueden generar malos olores, atraer plagas y enfermedades, hasta llegan a impactar de manera negativa a el suelo y agua (Navas, 2020).

Una vez analizados los datos de las dos semanas en campus El Olivo, se realizó una comparación entre las cantidades encontradas. Realizadas las pruebas estadísticas (Anexo 4), la categoría de orgánicos obtuvo un valor $T = -0,39$ y $p = 0,70$, poliestireno ($T = -0,42$; $p = 0,69$), plástico ($T = 0,54$; $p = 0,60$), papel higiénico ($T = 0,84$; $p = 0,42$), botellas ($T = -1,27$; $p = 0,24$), papel y cartón ($T = 0,47$; $p = 0,65$) y otros ($T = 0,15$; $p = 0,88$). Esto nos indica valores mayores al valor de significancia (0,05), concluyendo que no existen diferencias significativas entre los lapsos de tiempo muestreados y se acepta la H_0 . Por ende, no se realiza una tercera semana ya que se obtendrá datos similares.

4.2.2.1 Resultados del estudio de cantidad generada de los residuos sólidos en el campus El Olivo.

Con el objetivo de tener un estimado de la producción diaria en el campus El Olivo, se estableció 12 puntos de recolección masiva, mismos que pertenecen a los contenedores. Para identificarlos de manera clara se estableció una nomenclatura, ya que existe más de un contenedor en un solo punto, teniendo como referencia la Tabla 12.

Tabla 12

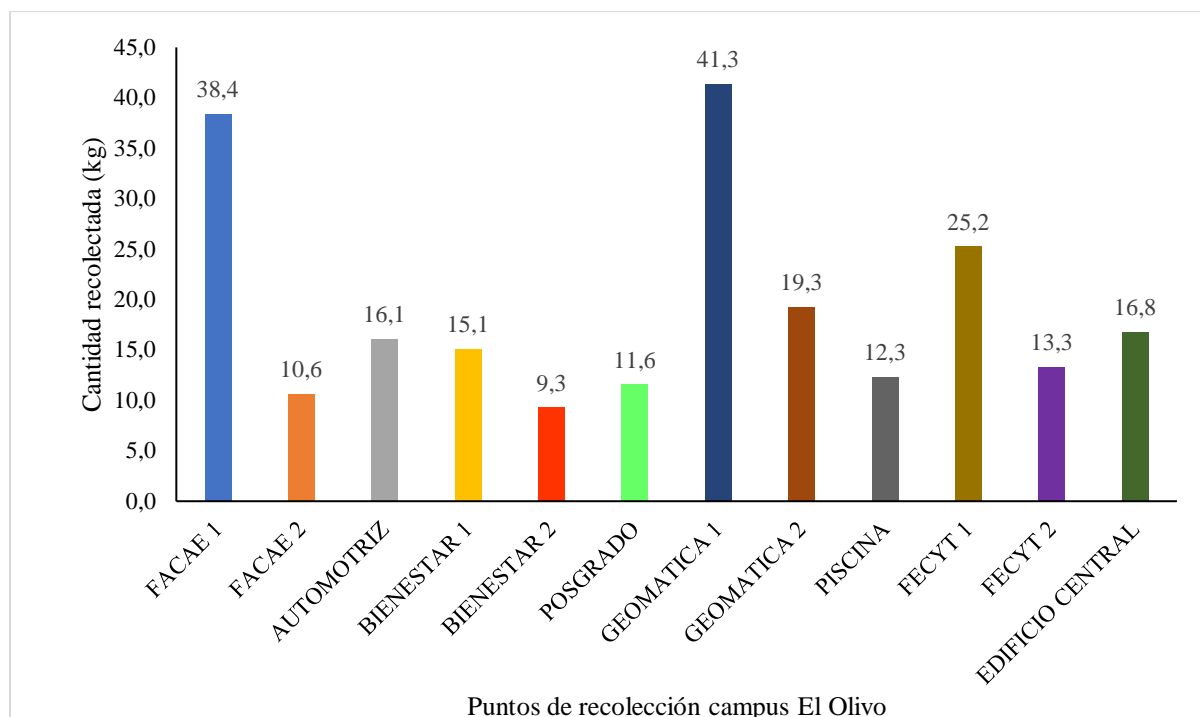
Nomenclatura de puntos de recolección de residuos en el campus El Olivo

PUNTOS DE RECOLECCIÓN	LUGAR DE IDENTIFICACIÓN
C1	FACAE 1
C2	FACAE 2
C3	AUTOMOTRIZ
C4	BIENESTAR 1
C5	BIENESTAR 2
C6	POSGRADO
C7	GEOMATICA 1
C8	GEOMATICA 2
C9	PISCINA
C10	FECYT 1
C11	FECYT 2
C12	EDIFICIO CENTRAL

Con los puntos establecidos se realizó un recorrido pesando los residuos generados en cada lugar de recolección masiva. Cabe recalcar que se realizó durante la noche al finalizar las jornadas académicas para obtener resultados más veraces. La información recolectada permitió identificar los lugares de mayor y menor generación de residuos. Esta información es útil para optimizar la gestión de residuos en el campus, incluyendo la ubicación de contenedores y frecuencia de recolección. En la Figura 15 se muestra un resumen general de la cantidad de residuos encontrados, por lugar de referencia.

Figura 15

Cantidad de residuos generados por lugar de referencia en campus El Olivo



Finalizado el recorrido se recolectó una cantidad de 229,2 kg, donde el lugar con la mayor cantidad de residuos corresponde a los puntos FACAE 1 (C1) y FACAE 2 (C2). Donde está establecido el bar universitario y donde se realiza la mayor actividad de alimentación, con un total de 41,3 kg y 38,4 kg de residuos respectivamente. Los residuos comerciales son variados y en comparación con los residuos orgánicos, su cantidad es baja. Por otro lado, hay puntos que muestran una generación de residuos menor como; C5, C6 y C9, lo cual se debe a la poca afluencia de personas.

En un estudio realizado por Lazo y Herrera (2019) en la Universidad Particular Tacna campus Capanique en Perú, considerando una población universitaria de 5 057 individuos, obtuvo una producción diaria de 81,69 kg diariamente, cantidad tiene cierta similitud con el campus El Olivo con una producción de 229,24 kg. Por otro lado, estos estudios difieren al estudio realizado por Ruiz (2012) en la Universidad Iberoamericana de México, donde se obtuvo una producción diaria 3 375,3 kg, cabe recalcar que los resultados pueden variar de acuerdo con el número de individuos y hábitos de consumo.

4.2.3 Densidad de los residuos sólidos

De la muestra recolectada el día 1 y día 5 del mes de mayo se tomaron los residuos de un cuadrante sobrante con los residuos mezclados en el método del cuarteo, teniendo 2

muestras en la semana 1, donde se obtuvo una densidad media de 111,72 kg/m³ lo que permite determinar la capacidad de almacenamiento Tabla 13.

Tabla 13

Densidad de residuos mezclados, semana 1 mayo

Variable	Muestra 1	Muestra 2
W: Peso kg	1,6	3,4
Ht: Altura total (m)	0,40	0,40
Hr: Altura libre del cilindro (m)	0,09	0,08
V: Volumen (m ³)	0,0219	0,0226
D: Densidad (kg/m ³)	73,05	150,39
Media	111,72 kg/m ³	

Por otra parte, en la Tabla 14 se muestra de la misma manera 2 muestras en el mes de junio, una tomada el día 1 y la otra en el día 5, los residuos mezclados dieron una densidad media de 151,83 kg/m³ que presenta una mayor densidad a comparación del mes pasado.

Tabla 14

Densidad de residuos mezclados, semana 2 junio

Variable	Muestra 1	Muestra 2
W: Peso kg	4,15	2,8
Ht: Altura total (m)	0,40	0,40
Hr: Altura libre del cilindro (m)	0,08	0,07
V: Volumen (m ³)	0,0226	0,0233
D: Densidad (kg/m ³)	183,56	120,10
Media	151,83 kg/m ³	

Los resultados obtenidos difieren de los encontrados por Cabañas et al. (2019) en tres Instituciones Educativas de la ciudad de Chachapoyas en Perú, con valores de densidad de 57,40; 52,14 y 54,24 kg/m³ respectivamente. Sin embargo, se acercan al estudio realizado por Coyago et al. (2016) en la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Quito, con una densidad de 79,7 kg/m³ y presentan mayor similitud con el estudio realizado por Romero (2017) en la institución Educativa Gimnasio Cerromar, La Guajira en Colombia, con una densidad de 180,36 kg/m³.

4.3 Estrategias para el plan de manejo de residuos sólidos aplicable a los campus de la Universidad Técnica del Norte

La elaboración de estrategias efectivas para el plan de manejo de residuos en los campus de la UTN se elaboró mediante la Matriz de Vester. Esta herramienta permitió mantener un enfoque en los problemas críticos identificados en el sitio de estudio.

Para la construcción de la Matriz de Vester, se consideraron los datos obtenidos en las fases 1 y 2 del proyecto, como los recorridos que permitieron observar las prácticas actuales de manejo de residuos y la infraestructura disponible. Las encuestas al personal de limpieza brindaron información sobre las dificultades y desafíos que enfrentan en su labor diaria, así como la caracterización donde se determinó la composición y cantidad de desechos generados en cada campus. Estos insumos fueron fundamentales para comprender el manejo actual de residuos en la UTN y la cantidad que se generan. A partir de este análisis, se identificaron diez problemas críticos que se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15

Listado de problemas con su codificación para la elaboración de la matriz

Código	Problemas identificados
P1	Deficiente clasificación de residuos
P2	Desinterés de la comunidad universitaria
P3	Acumulación de residuos en aulas y contenedores.
P4	Hábitos inadecuados en consumo y generación de residuos.
P5	Falta de equipos de protección personal para los auxiliares de limpieza.
P6	Insuficiencia de insumos de limpieza.
P7	Escasa capacitación a los estudiantes.
P8	Distribución inadecuada de los contenedores.
P9	Desaprovechamiento del potencial de los residuos.
P10	Generación de malos olores.

4.3.1 Matriz de Vester

La Matriz de Vester es una herramienta útil para analizar las relaciones de causa-efecto entre diferentes problemas. En el contexto de la gestión de residuos sólidos en la UTN, esta herramienta permitió identificar los problemas críticos que requieren atención prioritaria. Al calificar las interacciones entre los problemas identificados como se muestra en la Tabla 16,

podemos identificar aquellos que ejercen mayor influencia y generan mayores consecuencias, brindándonos una guía crucial para la priorización de estrategias.

Tabla 16

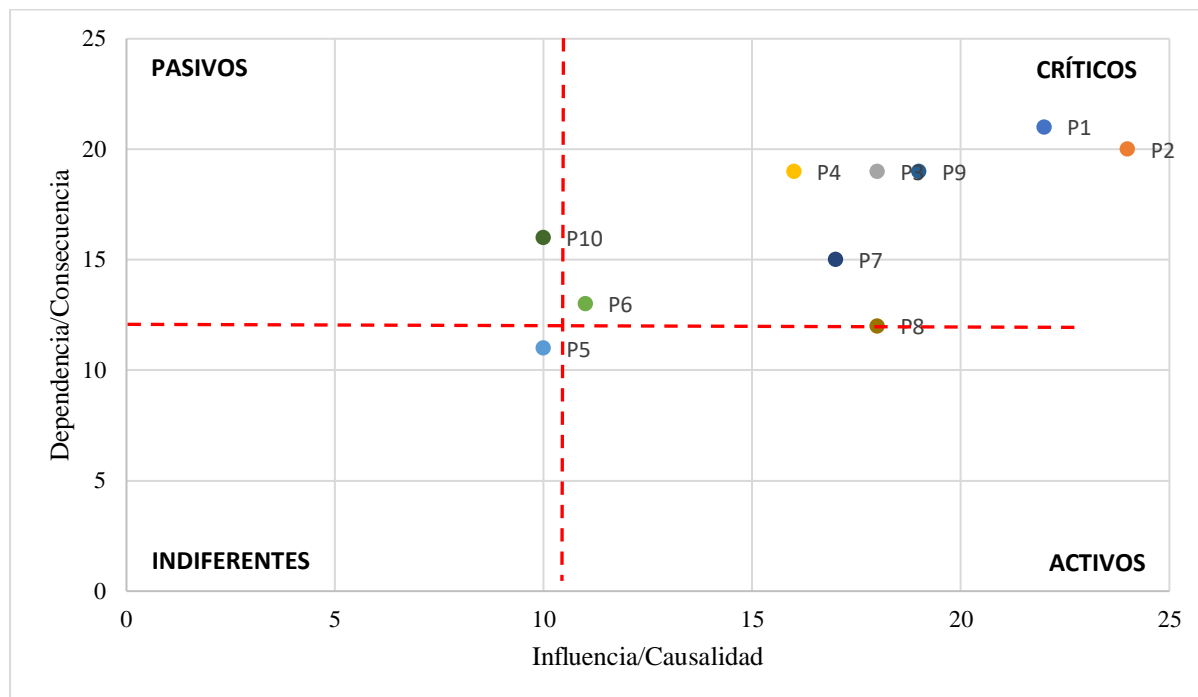
Matriz de Vester, valoración causa – efecto del listado de problemas

Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	INFLUENCIA/ EFECTO
P1	Deficiente clasificación de residuos	0	3	2	3	2	2	3	2	3	2	22
P2	Desinterés de la comunidad universitaria	3	0	3	3	3	3	3	2	3	1	24
P3	Acumulación de residuos en aulas y contenedores.	3	2	0	2	1	1	2	2	3	2	18
P4	Hábitos inadecuados de consumo y generación de residuos.	2	2	3	0	1	1	2	1	2	2	16
P5	Falta de equipos de protección personal para los auxiliares de limpieza.	1	1	1	2	0	3	0	0	1	1	10
P6	Insuficiencia de insumos de limpieza.	1	1	2	1	2	0	1	1	1	1	11
P7	Escasa capacitación a los estudiantes.	3	3	2	3	0	0	0	1	3	2	17
P8	Distribución inadecuada de los contenedores.	3	3	2	2	1	2	1	0	2	2	18
P9	Desaprovechamiento del potencial de los residuos.	3	3	3	2	1	1	2	1	0	3	19
P10	Generación de malos olores.	2	2	1	1	0	0	1	2	1	0	10
DEPENDENCIA/CAUSA		21	20	19	19	11	13	15	12	19	16	

Basándonos en los resultados de la Matriz de Vester, la Figura 16 resalta los problemas críticos que requieren atención inmediata. Estos problemas representan los eslabones más débiles de la cadena de gestión de residuos y son: P1: Deficiente clasificación de residuos; P2: Desinterés de la comunidad universitaria; P3: Acumulación de residuos en aulas contenedores.; P4: Hábitos inadecuados en consumo y generación de residuos.; P7: Escasa capacitación a los estudiantes.; P9: Desaprovechamiento del potencial de los residuos.

Figura 16

Ubicación de problemas en el plano cartesiano según su grado de causalidad



La identificación de estos problemas críticos nos permite enfocar nuestros esfuerzos en el desarrollo de estrategias integrales que aborden las causas fundamentales y mitiguen las consecuencias negativas. La priorización de las estrategias debe considerar la magnitud del impacto de cada problema, la viabilidad de las soluciones propuestas y el potencial de generar cambios sostenibles en la cultura de gestión de residuos de la UTN.

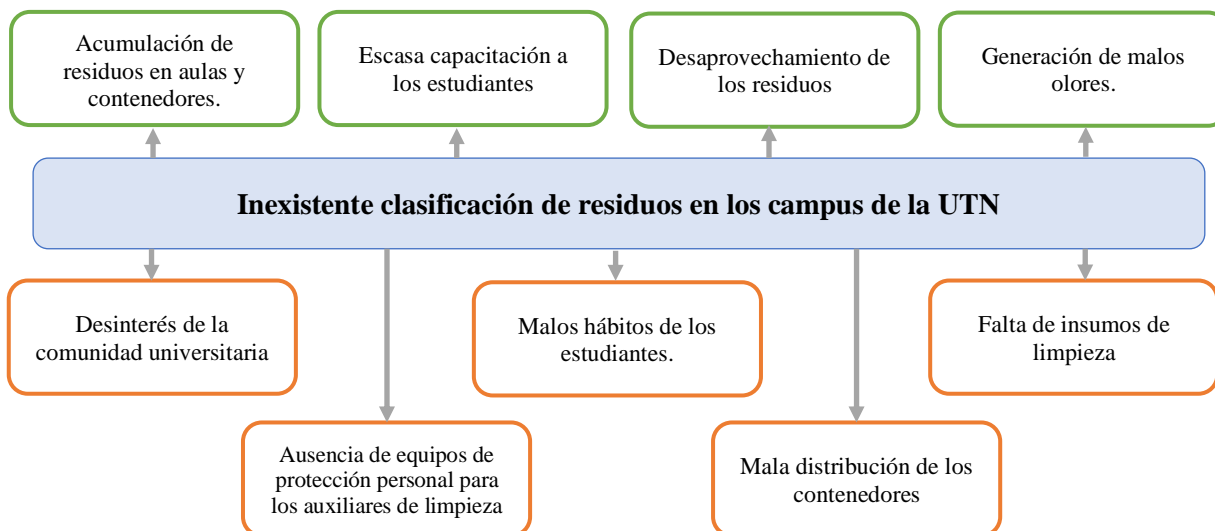
4.3.2 Árbol de problemas para la identificación de las causas y efectos del manejo inadecuado de residuos

El Árbol de Problemas nos presenta un panorama claro de las complejidades del manejo inadecuado de residuos en la UTN. Asimismo, abordar este desafío requiere una acción integral que arranque las causas raíz del problema y mitigue sus consecuencias negativas.

La Figura 17 representa el árbol de problemas, en el cual se indica las causas y efectos del manejo inadecuado de residuos en la UTN, como problema principal: inexistente clasificación diferenciada de residuos. Entre las causas tenemos el desinterés de la comunidad universitaria, la ausencia de equipos de protección personal para los auxiliares de limpieza, los malos hábitos de los estudiantes, la mala distribución de contenedores y la falta de insumos de limpieza. Entre los efectos se acumulan residuos.

Figura 17

Árbol de problemas, idea principal causas y consecuencias



4.3.3 Estrategias para el plan de manejo

A continuación, en respuesta a los seis problemas críticos identificados en materia de residuos sólidos, se presenta un conjunto de iniciativas estratégicas diseñadas para fomentar una cultura de limpieza, minimizar la generación de desechos, promover la clasificación en la fuente, incentivar el reciclaje y generar conciencia ambiental entre la comunidad universitaria. La implementación de estas acciones permitirá avanzar hacia un campus sostenible y responsable con el medio ambiente. Entre las estrategias que se van a implementar tenemos las siguientes:

1. Programa de educación ambiental para el manejo adecuado de residuos.
2. Optimización del Sistema de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos mediante la Reorganización Estratégica de Contenedores
3. Reducción y Aprovechamiento Sostenible de Residuos Orgánicos e Inorgánicos en la UTN.

Estrategia 1. Programa de educación ambiental para el manejo adecuado de residuos

La estrategia surge de los problemas críticos, P1: Deficiente clasificación de residuos; P2: Desinterés de la comunidad universitaria; P4: Hábitos inadecuados en consumo y generación de residuos y P7: Escasa capacitación a los estudiantes, en respuesta a esto, se considera la educación ambiental, que pretende facilitar la comprensión de la realidad del

ambiente, dando la oportunidad de fortalecer la conciencia de cada persona y desarrollar habilidades para cuidarlo (Chiimbila, 2018).

La elaboración del programa de educación ambiental pretende concienciar a la población universitaria para mejorar el manejo de residuos; considerando oportuna la capacitación al personal docente, administrativo y estudiantes. Es una estrategia integral que no solo beneficia al medio ambiente, sino que también genera un impacto positivo en la sociedad y la economía. Es un camino hacia la sustentabilidad que comienza con la educación y la participación de todos los actores involucrados, las actividades se detallan en la Tabla 17 (Castro, 2015).

Objetivo general

Elaborar e implementar un programa de educación ambiental integral dirigido a la comunidad universitaria para fomentar el manejo adecuado de residuos sólidos.

Objetivos específicos:

- Concientizar a la comunidad universitaria sobre el manejo adecuado de residuos.
- Informar sobre las consecuencias del mal manejo de residuos.
- Fomentar prácticas de manejo adecuado de residuos a través de actividades participativas.

Tabla 17*Estrategia 1. Programa de educación ambiental para el manejo adecuado de residuos*

Actividades	Recursos	Alcance	Medios de verificación	Responsables
- Implementar campañas de sensibilización en redes sociales utilizando hashtags, concursos y dinámicas interactivas para generar compromiso de la comunidad universitaria.	- Folletos - Trípticos - Carteles	- Se espera que el programa tenga un alcance significativo, llegando a toda la comunidad universitaria.	- Número de participantes en talleres, charlas y campañas informativas.	- Departamentos académicos y áreas administrativas. - Vinculación con la
- Realizar charlas, talleres y conferencias interactivas en las diferentes áreas de la universidad, impartidas por expertos en gestión de residuos sólidos.	- Presentaciones digitales - Videos - Redes sociales	- Se pretende reducir significativamente la cantidad de residuos generados en la universidad.	- Nivel de conocimiento sobre la problemática de los residuos sólidos reflejado en encuestas y evaluaciones.	comunidad con estudiantes de la carrera de Recursos Naturales Renovables.
- Organizar jornadas de limpieza y recolección de residuos en áreas comunes de la universidad.	- Plataforma virtual educativa: Para la difusión de materiales y recursos sobre manejo de residuos sólidos.	- Aumentar el porcentaje de residuos correctamente clasificados en la fuente.	- Fotografías	
- Brindar talleres y cursos de capacitación al personal docente, administrativo y estudiantes sobre la clasificación, reducción, reutilización y reciclaje de residuos.	- Financiamiento para la impresión de materiales, contratación de conferencistas, organización de eventos, adquisición de premios y recompensas.	- Generar conciencia ambiental en la comunidad universitaria y promover prácticas sostenibles.	- Vistas de videos subidos a redes sociales.	
- Invitar a expertos en gestión de residuos sólidos a impartir conferencias y seminarios.				
- Crear concursos y premios para incentivar la correcta clasificación de residuos en la fuente.				
- Implementar un sistema de puntos o recompensas por la participación en actividades relacionadas con el manejo de residuos.				
- Fomentar la creación de grupos de voluntarios para la promoción del programa.				

Estrategia 2. Optimización del Sistema de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos mediante la Reorganización Estratégica de Contenedores

Esta estrategia se elabora en base a los problemas críticos, P1: Deficiente clasificación de residuos; P3: Acumulación de residuos en aulas y contenedores y P9: Desaprovechamiento del potencial de los residuos. Para ello, se propone la reorganización de contenedores como medida eficaz para mejorar la clasificación, almacenamiento y recolección de residuos, promoviendo así prácticas sostenibles y generando un impacto positivo en el medio ambiente y la comunidad universitaria.

La reorganización de contenedores se enmarca en un enfoque de gestión integral de residuos sólidos, que busca optimizar los procesos de clasificación, almacenamiento y recolección para maximizar el aprovechamiento de los residuos y minimizar su impacto ambiental. Esta estrategia se fundamenta en los siguientes principios:

1. Facilitar la clasificación en la fuente: Al disponer de contenedores diferenciados para cada tipo de residuo, se facilita la separación correcta por parte de los usuarios, aumentando la cantidad de residuos aprovechables y reduciendo la cantidad de residuos que van a disposición final (Montoya, 2012). Esto permite optimizar el proceso de reciclaje y valorización de residuos, contribuyendo a la conservación de recursos naturales y la reducción de la contaminación ambiental.

2. Optimizar el almacenamiento: La distribución estratégica de contenedores permite aprovechar mejor el espacio disponible y evita la acumulación excesiva de residuos en aulas y pasillos, mejorando la higiene y la estética de los espacios universitarios (Mozombite y Delgado, 2022). Una adecuada disposición de los contenedores también facilita el acceso de los usuarios y el trabajo del personal de recolección.

3. Eficiencia en la recolección: La implementación de un sistema de recolección diferenciada permite optimizar las rutas y horarios de recolección, reduciendo costos y mejorando la eficiencia del servicio (Ojeda et al., 2021). Esto se traduce en un menor impacto ambiental por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y un uso más eficiente de los recursos disponibles para la recolección de residuos (Tabla 18).

4. Promover la responsabilidad ambiental: La reorganización de contenedores fomenta la participación de la comunidad universitaria en la gestión de residuos sólidos, generando conciencia sobre la importancia de la clasificación y el aprovechamiento responsable de los

recursos (Rondón et al., 2016). Esto contribuye a fomentar una cultura de sostenibilidad en la universidad y a reducir el impacto ambiental de las actividades diarias.

Objetivo

Optimizar el sistema de clasificación y recolección de residuos sólidos en la Universidad Técnica del Norte mediante la reubicación estratégica de contenedores y la implementación de un sistema de recolección diferenciada.

Objetivos específicos

- Implementar tachos diferenciados para la disposición de residuos según su tipo por edificio.
- Implementar sistema de recolección diferenciada.
- Establecer rutas y horarios de recolección de residuos.

Tabla 18

Estrategia 2. Optimización del Sistema de Clasificación y Recolección de Residuos Sólidos mediante la Reorganización Estratégica de Contenedores

Actividades	Recursos	Alcance	Medios de verificación	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> - Brindar capacitación al personal de limpieza sobre la clasificación correcta de los residuos, el manejo adecuado de los contenedores y las normas de seguridad laboral. - Instalar señalización clara y visible en cada contenedor utilizando pictogramas universales y mensajes concisos. - Distribuir material informativo y educativo a la comunidad universitaria sobre la importancia de la clasificación correcta de los residuos, los beneficios del reciclaje y las normas para el uso adecuado de los contenedores. - Implementar contenedores diferenciados entre orgánico, inorgánico y los lugares de disposición de botellas o más reciclables. - Establecer rutas y horario para la recolección diaria de residuos orgánicos, para que sean aprovechados. - Crear concursos y premios para incentivar la correcta clasificación de residuos en la fuente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Folletos - Trípticos - Carteles - Presentaciones digitales - Videos. - Sistema de monitoreo para evaluar el uso y efectividad de los contenedores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se espera que el programa tenga un alcance significativo partiendo por el personal de limpieza, llegando a toda la comunidad universitaria. - Fortalecer la cultura de responsabilidad ambiental en la institución 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear la tasa de clasificación de residuos y el volumen de residuos recolectados en cada contenedor. - Realizar encuestas de satisfacción a la comunidad universitaria para evaluar la percepción del sistema y obtener retroalimentación. - Realizar ajustes periódicos en la ubicación, el tamaño y el tipo de contenedores en función de los resultados del monitoreo y la evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad de Gestión Ambiental de la UTN

Estrategia 3. Reducción y Aprovechamiento Sostenible de Residuos Orgánicos e Inorgánicos en la UTN

Esta estrategia surge para dar solución a los problemas críticos: P1: Deficiente clasificación de residuos, P2: Desinterés de la comunidad universitaria y P9: Desaprovechamiento del potencial de los residuos. Para ello, se propone la implementación de proyectos que promuevan la reducción y el aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos en la UTN, contribuyendo así a la minimización del impacto ambiental y la promoción de prácticas sostenibles dentro de la comunidad universitaria.

La problemática de la acumulación masiva de residuos a nivel mundial requiere soluciones urgentes y efectivas. La información sobre la cantidad y caracterización de los residuos generados en un área específica es fundamental para la planificación del proceso de recolección, reducción, aprovechamiento y eliminación de residuos sólidos, así como para el diseño de sistemas de manejo adecuados (Ministerio de Educación, 2018).

En este sentido, la UTN tiene la responsabilidad de implementar estrategias que promuevan un manejo responsable de los residuos sólidos generados en sus instalaciones. El adecuado manejo de los desechos no solo implica la correcta disposición final, sino también la reducción en la fuente, la clasificación y el aprovechamiento de estos, prolongando así la vida útil de los recursos y minimizando el impacto ambiental (Tabla 19).

Objetivo

Implementar proyectos para la reducción y el aprovechamiento sostenible de residuos orgánicos e inorgánicos en la Universidad Técnica del Norte.

Objetivos específicos

- Gestionar adecuadamente los residuos sólidos generados
- Clasificar adecuadamente los residuos inorgánicos
- Realizar el tratamiento de residuos en los campus.

Tabla 19*Estrategia 3. Reducción y Aprovechamiento Sostenible de Residuos Orgánicos e Inorgánicos en la UTN*

Actividades	Recursos	Alcance	Medios de verificación	Responsables
<p>Residuos Orgánicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar un sistema de compostaje centralizado para convertir los residuos orgánicos en abono orgánico. - Implementar un sistema de digestión anaeróbica para convertir los residuos orgánicos en biogás, un combustible renovable que puede utilizarse para cocinar, generar calor o electricidad. - Donar los residuos orgánicos a granjas o criaderos de animales cercanos, previa evaluación y tratamiento adecuado para garantizar la seguridad y la salud animal. - Explorar la posibilidad de procesar los residuos orgánicos para producir alimento balanceado para animales. - Apoyar proyectos de investigación y desarrollo enfocados en la búsqueda de nuevas alternativas de valorización para los residuos orgánicos, como la producción de biomateriales o la extracción de compuestos bioactivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Folletos - Trípticos - Carteles - Presentaciones digitales - Videos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se espera que el programa tenga un alcance significativo, llegando a toda la comunidad universitaria y comunidad aledaña. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografías - Registro de participantes - Investigaciones - 	<ul style="list-style-type: none"> - Departamentos académicos y áreas administrativas. - Vinculación con la comunidad con estudiantes de carreras afines.

Actividades	Recursos	Alcance	Medios de verificación	Responsables
<p>Residuos Inorgánicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ampliar la cobertura del programa de reciclaje, incluyendo una mayor variedad de materiales reciclables. - Promover la innovación y la sostenibilidad en los laboratorios de biotecnología mediante la utilización del papel desechado en la producción de material vegetal in vitro. - Establecer alianzas con asociaciones de recicladores de base fomentando la inclusión. - Implementar un programa de intercambio de objetos usados, como libros, ropa o artículos electrónicos, fomentando la economía circular dentro de la comunidad universitaria. - Organizar talleres y actividades para fomentar la transformación creativa de residuos y establecer una tienda para su venta. - Evaluar la viabilidad de implementar un sistema de incineración con recuperación de energía para convertir los residuos inorgánicos no reciclables en energía. - Investigar la posibilidad de implementar un sistema de gasificación para convertir los residuos inorgánicos en un gas combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer alianzas con comunidades aledañas a la universidad para compartir conocimientos y experiencias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se espera que el programa tenga un alcance significativo, llegando a toda la comunidad universitaria y comunidad aledaña. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografías - Registro de participantes - Investigaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Departamentos académicos y áreas administrativas. - Vinculación con la comunidad con estudiantes de carreras afines.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La gestión de residuos en la UTN presenta varias deficiencias. Se mencionan como principales problemáticas la falta de interés, desconocimiento y falta de tiempo al clasificar los desechos, tanto por parte de estudiantes como de auxiliares y demás administrativos de los campus universitarios. Por otro lado, la mayor cantidad de auxiliares de limpieza están dispuestos a participar por una mejora en el manejo de residuos, quienes junto con estudiantes y administrativos pueden llegar a cambiar esta realidad.
- El análisis de residuos en los campus San Vicente de Paúl y El Olivo revela una clara predominancia de residuos orgánicos, alcanzando porcentajes que oscilan entre el 49% y el 67%. Esta tendencia se observa en ambas semanas evaluadas, evidenciando la necesidad de implementar estrategias enfocadas en la reducción y el manejo adecuado de este tipo de desechos. En segundo lugar, se destaca la presencia notable de residuos plásticos, con porcentajes que varían entre el 12% y el 24%. Si bien la proporción de botellas plásticas es menor, su presencia sigue siendo relevante, especialmente en el campus El Olivo donde representa el 3% de los residuos totales en la segunda semana.
- Los residuos sólidos generados en los campus universitarios evidenciaron la falta de un buen tratamiento y manejo. En el estudio se realizó el muestreo en dos lapsos de tiempo diferentes, en los cuales no se obtuvieron diferencias significativas entre ellos. En ambas áreas de estudio se encontraron residuos mezclados, tanto orgánicos como inorgánicos. La cantidad más representativa fue la orgánica en los dos lugares. En el campus San Vicente de Paúl se pudo apreciar que la gran cantidad de desechos provenía de la actividad gastronómica que se desarrolla en el lugar, mientras que en el campus El Olivo corresponde a la actividad frecuente de los locales aledaños al campus y al bar universitario.
- Las estrategias propuestas en el presente estudio fueron diseñadas en respuesta a los problemas identificados por la inexistente clasificación de residuos, acumulación y falta de interés. Buscan transformar la gestión de residuos sólidos, promoviendo una cultura de responsabilidad ambiental mediante el programa de educación ambiental, además se pretende optimizar el sistema de clasificación y recolección de residuos con la

reorganización de los contenedores. Las estrategias permitirán que exista una reducción y mejor aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, con la finalidad que la UTN sea una institución que avance hacia prácticas más sostenibles. La implementación exitosa de estas iniciativas requerirá del compromiso y la participación de toda la comunidad universitaria.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la UTN aplique las estrategias planteadas para mejorar el manejo, fomentar la reducción, el aprovechamiento y tratamiento de residuos comunes; además la aplicación del programa de educación ambiental.
- Realizar investigaciones para el manejo de residuos especiales y peligroso, que se originan en los diferentes laboratorios, para este manejo es importante crear convenios con gestores ambientales especializados en este tipo de residuos.
- Es necesario promover y apoyar el desarrollo de un Plan de manejo de residuos sólidos para todos los campus de la Universidad Técnica del Norte; para permitir, ordenar y manejar de manera adecuada los desechos generados, además de preservar el entorno ambiental.
- Se debe realizar un estudio sobre la población, afluencia y actividades realizadas en los campus universitarios, para disponer técnicamente los recipientes necesarios para manejar todos los residuos.
- Crear un comité conformado por representantes de la comunidad universitaria para monitorear el avance y evaluar el impacto de las estrategias.

REFERENCIAS

- Acurio, G., & Rossin, A. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Diagn%C3%B3stico-de-la-situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). *Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*.
- Aguilar, L. A. (2019). Potencial de residuos industriales generados en ciudad Juárez, México, como combustible alternos en un horno cementero. In *Juárez*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvhn0d9b.26>
- Alayón, E. (2021). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *INVENTUM*, 15(29), 76–94. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.76-94>
- Alió, À. (2015). *La historia de la humanidad contada a través de la basura*. La Vanguardia . <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/20210220/6255806/historia-humanidad-contada-traves-basura.html>
- Araiza, J., Chávez, C., & Moreno, J. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(4), 691–699. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.04.12>
- Argüello, J., Salazar, D., & Muñoz, J. (2023). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. *Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. - AME Banco de Desarrollo Del Ecuador B.P - BDE*. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Bartra, J., & Delgado, J. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2, 993–1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135
- Betancourt, D. (2016). Cómo hacer un árbol de problemas: Ejemplo práctico. *Ingenio Empresa*, 1–2. www.ingenioempresa.com/arbol-de-problemas
- Cabañas, E., Díaz, M., & Oliva, M. (2019). Densidad de los residuos sólidos de tres Instituciones Educativas de la ciudad de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

- Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.25127/aps.20191.479>
- Cadena, J., & Sotomayor, B. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra*. <https://www.ibarra.gob.ec/site/planificacion-estrategica-1/pdyot/>
- Calderón, L. (2015). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost* *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. <https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasco, P., & Álvarez, C. (2012). *Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)*. www.care.org.ec
- Carvajal, E. (2023). Characterization of solid waste an institution of higher education: A case study of the Robledo campus of the National University of Colombia, Medellín Headquarters. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 14(1), 1–37. <https://doi.org/10.24850/jtyca-14-01-01>
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2019). *La encuesta como técnica de investigación*. <file:///C:/Users/Elisa/Downloads/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>
- Castro, A. (2015). *La disposición de los desechos sólidos y su impacto en la condición sanitaria de los habitantes de la zona urbana del Cantón Quero de la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Cedeño-Guillen, A. D., & Perero-Espinoza, G. A. (2020). Propuesta de manejo de residuos sólidos en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. UTM. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada "YACHASUN,"* 4(7). <https://doi.org/10.46296/yc.v4i7.0042>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2017). *Guía para Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios*.
- Cervantes Neira, J. J., & Quito Quilla, S. J. (2020). Evaluación de riesgo ambiental generado por pasivo ambiental minero en la calidad de agua superficial. *Natura@economía*, 5(1). <https://doi.org/10.21704/ne.v5i1.1511>
- Chiimbila, J. (2018). Aplicación de la Matriz Vester. *Aulas Rosario*, 1–2. <https://e-aulas.urosario.edu.co/.../Aplicación%20de%20la%20Matriz%20Vester.doc?..>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. www.lexis.com.ec

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). www.lexis.com.ec
- Coronel, Erika, & Lavayen, W. (2017). *Contaminación de desechos sólidos y su afectación al ambiente del barrio Vinicio Yagual II Cantón Salinas* .
- Coyago, E., Gonzales, K., Heredia, E., & Sánchez, R. (2016). Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, Campus Sur, Quito. *La Granja*, 23(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.07>
- Escobar, J. (2023). *Muestreo por Conglomerados*. 1–3. <https://excelparatodos.com/muestreo-por-conglomerados/>
- España, F., Vasallo, Y., & Moncada, J. (2021). Sustentabilidad de los Campus de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. In *Hacia una Universidad Sustentable Construcción de un modelo para la UTN y experiencias latinoamericanas* (pp. 48–67). <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13365/1/Libro%20Hacia%20una%20Universidad%20Sustentable00408072021.pdf>
- Espinoza, P., Campani, D., & Sarafian, D. (2018). *Gestion-Integral-de-Residuos-Sólidos-Urbanos-Libro-Aidis*.
- Figuroa, M. (2008). *Etapas de Almacenamiento Recolección y Transporte De Los Residuos Sólidos En El Sistema de Aseo Urbano del Municipio de Chinú -Córdoba*.
- Gaona, F. (2009). *Composición y Parámetros Físicos y Químicos de los Residuos Sólidos del Antiguo Relleno de Tierra De Morelia*. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1650/FB-M-2009-0125.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, L. (2021). *Separación de Residuos en la Secretaría De Innovación e Integración Social*. https://www.ipn.mx/assets/files/dri/docs/comite_amb/SEPARACION-DE-RESIDUOS.pdf
- González, K., Daza, D., Caballero, P., & Martínez, C. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. *Luna Azul*, 43, 499–517. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.21>
- González, L., & López, M. (2020). *Educación ambiental: clave para el reciclaje sostenible* [Pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://ecopositivo.com/educacion-ambiental-clave-reciclaje-sostenible/>

- González, Y., & Flor, D. (2012). *Manual de procesos y procedimientos para el manejo de residuos sólidos en la Universidad de San Buenaventura Medellín (sede San Benito)*. <http://hdl.handle.net/10819/1163>
- Gutiérrez, C., & Rodríguez, R. (2023). Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos en el mercado central del cantón Jipijapa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5022
- Herrera, P. (2021). *Digestión Anaerobia en Continuo de Residuos del Sector Primario de la Isla de Tenerife*. https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/25465/Digestion%20anaerobia%20en%20continuo%20de%20residuos%20del%20sector%20primario%20en%20la%20isla%20de%20Tenerife_PaulaLuisHerrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1419>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.
- Lazo, R., & Herrera, M. (2019). *Characterization of Solid Waste in the Capanique Campus of the Private University of Tacna*. <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/download/289/260/946>
- López, E. (2023). *Propuesta de plan de mejoras para el cumplimiento de indicadores de la categoría Energy And Climate Change del Ui Greenmetric World University Rankings para la Universidad Técnica del Norte* [Pregrado]. Universidad Técnica del Norte.
- López, F., & Katiuska, M. (2018). *Propuesta de plan de manejo para la gestión de desechos comunes en la Parroquia urbana del cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos* [Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/752725ba-3be8-4a9f-b328-840d275eba20>
- López, M. (2022). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16). <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2540>
- López, X., Robles, C., Velasco, V., Luna, J., Enríquez, J., & Rodríguez, G. (2014). Propiedades físicas, químicas y biológicas de tres residuos agrícolas compostados. In *CIENCIA*. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10439327005.pdf>

- Martínez, N., González, L., & Torres, A. (2014). *Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a Través de Metodologías de Compostaje y Lumbricultura*. https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Maza, V. (2016). *Propuesta de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios del Área Urbana del Cantón Francisco De Orellana*.
- Medina, R. (2016). *El Reciclaje es la Solución*. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/El-reciclaje-es-la-soluci%C3%B3n.pdf>
- Ministerio de Educación. (2018). *Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*. www.educacion.gob.ec
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. (2020). *Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Municipales*. www.ambiente.gob.ec
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Guatemala. (2015). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. www.marn.gob.gt
- Mirás, J. (2000). *Elementos de muestreo para poblaciones finitas*. INE.
- Montoya, A. (2012). *Caracterización de Residuos Sólidos* (Issue 4).
- Montoya Rendón, A. F. (2012). Caracterización de Residuos Sólidos. *Cuaderno Activa*, 4. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/34>
- Mozombite Valdiviezo, H., & Delgado Santa Gadea, K. S. (2022). Relación entre la gestión del director y el clima organizacional en las instituciones educativas del cercado del distrito de Villa María del Triunfo, Lima – 2019. *IGOBERNANZA*, 5(18). <https://doi.org/10.47865/igob.vol5.n18.2022.188>
- Navas, N. (2020). *Propuesta de Plan de Manejo y Gestión de Residuos Sólidos para Restaurantes*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21305/1/CD%2010823.pdf>
- Núñez, J. (2022). Herramientas de análisis de la situación problemática en la investigación científica. *EVSOS*, 1(2), 24–45. <https://doi.org/10.57175/evsos.v1i2.28>
- Ojeda, A., Ojeda, H., & García, L. J. C. (2021). Educación ambiental para el buen manejo de los residuos sólidos. *Inclusión y Desarrollo*, 9(1). <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.9.1.2022.74-86>
- Olives, A., & Gualoto, M. (2013). *Identificación del Potencial Aprovechable de los Residuos Sólidos Orgánicos que se Generan en Mercados, Supermercados, Parques, Jardines y Diferentes Sectores Industriales de la Zona Sur del Distrito Metropolitano De Quito*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5787/6/UPS-ST001054.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2019). *Práctica Sobre el Biogás y los Biodigestores*. www.fao.org

- Paredes, J. (2023). La EPN ejecuta el Plan de Manejo de Residuos Sólidos. *EPN*, 1–4. <https://www.epn.edu.ec/plan-manejo-residuos-solidos/>
- Peralta, I., & Encalada, F. (2012). *Propuesta para la Sensibilización Ambiental en el Manejo de Residuos Sólidos en los Cantones Girón y Santa Isabel*.
- Poveda, F., Jaramillo, P., Ávila, L., & Lincango, A. (2019). *Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del Distrito Metropolitano De Quito (2022-2032)*.
- Quiroga Martinez, R. (2007a). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. *Publicación de Las Naciones Unidas*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c0df97fc-43da-4671-a61f-96b5d36d7a88/content>
- Quiroga Martinez, R. (2007b). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. *Publicación de Las Naciones Unidas*, 227.
- Quispe, A., & Quispe, V. (2021). Reutilización y reciclaje de residuos sólidos en economías emergentes en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1316
- Ramírez, F. (2020). *Caracterización de Residuos Sólidos en la Unidad Educativa San Daniel Comboni de la Ciudad de Esmeraldas*. <https://es.scribd.com/document/492260184/CARACTERIZACION-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-EN-LA-UNIDAD-EDUCATIVA-SAN-DANIEL-COMBONI>
- Rivera, M. (2016). *Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución*.
- Rodríguez, A., & Pedraza, J. (2018). *Componentes de Barrido y Limpieza de Áreas Públicas, Recolección Transporte de Residuos y Disposición Final para La Actualización Del PGIRS del Municipio de Lenguazaque, Cundinamarca*.
- Rodríguez, F. (2022). "Estudio De La Producción Per-Cápita de los Residuos Sólidos Generados en el Cantón Zamora para la Implementación de Puntos de Recolección de Residuos Segregados en el Periodo 2021-2022".
- Rodríguez, N., Brito, J., & Bérriez, R. (2021). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*.
- Romero, I. (2017). *Análisis del manejo de los residuos sólidos en instituciones educativas: Estudio de caso Gimnasio Cerromar en Riohacha- La Guajira*. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3585/articulo_Romero_Iliana_2017.pdf?sequence=2

- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
- Rondon, T., E., Szantó, N. M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & A., G. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Manuales de La CEPAL*.
- Ruiz, M. (2012). Caracterización de Residuos Sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. In *Rev. Int. Contam. Ambie* (Vol. 28, Issue 1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37023172008>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014a). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Choice Reviews Online*, 44(03). <https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014b). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. In *Omnia Año* (Vol. 20, Issue 3).
- Samaniego, J., Galindo, L., Mostacedo, S., & Ferrer, J. (2017). *La gestión y manejo de residuos sólidos y sus propuestas regulatorias e impositivas*.
- Sánchez, R., Najul, M. V., Blanco, H., Alberdi, R., Arcaya, J., Morello, L., Lovera, J., & Pallotta, E. (2014). *Plan Of Integral Solid Waste Management In The Bolivarian State Of Miranda-EBM* (Vol. 29).
- Secretaría Nacional de Planificación. (2023). *Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-desarrollo-para-el-nuevo-ecuador-2024-2025/>
- Solíz, M. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259>
- Suárez, I., & Pacheco, J. (2022). Experiencia exitosa en la gestión de residuos sólidos en el Colegio San José, de la ciudad de Bluefields. *Revista Universitaria Del Caribe*, 28(01). <https://doi.org/10.5377/ruc.v28i01.14448>
- Tello, P., Campani, D., & Sarafian, R. (2018). *Gestión integral de residuos solidos urbanos* (1st ed., Vol. 1). Proper Mx.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. (2017). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. www.lexis.com.ec
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2022). *Plan de Gestión para el Manejo Integral de Residuos*.
- United Nations Environment Programme. (2005). *Integrated waste management scoreboard : a tool to measure performance in municipal solid waste management*. United Nations Environment Program.

- Val, A. (1996). *Tratamiento de los residuos sólidos urbanos Consideraciones básicas acerca de los residuos.*
- Valverde, L. (2022). *Plan de manejo de residuos sólidos Universidad San Ignacio de Loyola.*
https://usil.edu.pe/sites/default/files/2022-08/Plan-de-Manejo-de-Residuos-Solidos-USIL_-_Febrero2022-1%20%283%29_0.pdf
- Vásquez, R. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (PGIRS) para el municipio de Dolores.*
- Vélez, D., Vargas, C., Gutiérrez, J., Góme, M., Aguirre, D., Quintero, L., & Franco, J. (2024). Gestión del manejo de residuos sólidos: un problema ambiental en la universidad. *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, 50, 117–152.
<https://doi.org/10.14482/pege.50.628.445>
- Villalba, L., Polanco, M., Ramírez, E., & Llovera, J. (2019). *The Importance Of Characterizing Domestic Waste From The Source: The Case Of A Community In El Consejo, Venezuela.*
- Zevallos, W. (2021). Evaluación y Caracterización de Residuos Sólidos Comunes del Campus Universitario De La UCSM Arequipa Perú. *Veritas*, 22(1), 49.
<https://doi.org/10.35286/veritas.v22i1.294>

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta dirigida a los auxiliares de limpieza de la UTN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

Buenos días, somos estudiantes de la carrera de “Recursos Naturales Renovables”; nos encontramos realizando una investigación que tiene por objetivo elaborar un “Plan de manejo de residuos sólidos en la Universidad Técnica del Norte”, de tal manera que, a través de la presente encuesta se pretende indagar en el actual manejo de residuos sólidos en los campus de la UTN.

La información que usted proporcione será empleada únicamente con propósitos académicos.

1. ¿En qué facultad o edificio de la Universidad presta sus servicios?
2. ¿Cuáles son sus horarios de trabajo (especifique la hora de ingreso y de salida)?

Vespertina

Matutino

Nocturno

Hora de ingreso ____

Hora de salida ____

3. ¿Usted cómo calificaría la gestión de residuos sólidos en nuestro centro de estudio?

Muy buena ____

Buena ____

Regular ____

Mala ____

Muy mala ____

4. ¿Cuáles son los días y horarios en los que realiza la recolección y disposición final de los residuos que se encuentra en su área de trabajo?

5. ¿Cuántos días a la semana acude el camión recolector?

6. ¿Existe una clasificación diferenciada de residuos en su facultad?

Si

No

No sabe

7. ¿Cree usted que en la UTN existen suficientes recipientes para los residuos que se genera?

Sí ____

No ____

No sabe/No responde ____

8. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos que usted ha encontrado u observado en las instalaciones de la universidad al momento de llevarlos a su disposición final?

Papel ____

Plástico ____

Vidrio ____

Madera ____

Metal ____

Desconoce ____

Otros ____

9. ¿Qué aspectos cree que dificultan la clasificación de los residuos sólidos en la universidad?

Falta de recipientes ____

Pérdida de tiempo ____

Desconocimiento de la forma de hacerlo ____

Falta de interés ____

Otros _____

10. ¿Estaría dispuesto a participar en una nueva modalidad que permita manejar de manera adecuada los residuos sólidos?

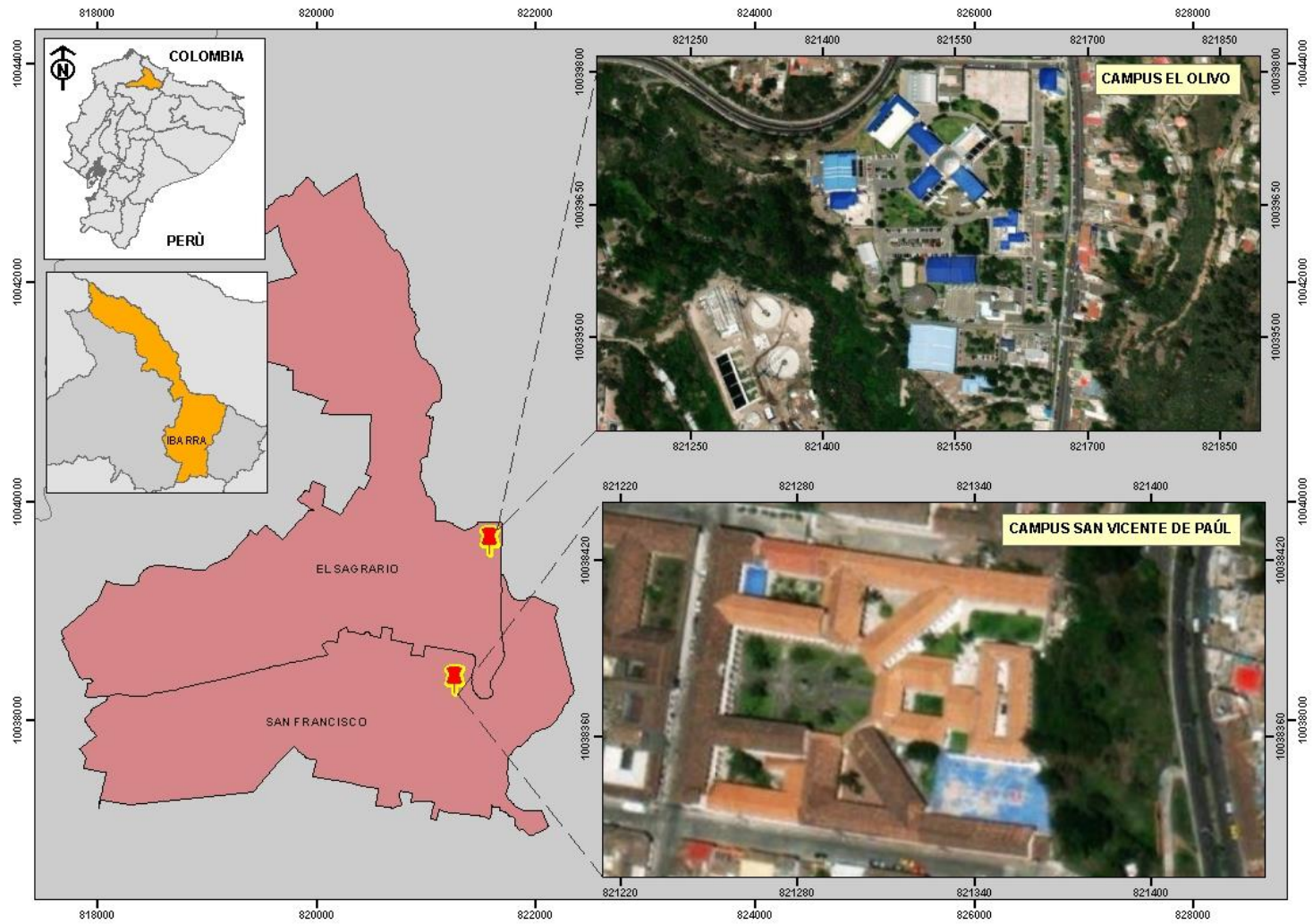
Si

No

Posiblemente

Anexo 2

Mapa de ubicación de los campus de estudio



Anexo 3

Pruebas estadísticas campus San Vicente de Paúl

San Vicente de Paúl		
Orgánico	Poliestireno	Plástico
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,77 4 0,486</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,73 4 0,504</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 1,23 4 0,288</p>
Papel higiénico	Botellas	Papel y cartón
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,09 5 0,928</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 1,01 3 0,385</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 2,14 5 0,086</p>
Otros		
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> -1,46 5 0,204</p>		

Anexo 4

Pruebas estadísticas campus El Olivo

El Olivo		
Orgánico	Poliestireno	Plástico
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> -0,39 6 0,709</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> -0,42 7 0,690</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,54 7 0,605</p>
Papel higiénico	Botellas	Papel y cartón
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,84 7 0,427</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> -1,27 7 0,243</p>	<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,47 7 0,652</p>
Otros		
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$</p> <p><u>Valor T GL Valor p</u> 0,15 6 0,884</p>		

Anexo 5

Recolección de muestras del campus El Olivo



Anexo 6

Preparación de muestras para el cuarteo campus El Olivo



Anexo 7

Método de cuarteo campus El Olivo



Anexo 8

Recolección y pesaje del campus El Olivo



Anexo 9

Preparación de muestras para su clasificación campus San Vicente de Paúl



Anexo 10

Pesaje de cada tipo de residuos en el campus San Vicente de Paúl

