

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1. Introducción.

La generación de residuos sólidos es inherente a la vida de las personas. En todo momento o circunstancia se generan residuos: en las casas, las dependencias públicas y privadas, en la recreación, en la producción, en el arte, en fin, en múltiples actividades del hombre.

El manejo de los residuos en todos los países de América latina y el Caribe está bajo la responsabilidad de los Gobiernos locales, sin embargo, el trabajo de éstos en la mayoría de los casos se ve superado por lo complejo y caro que puede resultar el manejo de los residuos sólidos, por lo que los gobiernos nacionales a través de sus ministerios de medio ambiente y salud actúan en apoyo para conseguir ciudades y países más limpios. (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2018, pág. 14)

En el municipio de Uriondo, la situación no es diferente. El crecimiento demográfico y los cambios en los patrones de consumo han resultado en un aumento de la cantidad y diversidad de residuos generados por la población. Este fenómeno demanda un enfoque más eficiente y sostenible para gestionar los residuos sólidos, lo que hace indispensable contar con datos actualizados sobre la cantidad y composición de los residuos, a través de estudios de caracterización.

No obstante, en los últimos años, se ha resaltado la importancia de no solo buscar la disposición final de los residuos, sino de valorarlos. La valoración de residuos sólidos consiste en dar un valor a los residuos mediante el aprovechamiento de los materiales contenidos en ellos, a través de reciclaje, compostaje, o su reutilización en otros procesos contribuye a la mitigación de impactos ambientales, y ofrece beneficios económicos al transformar los residuos en recursos valiosos para el mercado, generando ingresos a partir de su comercialización.

La caracterización de residuos sólidos se refiere al proceso de identificar y cuantificar los diferentes tipos de residuos presentes en una determinada área o lugar. Esto implica analizar la composición, cantidad, origen y propiedades de los residuos sólidos. Esto con la finalidad de tener mayor información y manejo de los residuos sólidos de un municipio.

El Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) permite determinar: La generación de residuos sólidos por cada habitante por día o generación per cápita (GPC), el cual es un dato comparable entre diferentes ámbitos de estudios. La

generación total del municipio en función a la cantidad de habitantes. La densidad que permite dimensionar diversos sistemas de almacenaje, transporte y disposición final. La composición por tipo de residuos que permite recomendar diversos tipos de intervención como la valorización orgánica o inorgánica. El contenido de humedad, que permitirá aprobar o descartar ciertas tecnologías a aplicar para la disposición final. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 5)

El presente proyecto realiza un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el municipio de Uriondo, Tarija indicando los tipos de residuos que se producen, características y parámetros físico y químicos utilizando las normativas de nuestro país, todo esto con la finalidad de tener datos actualizados y poder dar una valoración a los residuos generados en el municipio.

1.2. Antecedentes.

Según datos del Diagnóstico Nacional de Gestión de Residuos en Bolivia (2010), elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) existe un importante déficit de información respecto sobre la cantidad y composición de los residuos generados en los diferentes municipios del país, lo cual conlleva a una incertidumbre para la toma de decisiones para lograr una adecuada gestión de los residuos. En ese marco, el MMAyA, en cumplimiento al Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos (BO-L1073) que comprende la implementación y/o mejora los sistemas de gestión integral de residuos en los municipios de Riberalta, Potosí y Tarija, ha planteado el desarrollo de estudios de caracterización a fin de contar con datos actuales y verídicos sobre la cantidad y composición de residuos generados, concretamente en los municipios mencionados.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) requiere información clara y actualizada para fines de planificación y monitoreo de los servicios de aseo, como la vida útil de las instalaciones de tratamiento; esta situación parte por conocer inicialmente aspectos relacionados a la generación, peso volumétrico y composición sobre los residuos que se generan en una determinada región o localidad. (Gobierno Autónomo Municipal de Tarija, 2016, pág. 7)

En el municipio de Uriondo, durante el período 2021, se llevó a cabo un diagnóstico de la generación de residuos sólidos mediante el programa Basura Cero, elaborado por la

organización Agua Tuya. Este programa tiene como objetivo principal reducir los residuos enviados a vertederos mediante estrategias de reciclaje y compostaje. Sin embargo, no se tiene como tal una caracterización de residuos sólidos detallada en el municipio.

1.3. Planteamiento y formulación de problema.

1.3.1. Descripción del problema.

El incremento en la generación de residuos sólidos es un problema creciente impulsado por el aumento de la población y los cambios en los patrones de consumo. A medida que más personas producen una mayor cantidad y diversidad de desechos, el sistema de gestión de residuos enfrenta serias dificultades para manejarlos adecuadamente. En muchos casos, la separación en la fuente, es decir, la clasificación de los residuos para su aprovechamiento, no se lleva a cabo, lo que agrava el problema al mezclar residuos orgánicos, reciclables y no reciclables. Esta mezcla no solo dificulta el reciclaje y el tratamiento de los desechos, sino que también aumenta la cantidad de residuos que deben ser dispuestos en rellenos sanitarios o botaderos.

El exceso de residuos no aprovechables que terminan en los rellenos sanitarios reduce significativamente la vida útil de estos sitios. La acumulación rápida y descontrolada de basura lleva a que los rellenos alcancen su capacidad mucho antes de lo previsto, generando la necesidad de buscar nuevas áreas de disposición. En algunos casos, la falta de espacio o la mala gestión obliga a recurrir a prácticas insostenibles como la quema de residuos para reducir su volumen, lo cual tiene graves implicaciones ambientales y de salud pública, ya que libera sustancias tóxicas y contribuye a la contaminación del aire. Esta combinación de un aumento constante en la generación de residuos y la falta de medidas adecuadas de gestión pone en riesgo la sostenibilidad de los sistemas de disposición final y agrava los problemas ambientales y sanitarios en las zonas afectadas.

1.3.2. Planteamiento del problema.

El constante crecimiento demográfico en el municipio de Uriondo y los cambios alimenticios, de hábitos y costumbres de la población que año a año varían, genera que se produzca una mayor cantidad y a su vez mayor variedad de residuos sólidos, por lo cual contar con un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales con datos actualizados de composición, densidad y generación Per Cápita en el municipio y su valoración, ayudara en la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) que requiere información clara y actualizada

para fines de planificación y monitoreo de los servicios de aseo, como la vida útil de las instalaciones de tratamiento y disposición final.

1.3.3. Formulación del problema.

¿Cuál es la metodología para obtener información detallada y actualizada sobre la cantidad, composición y características de los residuos sólidos municipales de Uriondo, y cómo puede esa información ser utilizada para implementar estrategias de valorización que optimicen su gestión y reduzcan su impacto ambiental?

1.4. Justificación.

1.4.1. Justificación académica.

Mediante este estudio de caracterización de residuos sólidos, se pretende ampliar el entendimiento académico sobre técnicas de caracterización y valoración de residuos sólidos. Este avance mejorará el conocimiento teórico de la disciplina, y también impulsará mejoras en la gestión práctica de los residuos sólidos a nivel comunitario.

1.4.2. Justificación social.

La caracterización de residuos sólidos en el municipio de Uriondo, es fundamental para comprender la composición de los desechos generados por la comunidad. Esta acción proporciona datos cruciales para diseñar estrategias efectivas de gestión de residuos y por eso deben estar lo más actualizado posible.

1.4.3. Justificación Práctica.

Una caracterización detallada de los residuos sólidos permitirá identificar los materiales predominantes, los parámetros físicos y químicos y cantidad de basura generada por el municipio, facilitando la implementación de programas de planificación y gestión de residuos sólidos.

1.4.4. Justificación ambiental.

El proyecto de caracterización y valoración de residuos sólidos se encuentra estrechamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Bolivia. Al cumplir con objetivos específicos de los ODS 11, 12 y 13

ODS 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

(NACIONES UNIDAS, 2015)

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

- Determinar las características y valoración de los residuos sólidos municipales del municipio de Uriondo identificando su cantidad per cápita, peso volumétrico y composición en los parámetros físicos y químicos de fuentes domiciliarias, mercados y lugares públicos mediante la recolección de muestras representativas con el fin de optimizar la gestión integral, promover su aprovechamiento mediante valorización económica mediante estrategias de reciclaje y reutilización.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Seleccionar un grupo representativo de personas para el estudio de caracterización de residuos sólidos en el municipio de Uriondo, delimitando el área de estudio y obteniendo las autorizaciones necesarias por parte del municipio, para asegurar la representatividad y confiabilidad de los datos recolectados.
- Registrar a los participantes de las comunidades preseleccionadas del estudio en el municipio de Uriondo, para asegurar la participación activa y representativa de las diferentes fuentes generadoras de residuos.
- Recolectar los residuos sólidos de las zonas, espacios públicos, establecimientos educativos, mercados y hogares seleccionados del municipio de Uriondo, con el propósito de determinar su composición porcentual, calcular la producción per cápita y analizar sus parámetros físico-químicos mediante un laboratorio para obtener datos precisos y certificados.
- Realizar una valoración de los residuos sólidos municipales generados en el municipio de Uriondo, mediante el análisis de la caracterización, para proyectar los beneficios económicos a largo plazo que se podrían obtener al vender los residuos reciclables y al producir compost a partir de los residuos orgánicos.

1.6. Alcance.

Este proyecto se enfoca en la caracterización y valoración económica de los residuos sólidos municipales generados en las comunidades del municipio de Uriondo por las cuales cuenta con el servicio de basurero municipal. El estudio analizará los residuos provenientes de fuentes domiciliarias, mercados, instituciones educativas y lugares públicas dentro de dichas

comunidades, con el objetivo de identificar la cantidad, composición y parámetros físico-químicos de los residuos generados.

1.6.1. Delimitación espacial.

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Uriondo, específicamente en las comunidades y barrios que cuentan con el servicio de recolección de basura brindado por el municipio. Estas áreas han sido seleccionadas debido a la accesibilidad del servicio.

Las comunidades y barrios incluidos en el estudio son:

OTB La cruz, OTB Purísima, OTB Valle Bajo, Los Callejones, Calamuchita, Muturayo, La Angostura, La Higuera, La Ventolera, Saladillo, Fuerte la Compañía, La Compañía, Nueva Esperanza, Chocloca, San Antonio de Chocloca, Juntas y Charaja.

Estas zonas han sido delimitadas para garantizar una representatividad adecuada de las fuentes generadoras de residuos municipales. El estudio se enfocará en recolectar, analizar y valorar los residuos sólidos generados en estas áreas, proporcionando información útil para el análisis del comportamiento de la generación de residuos en las zonas con servicio de recolección de basura.

1.6.2. Delimitación temporal.

El presente estudio de caracterización y valoración de residuos sólidos en el municipio de Uriondo se llevó a cabo durante un período comprendido entre **02/24 y 11/24**, abarcando las siguientes etapas:

1. **Fase de planificación y coordinación:** Durante el primer mes, se gestionaron las autorizaciones municipales, la delimitación de las áreas de estudio y la selección de los participantes en las comunidades seleccionadas.
2. **Recolección de datos:** La recolección de residuos sólidos y la toma de muestras se realizaron durante un período de 1 mes, con visitas programadas en las comunidades y barrios previamente delimitados.
3. **Análisis físico-químico:** Los residuos recolectados fueron enviados a los laboratorios de CEANID y laboratorio de suelos de la carrera de agronomía de la UAJMS para su análisis físico-químico.
4. **Valoración de residuos:** Posteriormente, durante un período de 2 semanas, se evaluó el potencial de valorización de los residuos recolectados.

5. **Elaboración de informes y presentación de resultados:** Finalmente, los resultados del estudio fueron compilados, analizados y presentados en un informe final durante el último mes del período de estudio.

El estudio completo se desarrolló en un plazo estimado de 8 meses, asegurando que cada fase cuente con el tiempo adecuado para obtener resultados precisos y confiables.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA.

2.1. Modalidad de investigación.

Este estudio adopta una modalidad descriptiva, evaluativa y cuantitativa. Estas tres modalidades se combinan para proporcionar un análisis integral de la generación, caracterización y valoración de los residuos sólidos en el municipio de Uriondo.

- **Descriptiva:** La investigación se centrará en la descripción detallada de la cantidad y composición de los residuos sólidos generados en las comunidades seleccionadas. Esta fase permitirá identificar patrones de generación de residuos por tipo (orgánicos, plásticos, papel, metales, etc.) en diferentes fuentes (hogares, mercados, educativos, etc.).
- **Evaluativa:** Además de la descripción de los residuos, la investigación evaluará el potencial de aprovechamiento de los mismos. Esta evaluación se enfocará en determinar las fracciones de residuos que pueden ser recicladas, con el objetivo de asignarles un valor en el mercado local o regional.
- **Cuantitativa:** Los datos numéricos sobre la cantidad, peso volumétrico, y características físico-químicas de los residuos sólidos se recopilarán y analizarán estadísticamente, permitiendo la cuantificación precisa de la producción de residuos per cápita en las áreas estudiadas.

Para ello, se recolectarán datos a través de métodos cuantitativos, incluyendo:

1. **Recolección de muestras:** Se tomarán muestras representativas de residuos sólidos en diversos puntos del municipio, abarcando áreas residenciales y espacios públicos.
2. **Análisis físico-químico:** Las muestras recolectadas serán sometidas a un análisis físico-químico para determinar su composición, incluyendo componentes orgánicos e inorgánicos, plásticos, metales, vidrio y otros materiales.
3. **Encuestas y entrevistas:** Se realizarán encuestas y entrevistas a los habitantes y autoridades locales para comprender las prácticas de generación y manejo de residuos, así como las percepciones y actitudes hacia la gestión de residuos.

Esta modalidad de investigación descriptiva nos permitirá obtener una visión detallada y +precisa del estado actual de los residuos sólidos en el municipio de Uriondo.

2.2. Tipo de investigación

La investigación será de tipo aplicada, ya que los resultados obtenidos se utilizarán para generar conocimientos que puedan ser aplicados en la gestión de residuos sólidos en el municipio de Uriondo.

El estudio está orientado a proporcionar datos que puedan ser directamente utilizados para la optimización de la gestión de residuos sólidos en el municipio. Los resultados de la valoración de los residuos permitirán a las autoridades locales identificar oportunidades de reciclaje y aprovechamiento de los residuos.

2.3. Población y muestra.

2.3.1. Población.

Para el estudio de caracterización y valoración de residuos sólidos en el municipio de Uriondo, la población de estudio estará compuesta por los generadores de residuos que cuentan con el servicio de recolección de basura del municipio. Esta población es representativa del total de generadores de residuos sólidos en el municipio y permitirá estimar el volumen de residuos que se genera en las comunidades y barrios seleccionados.

Se obtuvo información sobre las comunidades y barrios por los cuales pasa el camión recolector de basura municipal, lo que permitió delimitar y estimar la población objetivo para el estudio.

El recojo de residuos sólidos se realiza en las siguientes comunidades y barrios: OTB La cruz, OTB Purísima, OTB Valle Bajo, Los Callejones, Calamuchita, Muturayo, La Angostura, La Higuera, La Ventolera, Saladillo, Fuerte la Compañía, La compañía, Nueva Esperanza, Chocloca, San Antonio de Chocloca, Nueva Esperanza, Juntas y Charaja.

Estas comunidades y barrios forman parte del estudio, tanto en áreas urbanas como rurales. A través del análisis de esta población, se podrá caracterizar y valorar los residuos sólidos generados, proporcionando información útil para la gestión de residuos sólidos del municipio.

2.3.1.1. Población de fuentes domiciliarias.

Tabla 1. Viviendas estimadas en el municipio de Uriondo

N.º	N.º de Distrito	Nombre del Distrito	Comunidad	Población Censo (2012)	Población (2024) (Índice de Crecimiento de 1,06)	Viviendas
1	2	Juntas	Juntas	220	250	63
2			Charaja	121	138	35
3	3	Chocloca	Chocloca	422	479	120
4			San Antonio de Chocloca	299	340	85
5			Nueva Esperanza	27	31	8
6	5	La Compañía	La Compañía	635	721	181
7			Saladillo	449	510	128
8			Fuerte La Compañía	440	500	125
9	7	Uriondo	OTB La Cruz	750	852	213
10			OTB Purísima	765	869	218
11			OTB Valle Bajo	350	398	100
12			Los Callejones	287	326	82
13	8	Calamuchita	Calamuchita	1202	1365	342
14			Muturayo	575	653	164
15			La Angostura	282	321	81
16			La Higuera	173	197	50
17	6	La Choza	La Ventolera	344	391	98
Total				7341	8341	2093

Fuente: Elaboración propia basada en los datos del PTDI del municipio de Uriondo (2020).

Con el dato de las comunidades por donde circula el camión basurero se estimó la población de 8341 habitantes el cual consta de un aproximado de 2093 viviendas.

2.3.1.2. Población de instituciones educativas.

Las instituciones educativas, distribuidas a lo largo de diversas comunidades que están en la ruta del basurero municipal, permitirán recolectar datos valiosos para el estudio. La selección de estas instituciones se realizó en función de su localización geográfica.

Tabla 2. Instituciones educativas

N.º	Instituciones educativas	Comunidad
1	Santa Cecilia	Concepción
2	D.P.I. Secundario	Concepción
3	Nta. Sra. del Rosario	Concepción
4	La Compañía	La Compañía
5	D.P.I. Primario	Concepción
6	La Angostura	Angostura
7	Virgen del Rosario	Calamuchita
8	Prof. Rosario Jaramillo	Calamuchita
9	10 de Mayo	Chocloca
10	Saladillo	Saladillo
11	19 de Marzo	San José de Charaja
12	Felipe Araos C	Juntas
13	Charaja	Charaja
14	Aniceto Arce	Chocloca
15	Santa Rita	Concepción
16	CEA Concepción	Valle de la Concepción

17	CEA Sra. del Rosario	Valle de la Concepción
18	CEA San José de Charaja	San José de Charaja

Fuente: Elaboración propia basada en los datos del PTDI del municipio de Uriondo (2021).

2.3.1.3. Población de mercados municipales.

En el municipio de Uriondo, solo existe un mercado municipal, el cual ha sido considerado como parte de la población objetivo para el presente estudio. Este mercado es el Mercado Central de Uriondo.

Figura 1. Mercado central de Uriondo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Ubicación del mercado central de Uriondo.



Fuente: Elaboración propia

2.3.1.4. Población de distancia barrido de calles.

Para el presente estudio, se ha considerado como parte de la población del proyecto la distancia de barrido urbano del municipio de Uriondo. Esta distancia abarca un total de 3,75 kilómetros de vías y espacios públicos que son objeto de limpieza y recolección de residuos sólidos por parte del servicio municipal de aseo.

Figura 3. Distancia de barrido.



Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Muestra.

2.3.2.1. Muestra de fuentes domiciliarias.

El municipio de Uriondo tiene un total de 2093 viviendas, para esta investigación se realizará el muestreo, con un nivel de confianza de 99%, luego se realizará un muestreo al azar para elegir las viviendas.

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * S^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Total de viviendas

Z: Nivel de confianza, 99% en la distribución normal que equivale a 2,57.

S²: Desviación estándar en la estimación de PPC (Kg. / hab.-d.); 0,2 kg. /hab./d.: según Anexo 2 CEPIS, “Guía para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios”.

E: Error permisible en la estimación, se asume que es el 5.02%.

$$n = \frac{2093 * 2,57^2 * (0.2)^2}{0,052^2 * (2239 - 1) + 2,57^2 * (0.2)^2}$$

n = 93.4= 94 viviendas

Aumentando un 20% por contingencias da un total de 114 viviendas.

Se puede apreciar que se encuentra dentro del rango de muestras que recomienda la Guía de caracterización de Residuos Sólidos de Perú.

Tabla 3. Rangos de tamaño de muestras.

Rango de viviendas (N)	Tamaño de Muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85

Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Fuente: MINAM. (2019). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.

Se ha determinado un tamaño de muestra representativo para cada una de las comunidades incluidas, basado en el número de viviendas y el crecimiento poblacional proyectado para el año 2024. Esta distribución permite asegurar que la recolección de datos sea representativa y permita obtener conclusiones válidas sobre la caracterización y valoración de los residuos sólidos en cada una de las comunidades. A continuación, se presenta la tabla con el número de muestras seleccionadas para cada comunidad:

Tabla 4. Número de muestras para cada comunidad.

N.º	DISTRITO		COMUNIDAD	VIVIENDAS	%	N.º DE MUESTRA POR COMUNIDAD
	N.º DE DISTRITO	NOMBRE DEL DISTRITO				
1	2	JUNTAS	Juntas	63	3,0	3
2			Charaja	35	1,7	2
3	3	CHOCLOCA	Chocloca	120	5,7	7
4			San Antonio de Chocloca	85	4,1	5
5			Nueva Esperanza	8	0,4	1
6	5	LA COMPANIA	La Campania	181	8,6	10
7			Saladillo	128	6,1	7
8			Fuerte La Campania	125	6,0	7
9	7	URIONDO	OTB La Cruz	213	10,2	11
10			OTB Purísima	218	10,4	11

11			OTB Valle Bajo	100	4,8	6
12			Los Callejones	82	3,9	6
13	8	CALAMUCHITA	Calamuchita	342	16,3	18
14			Muturayo	164	7,8	9
15			La Angostura	81	3,9	4
16			La Higuera	50	2,4	3
17	6	LA CHOZA	La Ventolera	98	4,7	4
			TOTAL	2093	100,00	114

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.2. Muestra de instituciones Educaciones.

En la gran mayoría de los casos, grandes unidades que no puedan ser muestreadas por métodos convencionales; por lo que, se recomienda que el responsable del equipo de campo pueda optar por clasificar a las instituciones educativas, de acuerdo al número de alumnos y al tipo de institución educativa que se presentan.

Es recomendable muestrear como mínimo el 20% del total sin exceder un máximo de diez (10) instituciones educativas. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 38)

Tabla 5. Número de muestras de instituciones educativas.

Cantidad de instituciones educativas	Determinación del número de muestra	Total, a muestrear (n)
18	$n = 18 * 20\% = 3,6 = 4$	4

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.3. Muestra de mercados municipales.

El presente estudio considera como población y muestra un solo mercado municipal en el municipio de Uriondo, el cual es el Mercado Central de Uriondo.

2.3.2.4. Muestra de recorrido de barrido.

En aquellas ciudades donde la distancia total barrida es menor o igual a 5 km se realizará el estudio sobre la totalidad de rutas existentes.

En aquellas ciudades donde la distancia total barrida es mayor a 5 km deberá seleccionar de 3 a 5 rutas como mínimo por tipo de vías (comercial, residencial, entre otros) estas rutas

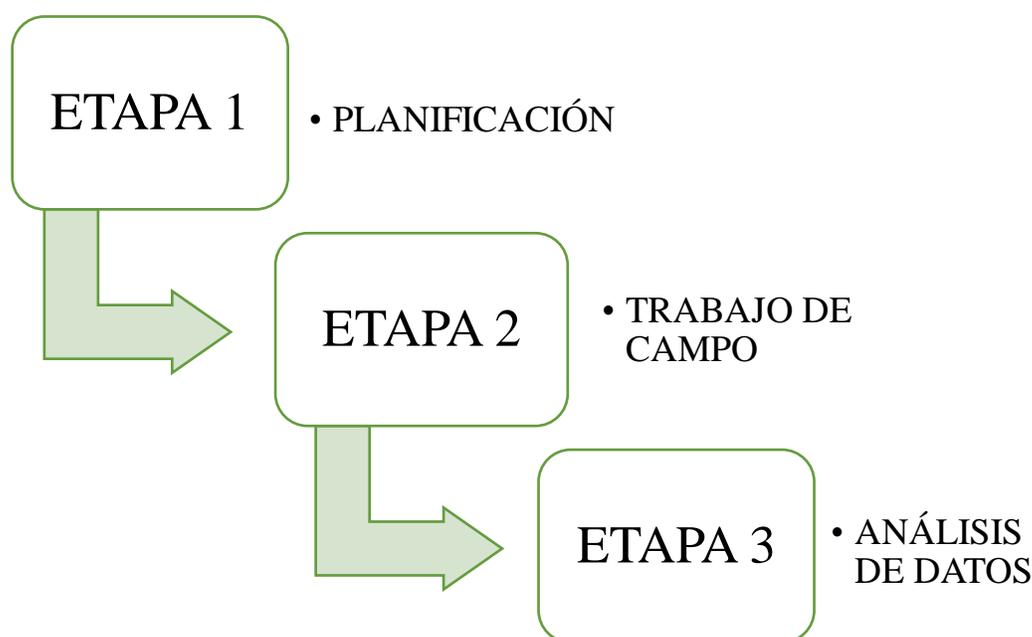
deberán contener, como mínimo, 5 Km de recorrido total. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 40)

Al tener una distancia de recorrido menor a los 5 km se tomará como muestra la totalidad de recorrido de barrido que es 3.75 km.

2.4. Etapas de proyecto.

El método utilizado para el proyecto es en base a la Norma Boliviana NB 743 Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales y ala Guía de caracterización de residuos sólidos del Perú, se desarrollará en 3 etapas, las cuales se detalla a continuación:

Figura 3. Etapas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

2.4.1. Etapa 1: Planificación.

Esta etapa es donde se realiza la planificación del estudio de caracterización, donde se analizará a detalle lo que se necesitará para la parte operativa del estudio.

2.4.1.1. Aspectos logísticos.

- Prever un lugar o espacio para realizar el acopio de las muestras, pesaje y clasificación a fin de obtener datos técnicos conforme a la metodología del ECRSM.
- Prever vehículo para la recolección y transporte de residuos sólidos debe tener una capacidad de carga conforme al volumen de las muestras de los residuos a recolectar. (Ministerio del Ambiente, 2019, págs. 14-15)

- Realizar los permisos correspondientes al municipio para la realización del estudio mediante cartas, permisos y autorizaciones.
- Asimismo, se deberá considerar un documento de identificación personal para los operarios/as de recolección de los residuos sólidos, generando así mayor confianza en los participantes los cuales pueden ser: fotochecks, carta de presentación u otro documento de acreditación de la municipalidad. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 16)

Figura 4. Modelo de documentación personal

Fuente: MINAM. (2019). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.

2.4.1.2. Materiales, Herramientas y Equipos

En esta fase, se realiza la selección de los materiales y equipos que se utilizarán en el proceso de caracterización de los residuos sólidos municipales. Los principales materiales y equipos serán:

Tabla 6. Materiales y equipos necesarios para el proyecto.

Elemento	Imagen	Finalidad
Vehículo		Transporte de los residuos sólidos
Báscula con capacidad mínima de 20 Kg y precisión de 100 g o similar		Pesaje de los residuos
Formularios		Registro de datos de la caracterización
Marcadores de tinta permanente, preferentemente color negro		Rotulación y etiquetado de muestras
Bolsas para recojo		Almacenamiento y transporte de muestras de residuos
Bolsas para muestras		Para muestras de laboratorio

<p>Guantes</p>		<p>Recogida y manejo de residuos</p>
<p>Palas</p>		<p>Manejo de residuos voluminosos o densos</p>
<p>Bioldos</p>		<p>Manejo de residuos voluminosos o densos</p>
<p>Overoles</p>		<p>Uniforme de trabajo</p>
<p>Escobas</p>		<p>Limpieza del área de trabajo</p>
<p>Mascarillas protectoras para el polvo</p>		<p>Protección respiratoria contra el polvo</p>
<p>Papelería y varios</p>		<p>Documentación y registro durante el proceso</p>

Computadora		Procesamiento y análisis de datos de caracterización
Cámara fotográfica		Registro visual de los residuos y del proceso de caracterización
Útiles de aseo personal y botiquín		Higiene y primeros auxilios para el equipo de trabajo
Caja hermética (cooler o caja de Tecnopor)		Almacenamiento temporal de muestras para evitar contaminación
Manta o carpa para la segregación		Para evitar la segregación de residuos
Cilindros		Para realizar los ensayos de densidad

Fuente: Elaboración propia basada en Normas de residuos sólidos de Bolivia (1996) y en la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, MINAM. (2019).

2.4.2. Etapa 2: Trabajo de campo.

2.4.2.1. Registro de los participantes.

El registro de los participantes consiste en llenar un padrón con los datos de los generadores domiciliarios, que participarán en el estudio, este padrón deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Para generadores domiciliarios se deberá contar con el nombre de la persona que participará activamente del estudio y la dirección el número de habitantes de la vivienda.
- Para instituciones educativas se registrará el nombre de la institución y el número de alumnos.
- También se generará un código vivienda para identificar con más facilidad los domicilios de muestreo, esto por medio de un stiker.

Figura 5. Stiker para identificar los domicilios.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE URIONDO	
DISTRITO	CÓDIGO DE MUESTRA
X	XXXX

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.2. Recolección.

En esta fase, se distribuirán bolsas en cada propiedad, tanto domiciliaria como no domiciliaria. Posteriormente, se procederá a recoger los residuos de cada vivienda durante un período de ocho días, donde el primer día será para explicar el estudio, como será la separación de los residuos y recoger los residuos del día para contabilizar desde el segundo día. La recolección y entrega de las bolsas se llevará a cabo en el día y la hora preestablecidos.

2.4.2.3. Traslado y descarga de los residuos.

Este procedimiento se realizará en cada punto de recolección hasta completar la capacidad de la unidad vehicular, evitando tirar las bolsas y acomodándolas para que no se caigan en el trayecto.

2.4.2.4. Pesaje de las muestras de residuos sólidos.

El pesaje se realizará por tipos de generadores y fuentes de generación, teniendo en cuenta los códigos de las casas.

2.4.2.5. Preparación de muestras para laboratorio y mediciones para densidad.

Para el análisis de los residuos sólidos recolectados, es necesario preparar adecuadamente las muestras antes de llevarlas al laboratorio. El método utilizado para esta preparación será el

cuarteo, el cual consiste en dividir la muestra en partes iguales hasta obtener una cantidad representativa que mantenga las características originales de los residuos recolectados. Este proceso de cuarteo permite obtener muestras homogéneas y representativas

Además, se deben realizar mediciones específicas para el cálculo de densidad, siguiendo un protocolo estándar que permita obtener datos precisos sobre la masa y el volumen de los residuos.

2.4.2.6. Encuestas.

Se llevará a cabo encuestas a los participantes del estudio con el objetivo de recopilar información y respuestas a diversas preguntas. Estas encuestas se enfocaron en los residuos sólidos de las viviendas.

2.4.3. Etapa 3: Análisis de datos.

El análisis de los datos recolectados en el presente estudio se llevará a cabo en varias etapas, asegurando que la información obtenida sea representativa y útil para la caracterización y valoración de los residuos sólidos en el municipio de Uriondo.

1. **Análisis:** Este análisis incluirá la determinación de la cantidad y tipo de residuos sólidos generados, la producción per cápita de residuos, densidad y otros resultados de parámetros físico-químicos que se llevarán a cabo en laboratorios. Los resultados se presentarán en forma de tablas y gráficos que facilitarán la interpretación de la información.
2. **Valoración económica de los residuos:** Los residuos sólidos identificados serán valorados económicamente, con base en su potencial de reciclaje o reutilización. Para ello, se determinará el valor comercial de los materiales reciclables (plásticos, metales, papel, entre otros) en el mercado local, permitiendo calcular el aporte económico potencial que podrían generar los residuos.
3. **Interpretación de resultados:** Finalmente, se llevará a cabo la interpretación de los resultados, destacando las conclusiones más relevantes para la optimización de la gestión de residuos sólidos en el municipio de Uriondo. Las recomendaciones se basarán en la valorización de los residuos y en las oportunidades de mejora en el manejo de los mismos.

4. **Presupuesto del Proyecto:** Como parte del análisis final, se incluirá una estimación del presupuesto que fue requerido para llevar a cabo este estudio de caracterización y valoración de residuos sólidos en el municipio de Uriondo. El presupuesto abarcará los siguientes componentes:
- **Materiales y Equipos:** Costos relacionados con la adquisición de materiales como bolsas de polietileno, básculas, guantes, formularios, entre otros.
 - **Transporte y Logística:** Gastos asociados al transporte para la recolección de muestras en las diferentes comunidades y áreas de barrido.
 - **Laboratorio y Análisis:** Los costos de los análisis físico-químicos realizados por el laboratorio certificado, así como los honorarios de los expertos involucrados en la interpretación de los resultados.
 - **Personal y Mano de Obra:** Honorarios para el equipo de trabajo que participó en la recolección, análisis y valoración de los datos.
 - **Otros Costos:** Cualquier otro gasto imprevisto relacionado con la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 3

MARCO DE

REFERENCIA

CAPÍTULO 3 MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco teórico.

3.1.1. Residuos sólidos.

Los residuos son definidos por Jaramillo y Zapata (2008) como: “cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico o de disposición final; pueden ser de tipo orgánico (residuos biodegradables, se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica) e inorgánico (desechos provenientes de fuentes minerales los cuales no sufren descomposición ni cambios químicos) ambos con impacto sobre el medio ambiente”. (Guevara Fletcher, 2020, pág. 25)

Figura 6. Residuos Sólidos generados por actividades humanas



Fuente: MMAyA, (2012). Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.1.1.1. Clasificación de residuos sólidos.

Los 3 criterios más utilizados para hacer la clasificación de los residuos sólidos son:

Según el origen de los residuos.

Según la peligrosidad de los residuos.

Según su composición.

1. Según su origen:
 - **Domésticos:** son aquellos que se generan en el hogar, y pueden ser orgánicos o inorgánicos, reciclables o no reciclables.

- **Municipales:** son aquellos que se gestionan a un nivel local, y provienen de calles, mercados, jardines, etc.
- **Industriales:** pueden ser residuos peligrosos, sustancias químicas o radioactivas, dependiendo de la actividad industrial de la que provengan.
- **Comerciales:** son los que surgen de cualquier comercio, como tiendas de alimentación o de ropa, por ejemplo.
- **Hospitalarios:** material médico, que también puede considerarse como residuo peligroso aumentando la dificultad de su gestión.
- **Construcción:** aunque no son peligrosos, son de difícil manejo por su gran volumen.
- **Mineros:** residuos sólidos, líquidos o en pasta que resultan del aprovechamiento de un recurso geológico.
- **Radiactivos:** son aquellos que contienen elementos químicos.

2. Según su biodegradabilidad:

- **Orgánicos:** son de origen biológico; provienen de materias vegetales, animales o comestibles y son biodegradables, lo que se traduce en que la propia naturaleza puede aprovecharlos en su proceso de descomposición.
- **Inorgánicos:** no están compuestos de materia biodegradable, sino que son de carácter industrial o artificial; por ejemplo, bolsas de plástico, botellas, objetos metálicos, etc. Suelen tardar mucho tiempo en descomponerse.

3. Según su peligrosidad:

- **Inertes:** se trata de todo residuo que al ser depositado en vertederos no sufre cambios significativos a nivel físico, químico y biológico.
- **Peligrosos:** son aquellos residuos que por sus características suponen un riesgo tanto para el medio ambiente como para los seres vivos. Se trata, en su mayoría, de aceites, disolventes y envases que hayan servido como contenedores de sustancias peligrosas.
- **No peligrosos:** son todos los residuos que no entran en las dos categorías anteriores, como lo son el plástico, el papel o el metal, siempre y cuando no hayan estado en contacto con sustancias peligrosas. (Ferrovial, 2023)

3.1.1.2. Tipos de residuos sólidos municipales.

- **Residuos sólidos domiciliarios.** que comprenden específicamente las viviendas, entendiéndose como tales a cualquiera de los predios con el uso específico "casa habitación".

- **Residuos sólidos no domiciliarios.** que comprenden una amplia variedad de actividades económicas e institucionales: establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y el servicio de barrido y limpieza de espacios públicos.

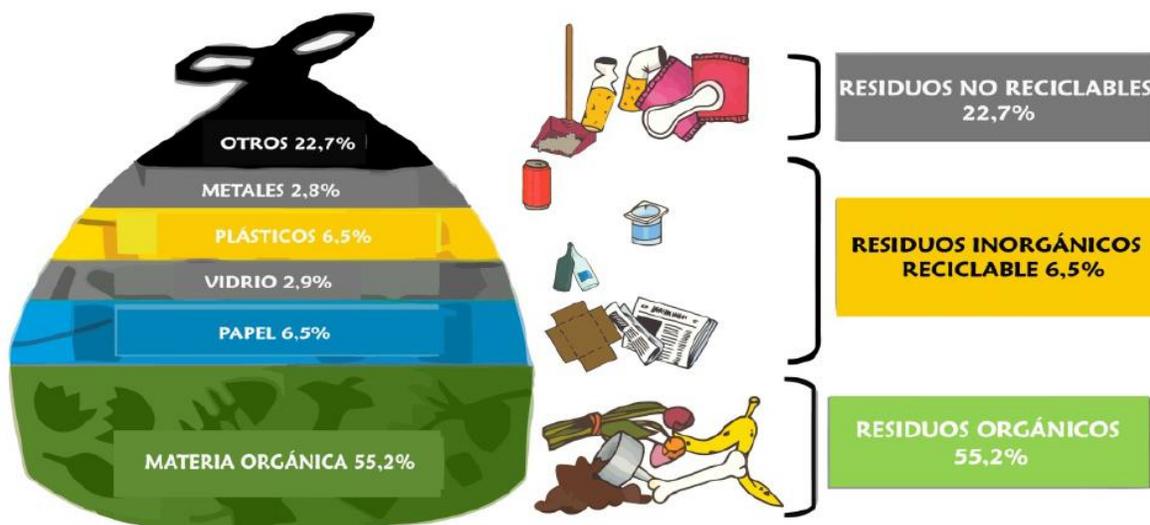
- **Residuos sólidos municipales especiales,** que comprenden a aquellos residuos que siendo generados en áreas urbanas, por su volumen o características, requieren de un manejo particular, tales como residuos de laboratorios de ensayos ambientales y similares, lubricentros, centros veterinarios, centros comerciales, eventos masivos como conciertos, concentraciones y movilización temporal humana, ferias, residuos de demolición o remodelación de edificaciones de obras menores no comprendidos dentro de las competencias del Sector Vivienda y Construcción entre otros, salvo los que están dentro del ámbito de competencias sectoriales. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 17)

3.1.1.3. Composición de residuos sólidos.

La composición de los residuos sólidos, depende de su generación y describe en términos de porcentajes en masa, en base a humedad y contenidos, la materia orgánica, papel, cartón, plásticos, vidrios, metales, etc. Conocer dicha composición sirve para una serie de fines, entre los que se puede citar la formulación de estudios de mejoramiento del servicio de aseo, implementación del aprovechamiento, otros.

En la siguiente figura, podemos observar la composición promedio (VAPSB/DGGIRS, Diagnostico de la Gestión de Residuos Sólidos, 2010) de los residuos sólidos generados a nivel nacional, donde la fracción orgánica representa el 55,2%, la fracción reciclable (papel, plástico y vidrio) el 22,1%, y el 22,7% se considera como residuos no aprovechables. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 3)

Figura 7. Composición de los residuos sólidos



Fuente: MMAyA, (2012). *Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos*.

3.1.2. Parámetros físicos y químicos de los residuos sólidos.

3.1.2.1. Parámetros Físicos.

Un parámetro físico en un residuo sólido se refiere a las características medibles y observables que describen su comportamiento físico y su composición sin alterar su estructura química. Estos parámetros permiten entender cómo se comportan los residuos en su manejo, transporte, tratamiento y disposición final, y son cruciales para optimizar los procesos de gestión de residuos.

Dentro de las características físicas de los RSU se determina el peso específico o densidad, el contenido de humedad y la producción Per-cápita.

3.1.2.1.a. Producción per cápita.

El índice de generación per cápita se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kilogramos por habitante por día (kg./hab./día.). Este parámetro puede ser obtenido de manera directa a partir de la información obtenida de un muestreo aleatorio de campo, considerando los diferentes sectores socio-económicos de la población y las diversas zonas del cantón. (Unión Nacional de Gobiernos Locales, 2020)

Contar con datos precisos sobre la producción per cápita de residuos sólidos es fundamental para una gestión eficaz de los residuos y para promover prácticas sostenibles que contribuyan a la protección del medio ambiente y la salud pública.

3.1.2.1.b. Peso específico.

El peso específico o densidad, se define como el peso de un material por unidad de volumen (kg/m^3). Los datos sobre densidad a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total del de los RSU, que tienen que ser gestionados.

La densidad de los RSU es un valor fundamental para dimensionar los recipientes de recolección, tanto de los hogares, como de la vía pública. Igualmente, es un factor básico que marca los volúmenes de los equipos de recolección, transporte, etc. (Pinette Gaona, 2009, pág. 7)

En los rellenos sanitarios, el peso específico de los residuos influye directamente en la capacidad de almacenamiento, ya que determina cuántos residuos pueden ser colocados en un área específica. Además, es fundamental para calcular la vida útil del relleno sanitario, permitiendo realizar proyecciones precisas sobre su operación a largo plazo. Al considerar este parámetro, se pueden minimizar problemas de espacio, maximizar el aprovechamiento del área disponible y garantizar que los residuos sean manejados de forma segura y ambientalmente adecuada.

La densidad de los residuos sólidos varía significativamente en función del tipo de residuo. Esta variación se debe a la composición y características físicas de cada tipo de material. Por ejemplo, los residuos orgánicos, como restos de comida o jardín, suelen tener una densidad mayor debido a su contenido de humedad y estructura compacta, mientras que materiales como el plástico o el papel presentan una densidad más baja al ser más ligeros y menos compactos. Estos valores se verán en las siguientes tablas:

Tabla 7. Densidad típica de los residuos sólidos urbanos.

Tipo de residuo	Densidad (kg/m^3)	
	Rango	Típico
Domésticos no compactados		
Residuos de Comida (mezclados)	131-481	291
Papel	42-131	89
Cartón	42-80	50
Plásticos	42-131	65
Textiles	42-101	65

Goma	101-202	131
Cuero	101-261	160
Residuos de Jardín	59-225	101
Madera	131-320	237
Vidrio	160-481	196
Urbanos		
Residuos en camión compactador	178-451	297
Residuos en vertedero		
Medianamente compactados	362-498	451
Bien compactados	590-742	600
Construcción y Demolición		
Demolición mezclados (no combustible)	1000-1600	1421
Demolición mezclados (combustible)	300-400	360
Industriales		
Chatarra metálica (mezclados)	1501-2000	1780
Aceite, alquitranes	801-1000	950
Agrícolas		
Agrícolas (mezclados)	400-751	561

Animales muertos	202-498	359
Estiércol (Húmedo)	899-1050	1000

Fuente: Tchobanoglous y otros, (1998). *Gestión integral de residuos sólidos*.

Tabla 8. Alteración de densidad de los residuos sólidos urbanos.

Etapa	Descripción	Densidad
A	Residuos sólidos sueltos en recipientes	200 kg/m ³
B	Residuos sólidos compactados en camiones compactadores	500 kg/m ³
C	Residuos sólidos sueltos descargada en los rellenos	400 kg/m ³
D	Residuos sólidos recién cubiertos	600 kg/m ³
E	Residuos sólidos en los rellenos (2 años después de cubrimiento)	900 kg/m ³

Fuente: CEPIS, (2000), citado en Pinette Gaona, F. (2009). *Composición y parámetros físicos y químicos de los residuos sólidos del antiguo relleno de tierra de Morelia*

3.1.2.1.c. Contenido de humedad.

El agua está presente en los RSU y oscila alrededor del 15 al 40% en peso, con un margen que puede situarse entre el 25 y el 60%. La máxima aportación la proporcionan las fracciones orgánicas, y la mínima, los productos sintéticos. Esta característica debe tenerse en cuenta por su importancia en los procesos de compresión de RSU, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, tratamientos de incineración y recuperación energética y procesos de separación de residuos en planta de reciclaje. Por otro lado, este parámetro es la clave en el proceso de degradación, siendo necesaria la presencia de 65% a 70% de humedad, para permitir una acelerada degradación anaerobia. (Pinette Gaona, 2009, pág. 10)

3.1.2.2. Parámetros químicos.

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los RSU es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Por ejemplo, la viabilidad de la incineración depende de la composición química de los residuos sólidos.

3.1.2.2.a. Porcentaje cenizas.

Las cenizas son los residuos sólidos muy finos que proceden de la combustión. Estos se presentan bajo la forma de un polvo fino de color gris, suave y susceptible de ser arrastradas por la acción del viento. La ceniza residual es un producto de la incineración de los residuos sólidos. (Cano Chavez, 2016, pág. 22)

3.1.2.2.b. Potencial de hidrogeno (PH).

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. La escala del pH va de 0 a 14, siendo 7 el valor neutro. Los valores de pH inferiores a 7 son ácidos y los superiores a 7 son básicos. Cada valor entero de pH por debajo de 7 es diez veces más ácido que el siguiente valor más alto.

3.1.2.2.c. Nitrógeno total.

El análisis de nitrógeno total en residuos sólidos es una técnica utilizada para determinar la cantidad total de nitrógeno presente en una muestra de residuos sólidos. Este análisis es importante porque el nitrógeno puede provenir de diversas fuentes, como materia orgánica, productos químicos y otros compuestos presentes en los residuos.

El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos y puede influir en los procesos de descomposición y compostaje de los residuos orgánicos. Además, el exceso de nitrógeno en los residuos puede contribuir a la contaminación del suelo y el agua si no se maneja adecuadamente. Los resultados de este análisis pueden proporcionar información valiosa para la gestión y tratamiento adecuados de los residuos sólidos.

3.1.2.2.d. Azufre.

El análisis de azufre en residuos sólidos es una técnica utilizada para determinar la cantidad de azufre presente en una muestra de residuos sólidos. El azufre puede estar presente en diversas formas en los residuos, incluyendo compuestos orgánicos e inorgánicos. Este análisis es importante por varias razones:

1. Control de la contaminación: El azufre puede estar presente en los residuos como resultado de la descomposición de materiales orgánicos, la presencia de productos químicos

o la deposición atmosférica. Un exceso de azufre en los residuos puede contribuir a la contaminación del suelo y el agua si no se gestiona adecuadamente.

2. Impacto en el medio ambiente: La liberación de azufre durante la descomposición de residuos puede contribuir a la formación de gases como el dióxido de azufre (SO₂), que es un contaminante atmosférico asociado con problemas de salud y ambientales, como la lluvia ácida.

3. Seguimiento de procesos de tratamiento: El análisis de azufre en residuos sólidos puede utilizarse para monitorear la eficacia de procesos de tratamiento como el compostaje o la incineración, donde la presencia de azufre puede influir en la calidad del producto final y las emisiones generadas.

3.1.2.2.e. Poder calorífico.

Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre poder calorífico inferior y superior. El Poder Calorífico Superior (PCS) no considera corrección por humedad y el inferior (PCI) en cambio sí. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr], [kcal/kg], [BTU/lb]. Se mide utilizando un calorímetro. (Villafuerte Coaguila, 2015, pág. 24)

El análisis de poder calorífico en residuos sólidos es una técnica utilizada para determinar la cantidad de energía que puede producirse al quemar una unidad de masa de un residuo sólido. Este análisis es importante porque proporciona información sobre el potencial energético de los residuos y su idoneidad para ser utilizados como combustible en procesos de generación de energía. Cuanto mayor sea el poder calorífico de un residuo, mayor será la cantidad de energía que puede generarse al quemarlo.

El análisis de poder calorífico en residuos sólidos se realiza mediante técnicas de laboratorio, como la calorimetría, donde se mide la cantidad de calor liberado durante la combustión controlada de una muestra de residuo. Estos datos son importantes para la planificación de instalaciones de valorización energética, como plantas de incineración o de conversión de residuos en energía, así como para evaluar la viabilidad económica y ambiental de utilizar los residuos como combustible.

3.1.2.2.f. Relación carbono-nitrógeno.

La relación carbono/nitrógeno indica el grado de descomposición de la materia orgánica del residuo en los procesos de tratamiento/disposición final. En general, esa relación se encuentra

en el orden de 35/1 a 20/1. Una relación C/N adecuada es crucial para mantener un equilibrio óptimo entre la disponibilidad de carbono y nitrógeno para los microorganismos descomponedores. Una relación demasiado alta de carbono con respecto al nitrógeno puede ralentizar la descomposición, ya que los microorganismos necesitan nitrógeno para su crecimiento y actividad metabólica. Por otro lado, una relación demasiado baja puede llevar a la pérdida de nitrógeno en forma de gas amoníaco durante la descomposición.

Este análisis es fundamental en la gestión de residuos orgánicos, ya que permite optimizar los procesos de compostaje y asegurar la producción de compost de alta calidad que pueda utilizarse como enmienda del suelo para promover el crecimiento de plantas y mejorar la fertilidad del suelo. (Villafuerte Coaguila, 2015, pág. 24)

3.1.2.2.g. Materia orgánica.

El análisis de materia orgánica de un residuo sólido es un proceso que implica determinar la cantidad materia orgánica presente en dicho residuo. Esto se realiza típicamente mediante técnicas de laboratorio, este análisis es importante para comprender la composición del residuo y su potencial impacto en el medio ambiente, así como para diseñar estrategias efectivas de gestión de residuos.

3.1.3. Caracterización de residuos sólidos municipales.

Es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos, en este caso municipales. La caracterización de residuos sólidos municipales se realiza a través de un estudio, en el cual se obtienen datos tales como: la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico. Esta información permite la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos, y la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 7)

3.1.3.1. Importancia de la caracterización de residuos sólidos.

El estudio de caracterización representa un insumo fundamental para elaborar una serie de instrumentos para la gestión de los residuos sólidos, así como proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. (Ministerio del Ambiente, 2019, pág. 7)

3.1.4. Gestión integral de residuos sólidos.

Se entiende por Gestión Integral de Residuos al sistema conformado por procesos de planificación, desarrollo normativo, organización, sostenibilidad financiera, gestión operativa, ambiental, educación y desarrollo comunitario para la prevención, reducción, aprovechamiento y disposición final de residuos, en un marco de protección a la salud y el medio ambiente. (Asamblea Legislativa Plurinacional, 2018, pág. 9)

3.1.4.1. Jerarquización de la gestión integral de residuos sólidos.

Se define como la priorización de acciones dentro de la gestión integral de los residuos sólidos: prevenir, aprovechar y disponer. Este orden significa que, desde el punto de vista ambiental, la mejor alternativa es prevenir la generación de residuos, evitando la generación de residuos o reduciendo su peligrosidad. En segundo lugar, si no es posible evitar su generación, se debe buscar su aprovechamiento mediante la reutilización, reciclaje o tratamiento biológico para su reintroducción en nuevos procesos productivos. En tercer lugar, se debe optar por el aprovechamiento energético y por último la disposición final de aquellas fracciones de residuos no aprovechables.

Para los residuos sólidos peligrosos, hay que tener en cuenta que antes de su disposición final será necesario un proceso de tratamiento para reducir su peligrosidad. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2011, pág. 19)

Figura 8. Jerarquía de la gestión de residuos sólidos.



Fuente: MMAyA, (2012). Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.1.5. Prevención.

La prevención de la generación de residuos, es el conjunto de medidas destinadas a evitar o reducir su generación en cantidad y peligrosidad, mediante la transformación de los modelos

de producción, la modificación en los hábitos de consumo y la utilización sostenible de los recursos naturales en un marco de protección a la salud y medio ambiente. (Asamblea Legislativa Plurinacional, 2018, pág. 12)

3.1.6. Valorización de residuos sólidos

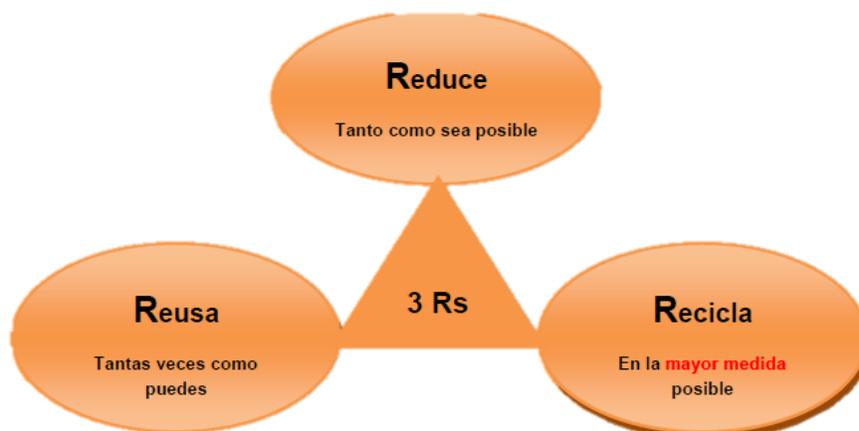
Definida como la adquisición de valor de los residuos sólidos por la reutilización o principalmente el reciclaje de los mismos. (Ranilla Falcon, 2019, pág. 14)

La valoración económica de los residuos sólidos se refiere a la capacidad de generar ingresos o beneficios económicos mediante el aprovechamiento de los materiales reciclables, reutilizables o vendibles. En lugar de enfocarse en la simple disposición de los desechos, la valoración económica busca transformar los residuos en recursos, generando nuevas oportunidades de negocio y promoviendo la economía circular.

3.1.7. Las 3 R en la gestión de residuos sólidos.

En la actualidad, se pueden implementar metodologías que aporten diversos beneficios como lo son las tres erres. Las 3 R: Reducir, Reutilizar y Reciclar dan nombre a una propuesta fomentada por la organización no gubernamental Greenpeace, promueve tres pasos básicos para disminuir la producción de residuos y contribuir a la protección y conservación del medio ambiente. El concepto de la regla de las 3 R pretende cambiar hábitos de consumo, haciéndolos responsables y sostenibles. Se centra en la reducción de residuos, con el fin de solventar uno de los grandes problemas de la sociedad actual. El concepto de 3 R, hace referencia a estrategias para el manejo de residuos sólidos que se producen en el sector doméstico e industrial, buscando la sustentabilidad ambiental y reducción del volumen generado de basura. (Fonseca Lucas & Barrera Valdivia, 2023)

Figura 9. Las 3 R de la gestión de residuos sólidos.



Fuente: MMAyA, (2012). Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.1.8. Aprovechamiento de los residuos sólidos.

El aprovechamiento consiste en utilizar los Residuos Sólidos como materias primas o insumos para la fabricación de nuevos productos (reciclaje y compostaje) o para la reutilización en fines distintos a los iniciales. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 8)

Aprovechamiento se convierten en los componentes clave a partir de los cuales se logra una reducción de los residuos que van a los sitios de disposición final y se aprovecha un residuo transformándolo en un recurso valioso. (Ministro de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 2)

Los residuos se pueden aprovechar siempre y cuando estén seleccionados en origen y recolectados de forma diferenciada.

El aprovechamiento de residuos se puede realizar mediante:

- El Reúso.
- El Reciclaje.
- El Compostaje ó Lombricultura. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 8)

Figura 10. Aprovechamiento de Residuos Sólidos



Fuente: MMAyA, (2012). Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.1.8.1. Reúso de residuos sólidos.

El reúso de los residuos sólidos consiste en aprovechar los residuos sólidos, dándole una nueva utilidad para otros fines. Por ejemplo, utilizar las latas de leche como maceta, los envases de mantequilla como vaso o porta lápices, los palitos de helado para manualidades. El reúso no requiere de procesos complicados, simplemente con utilizarlos en una nueva función o una parecida a la original, basta. Casi todos los residuos mientras no sean peligrosos pueden reusar, solo es necesarios tener creatividad e imaginación. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 9)

Reutilizar materiales (residuos sólidos) se ha convertido en una de las más efectivas estrategias para trabajar el tema de la conservación y preservación del ambiente, sobre todo entendiendo que éste ha sido altamente vulnerado ya tacado por la mano del hombre. (Garrido Rojas, 2016)

Figura 11. Reúso de residuos sólidos.



Fuente: MMAyA, (2012). Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.1.8.2. Reciclaje de residuos sólidos.

Es toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido, mediante un proceso de transformación. Con el reciclaje se contribuye a la reducción del uso de espacios en los rellenos sanitarios y botaderos. (Ministerio del Ambiente, 2008, pág. 83)

De acuerdo al Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (Ley N.º 1333), el reciclaje es aquel proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

Existen materiales como el aluminio y el vidrio que pueden ser reciclados “indefinidamente”. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 2012, pág. 9)

Tabla 9. Residuos sólidos reciclables v no reciclables.

Que se puede reciclar	Que no se puede reciclar
<p>Papel y Cartón: Papel blanco, Periódicos, Revistas y Libros, Hojas sin plastificar, Cartones y Sobres y Folders.</p>	<p>Pañales y Servilletas desechables (como papel), Papel Celofán, Papel Fax, Curitas, Papel plastificado.</p>
<p>Vidrio: Frascos de alimentos, Botellas y vasos.</p>	<p>Parabrisas y faros, Focos, Lentes, Espejos, Pyrex.</p>
<p>Plásticos: Frascos, botellas, bolsas plásticas y bolsas de baja densidad.</p>	<p>Bolsitas de frituras, Plumas plásticas, Nieve seca, Radiografías, Platos y cubiertos desechables usados, Tetrabrik.</p>
<p>Metales:</p>	<p>Papel Aluminio, mezclas de aluminio con hierro o con cobre.</p>
<p>Aluminio Puro: Latas de refresco y conserva, cervezas y otras bebidas, utensilios de cocina, marcos de puertas y ventanas, partes de motor.</p>	
<p>Aleaciones Ferrosas: Acero y Chatarra sin aluminio.</p>	

Fuente: MMAyA, (2012). *Guía de Educación Ambiental en Gestión Integral de Residuos Sólidos.*

3.1.8.3. Compostaje.

El proceso de compostaje es llevado a cabo por múltiples organismos descomponedores que comen, trituran, degradan y digieren las células y las moléculas que componen la materia

orgánica. Los principales responsables de estas labores son las bacterias y hongos microscópicos, junto con las lombrices, insectos y otros invertebrados no perceptibles a simple vista. Durante nuestra experiencia de compostaje, debemos mantener las condiciones ambientales favorables a la vida de estos organismos. (Entidad municipal de aseo Villazon, pág. 14)

Figura 12. Fases de descomposición del compost.



Fuente: MMAyA (2012). Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos mediante Compostaje y Lombricultura.

3.1.8.4. Lombricultura.

La lombricultura, es el cultivo de las lombrices de tierra con el fin de transformar residuos orgánicos en humus. El humus es la capa superior de la tierra de color oscuro formado por la ingesta de los residuos orgánicos.

Las lombrices cavan la tierra, lo que mejora la fertilización, aireación y la formación del suelo. La lombriz más utilizada en la lombricultura es la Roja Californiana (*Eisenia Foetida*). (MMA y A (Ministerio de Medio Ambiente y Agua), 2012, pág. 9)

3.1.9. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), también conocidos como objetivos globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad.

Los 17 ODS están integrados: reconocen que la acción en un área afectará los resultados en otras áreas y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental. Los países se han comprometido a priorizar el progreso de los más rezagados.

Los ODS están diseñados para acabar con la pobreza, el hambre, el sida y la discriminación contra mujeres y niñas.

La creatividad, el conocimiento, la tecnología y los recursos financieros de toda la sociedad son necesarios para alcanzar los ODS en todos los contextos. (NACIONES UNIDAS, 2015)

Figura 13. Objetivos de desarrollo sostenible.



Fuente: Naciones Unidas, (2015).

3.3. Marco conceptual.

Ambiente. Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Biodegradable. Dicho de la materia orgánica que tiene la cualidad de ser metabolizada por medios biológicos.

Botadero. Acumulación de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.

Compactación. Acción de presionar cualquier material para reducir los vacíos existentes en él. El propósito de la compactación en el relleno sanitario es disminuir el volumen que ocuparan los residuos sólidos municipales a fin de lograr una mayor estabilidad y vida útil.

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

Infraestructura de Disposición Final. Instalación debidamente equipada y operada que permite disponer sanitaria y ambientalmente segura los residuos sólidos, son los rellenos sanitarios y rellenos de seguridad.

Lixiviado. Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura que atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes. Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviado son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas.

Residuo orgánico. Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición.

Tratamiento. Cualquier proceso, método, técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

Vida útil. Periodo durante el cual el relleno sanitario estará apto para recibir residuos de manera continua. (Eguizabal Brandan, 2008, pág. 8)

Aprovechamiento. Todo proceso industrial y/o manual cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los residuos.

Compactador. Todo equipo o máquina que reduce el volumen de los residuos sólidos para facilitar su almacenamiento, transporte, y/o disposición final.

Contaminación por residuos sólidos. La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o el manejo y disposición final inadecuados de los residuos sólidos.

Contenedor. Recipiente en el que se depositan los residuos sólidos para su almacenamiento temporal o para su transporte.

Gestión de residuos sólidos. Es el conjunto de actividades como ser generación, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los

residuos de acuerdo con sus características, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente. (Ministerio del Medio Ambiente y Agua (MMAyA), 1995)

Almacenamiento de residuos. Etapa de la gestión operativa de los residuos en la que los residuos son contenidos en un recipiente de forma temporal hasta su entrega al servicio de recolección para su posterior tratamiento o disposición final.

Aprovechamiento Energético. Tratamiento orientado a utilizar el residuo para la generación de energía como fuente alternativa.

Aseo urbano. Es el servicio público municipal consistente en almacenamiento, barrido y limpieza, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

Biodegradable. Producto o sustancia que puede descomponerse por la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

Ciclo de vida del producto. Son todas las etapas del desarrollo de un producto, desde la adquisición de materia prima e insumos, fabricación, ensamblaje, distribución, comercialización y uso, hasta su aprovechamiento o eliminación del producto una vez convertido en residuo.

Compostaje. Proceso aeróbico controlado de descomposición de los residuos orgánicos, mediante microorganismos y fauna del suelo para la obtención de abono orgánico. Forman también de este proceso las actividades relacionadas con la lombricultura.

Empaque. Cualquier material, que, en forma de caja o envoltura, es utilizado para acondicionar, presentar, manipular, almacenar, conservar y transportar una mercancía.

Envase. Material empleado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta productos terminados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo.

Generador de residuos. Persona individual o colectiva, pública o privada, que genere residuos como resultado de sus actividades de consumo o producción.

Llanta o Neumático. Pieza de caucho con cámara de aire o sin ella, que se monta sobre la pieza metálica central de una rueda.

Manejo adecuado. Son aquellas acciones realizadas por el generador, mediante el almacenamiento, separación y entrega de sus residuos a un operador autorizado, o su recolección y transporte hacia las instalaciones de tratamiento y/o disposición final cuando corresponda, en el marco de la normativa vigente.

Reciclaje. Proceso que se aplica al material o residuo, para ser reincorporado al ciclo productivo o de consumo, como materia prima o nuevo producto.

Recolección. Operación consistente en recoger los residuos generados para ser transportados a instalaciones de transferencia, tratamiento o a un sitio de confinamiento o disposición final.

Recolección diferenciada. Operación de recolección de residuos que se realiza en forma separada para cada tipo de residuos según sus características y naturaleza, con el objetivo de facilitar su tratamiento específico.

Recuperador o reciclador. Persona y/o asociación dedicada a la recuperación de residuos para su aprovechamiento.

Relleno sanitario. Instalación o infraestructura que cumple con las condiciones técnicas, sanitarias y ambientales empleada para la disposición final de residuos donde se realiza el esparcimiento, acomodo y compactación de los mismos sobre una base impermeable, la cobertura con tierra u otro material inerte, el manejo y tratamiento de lixiviados y gases y, el control de vectores con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

Reutilización. Cualquier operación mediante la cual se vuelve a utilizar el residuo en el estado en que se encuentre.

Transporte de residuos. Etapa de la gestión operativa mediante el cual los residuos son trasladados desde los puntos de recolección hasta las instalaciones de tratamiento o disposición final, con la frecuencia y equipos necesarios.

Tratamiento de residuos. Conjunto de operaciones encaminadas a la transformación de los residuos por métodos mecánico, biológico, físico-químicos o térmicos, de los residuos para el aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos o para reducir su peligrosidad; asimismo, a las operaciones realizadas para la disposición final segura de los residuos en rellenos sanitarios.

Usuario. Cualquier persona individual o colectiva, pública o privada, que utiliza los servicios de gestión operativa de residuos o se beneficia de los servicios de aseo urbano. (Asamblea Legislativa Plurinacional, 2018)

3.3. Marco legal.

3.3.1. Normas Bolivianas NB 743-752.

Las Normas Bolivianas NB 743-752 del Instituto Boliviano de Normalización de Control y Calidad, aprobadas mediante Resolución Secretarial, N.º 383 del (28 de noviembre de 1996) del Ministerio de Desarrollo Humano, tienen como objetivo “regular, ordenar el diseño y consecuentemente la planificación del manejo de los residuos sólidos, mejorando las condiciones del medio ambiente y por ende el bienestar y salud del pueblo boliviano”.

Las siguientes normativas son las más influyentes en el presente proyecto:

3.3.1.1 NB 743 Residuos sólidos – Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales.

Esta Norma tiene por objeto establecer métodos para determinar: la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio; el peso volumétrico de los mismos; la cuantificación de subproductos contenidos en ellos; además de establecer el método de cuarteo que permitirá determinar los parámetros señalados anteriormente, así como obtener muestras para los análisis en laboratorio.

3.3.1.2. Norma Boliviana NB 744 residuos sólidos - Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

Esta Norma, establece el método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

3.3.1.3. NB 745-752 Determinación de parámetros físicos y químicos de residuos sólidos.

Dentro de estas normas se encuentran los análisis y procedimientos que se deben realizar a los residuos sólidos municipales para la determinación de algunos parámetros físicos y químicos. Dentro de estos están:

-Norma Boliviana NB 745 Residuos Sólidos - Determinación de Humedad.

-Norma Boliviana NB 746 Residuos Sólidos - Determinación de Cenizas.

-Norma Boliviana NB 747 Residuos Sólidos - Determinación del pH - Método del Potenciómetro.

-Norma Boliviana NB 748 - Residuos Sólidos - Determinación de Nitrógeno Total.

- Norma Boliviana NB 749 - Residuos Sólidos - Determinación de Azufre.
- Norma Boliviana NB 750 - Residuos Sólidos - Determinación de Poder Calorífico Superior.
- Norma Boliviana NB 751 - Residuos Sólidos - Determinación de Materia Orgánica.
- Norma Boliviana NB 752 - Residuos Sólidos - Determinación de la Relación Carbono-Nitrógeno. (Dirección Nacional de Saneamiento Básico, 1996)

En el presente estudio, se emplearon las normas como referencia para identificar los tipos de ensayos que se aplicarán a los residuos sólidos municipales. Sin embargo, cabe destacar que los procedimientos descritos en dichas normas no fueron seguidos, ya que estas normativas son de carácter antiguo y los métodos de laboratorio han sido actualizados desde su publicación. Por lo tanto, se utilizaron los métodos más recientes y estandarizados en el laboratorio, los cuales garantizan mayor precisión y confiabilidad en los resultados de los ensayos.

3.3.2. Ley de gestión integral de residuos, Ley 755.

La Ley tiene por objeto establecer la “política general y el régimen jurídico de la gestión integral de residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado”. Concretamente el presente estudio se relaciona con el Anexo de clasificación de los residuos para residuos municipales.

3.3.3. Guía de caracterización de residuos sólidos municipales del Perú.

La presente guía tiene orientar la elaboración de estudios de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM) mediante pautas metodológicas que describen en forma clara y sencilla los pasos para la obtención de cifras locales relacionadas a estos residuos. (Ministerio del Ambiente, 2019)

CAPÍTULO 4

DESARROLLO

DEL PROYECTO

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DEL PROYECTO

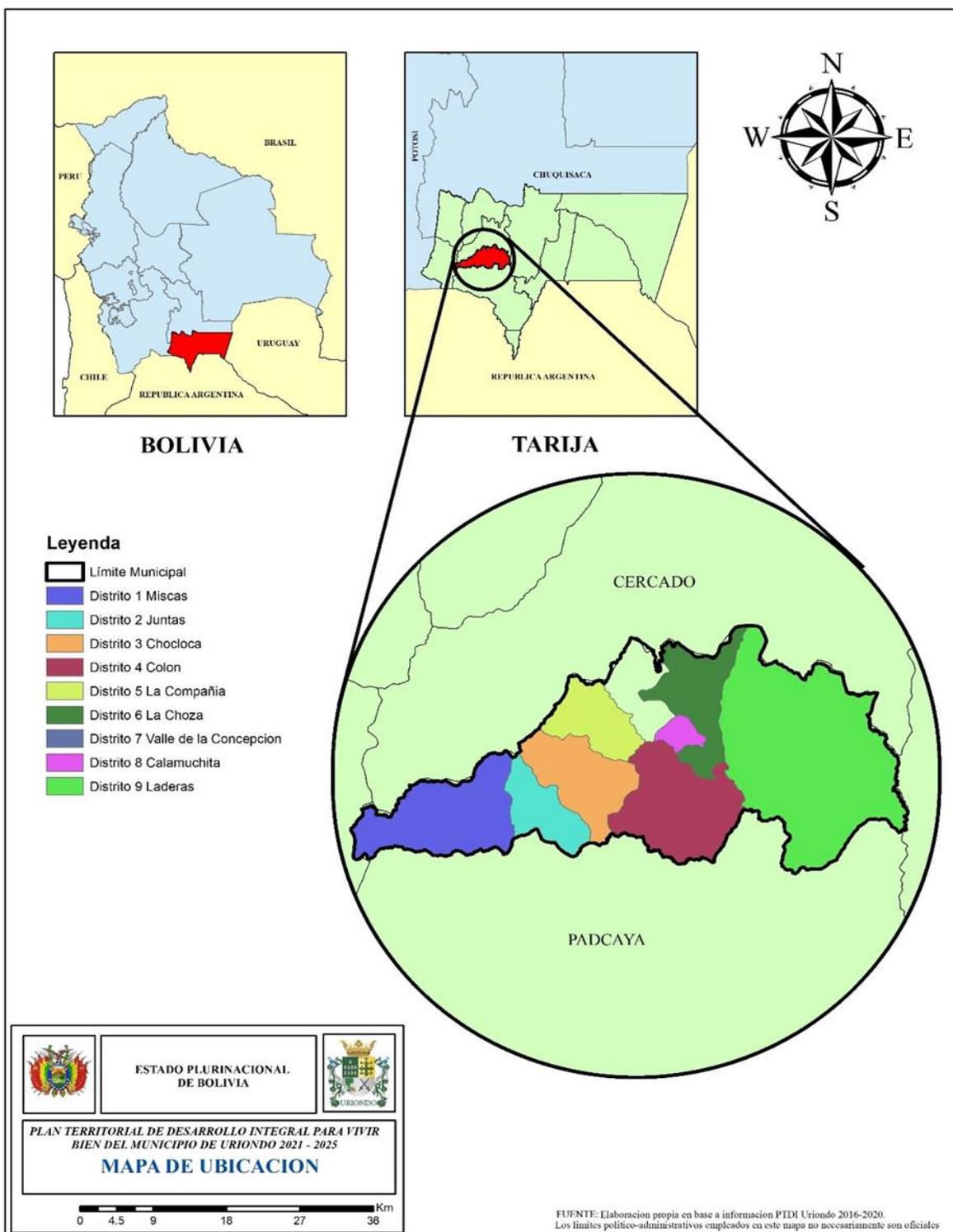
4.1. Información del lugar.

4.1.1. Ubicación geográfica.

El Municipio de Uriondo, Primera Sección de la Provincia Avilés se encuentra situada al Sur-Oeste del Departamento de Tarija, entre los meridianos 21° 34´ - 21° 49´ de latitud Sur y los paralelos 64° 31´ - 64° 59´ de longitud Oeste.

Uriondo está ubicado a 25 Km de la Capital del departamento de Tarija, siendo este un departamento de frontera nacional es un escenario de encuentro e intercambio de culturas y otras actividades. Dada la proximidad del municipio de Uriondo con la capital de Departamento; aproximadamente 30 minutos, se convierte en un municipio con potencial para el desarrollo del turismo, cuenta con una diversidad de atractivos naturales y con variedad de patrimonio tangible e intangible, es el caso de algunas de sus comunidades que fueron importantes asentamientos en la época de la colonia.

Mapa 1. Mapa de ubicación



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

4.1.2. Extensión territorial.

El territorio del municipio de Uriondo ocupa una superficie de 1.176 km², representa el 40% de la Provincia Avilés y aproximadamente un 3% del total del territorio departamental, está organizado en 9 distritos y 52 comunidades y 2 barrios ubicados en el Valle de la Concepción, sin embargo los centros poblados como, Calamuchita, Muturayo, Chocloca, entre otros muestran rasgos de transición hacia la consolidación de futuros centros urbanos dada la diversidad de sus actividades y el tamaño de su población.

4.1.3. Límites con otras entidades territoriales

Uriondo, limita al norte con el municipio de Cercado, al sur con el municipio de Padcaya, al este con el municipio de Entre Ríos y al oeste con el municipio de Yunchará. Este municipio es uno de los cuatro municipios que constituyen la subregión del valle central, es una región formada por serranías y colinas que rodean los valles de los ríos Guadalquivir, Tolomosa, Santa Ana y Camacho.

4.1.4. División político-administrativa.

La organización territorial del municipio está conformada por 9 distritos y 52 comunidades y 2 Barrios.

Tabla 10. División político-administrativa.

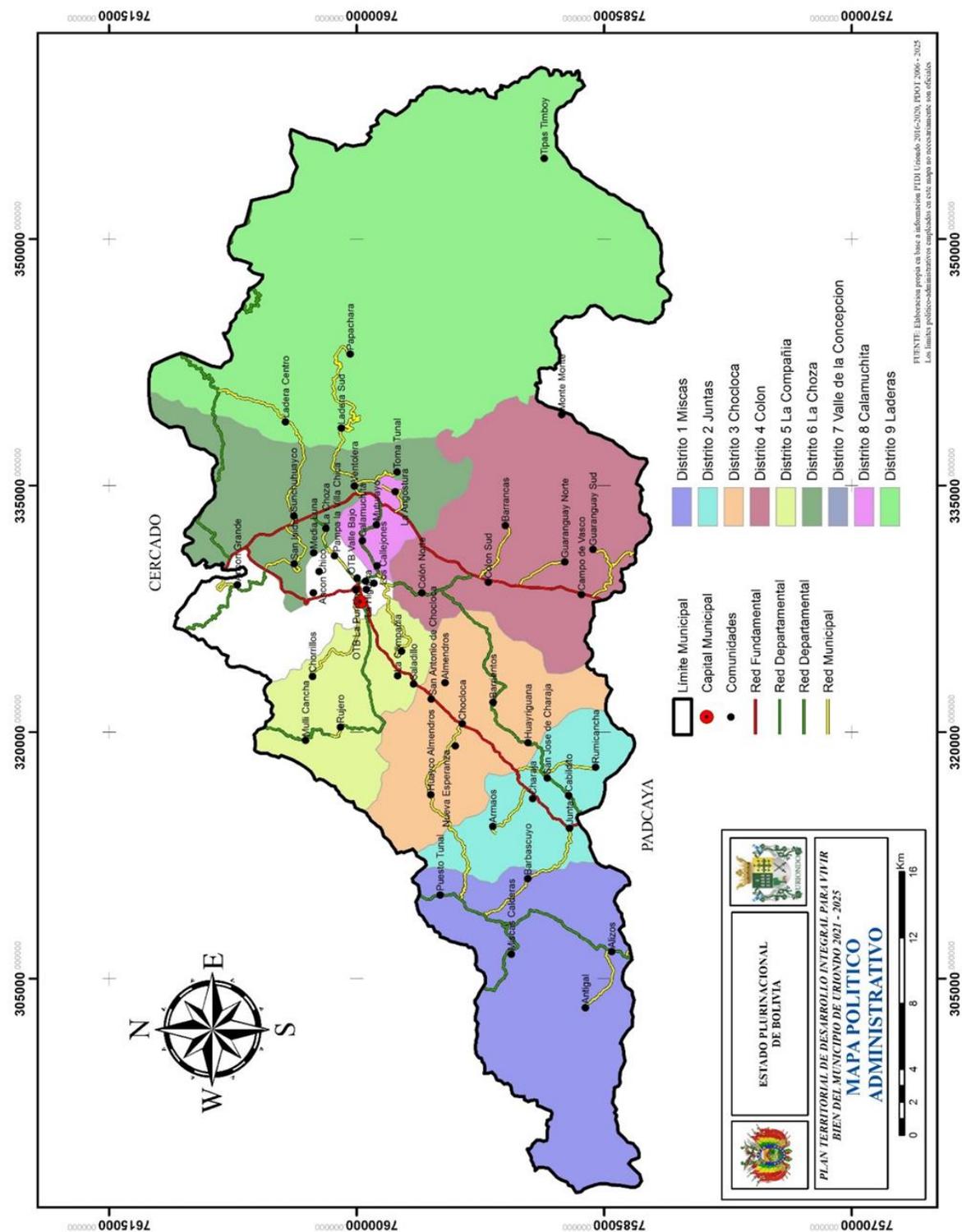
N.º	DISTRITO		COMUNIDAD
	N.º DE DISTRITO	NOMBRE DEL DISTRITO	
1	1	MISCAS	Miscas Caldera
2			Campo Antigal
3			Alizos
4			Puesto Tunal
5			Barbascuyo
6	2	JUNTAS	Juntas
7			Charaja
8			Rumicancha
9			Puesto Armaos
10			San José
11			Cabildito

12	3	CHOCLOCA	Chocloca
13			San Antonio de Chocloca
14			Huayriguana
15			Barrientos
16			Huayco Chico y Grande
17			Almendros
18			Nueva Esperanza
19	4	COLON	Colon Norte
20			Colon Sud
21			Guaranguay Norte
22			Guranaguay Sud
23			Barrancas
24			Monte
25			Campo de Vasco
26	5	LA COMPANIA	La Campania
27			Rujero
28			Mullicancha
29			Chorrillos
30			Saladillo
31			San Nicolas
32			Fuerte La Campania
33	6	LA CHOZA	La Choza
34			Ventolera
35			Sunchuhuayco
36			Media Luna
37			El Tunal Vallecito
38			San Isidro
39	7	URIONDO	Ancón Grande
40			Ancón Chico
41			Pampa La Villa Grande

42			Pampa La Villa Chica
43			OTB La Cruz
44			OTB Purísima
45			OTB Valle Bajo
46			Los Callejones
47	8	CALAMUCHITA	Calamuchita
48			Muturayo
49			La Angostura
50			La Higuera
51	9	LADERAS	Laderas Centro
52			Laderas Sud
53			Tipas Timboy
54			Papachacra

Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

Mapa 2. Mapa de la división político-administrativa del municipio de Uriondo.



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

4.1.5. Población.

La población del municipio de Uriondo, según proyección propuesta por el INE 2012, muestra un crecimiento de la población entre el último Censo Nacional de Población y Vivienda 2012 al 2022 de 14.781 a 16.359 habitantes, con un índice de crecimiento de 1.6, (INE 2012), sin embargo muestra una disminución del porcentaje respecto al Departamento de Tarija; de 3,06 % en el año 2012 a 2,72 % para el año 2022, también se puede observar en el siguiente cuadro que la población del departamento de Tarija creció de 482.518 en el año 2012 a 601.214 para el año 2022.

La población del municipio de Uriondo era de 14.781 habitantes en el año 2012, de los cuales 7.436 son mujeres con un porcentaje de participación del 50,31 % y 7.345 son hombres que corresponde al 49,69 % de la población del Municipio.

Tabla 11. Población del Municipio de Uriondo.

Descripción	Mujeres	Hombres	Total
Población	7,436	7,345	14,781
Porcentaje	50,31%	49,69%	100,00%

Fuente: CNPV INE 2012.

Uriondo es un municipio predominantemente rural con 13.059 habitantes que corresponde al 89,35 % de la población total y el 11,65 % corresponde a la población urbana que radica en el Valle de la Concepción que cuenta con 1722 habitantes, de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 12. Población urbano - rural.

DESCRIPCIÓN	MUJERES	HOMBRES	TOTAL	PORCENTAJE
Población Rural	6,5	6,559	13,059	88.35%
Población Urbana	936	786	1,722	11.65%
Total	7,436	7,345	14,781	100.00%
Porcentaje	49.77%	50.23%	100.00%	

Fuente: CNPV INE 2012.

4.1.6. Clima.

De acuerdo a las características climatológicas; Uriondo, se encuentra en la zona templada del valle central del departamento de Tarija con microrregiones de montaña y valle, en la

capital del Municipio, de acuerdo a la estación meteorológica Centro Vitivinícola presenta una temperatura media de 18,1°C, con extremos de -9°C en invierno y 40°C en verano y una precipitación media anual de 434,2 mm año.

Las lluvias mayormente son de origen orográfico dadas principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, razón por la que se presentan precipitaciones altas en la zona montañosa, concentradas en los meses de noviembre a marzo con periodos de sequía en su intermedio, este periodo considerado de mucha importancia para la población y particularmente para el productor rural, puesto que coincide con la época de siembra y en los meses de abril y mayo las precipitaciones son mínimas.

Para la elaboración del mapa Climático se ha recurrido a la Clasificación climática de Köppen-Geiger fue creada en 1900 por el geógrafo ruso de origen alemán, especializado en climatología, Wladimir Peter Köppen, quien posteriormente la modificó en 1918 y la suscribió conjuntamente con Rudolf Geiger en 1936 Consiste en una clasificación climática natural mundial que identifica cinco tipos de clima principales, subdivididos en un total de treinta clases con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones que caracterizan cada clima y con ello el tipo de vegetación existente en ellas.

En el Municipio de Uriondo se identificó los siguientes tipos climáticos:

- Frio – húmedo.
- Frio – semiárido.
- Frio – semihúmedo.
- Muy frio – húmedo.
- Muy frio – semihúmedo.
- Templado – árido.
- Templado – semiárido.
- Templado – semihúmedo.

La mayor parte del territorio en especial, la parte más representativa del mismo, está representada por los climas, templado árido, templado semiárido y templado semihúmedo.

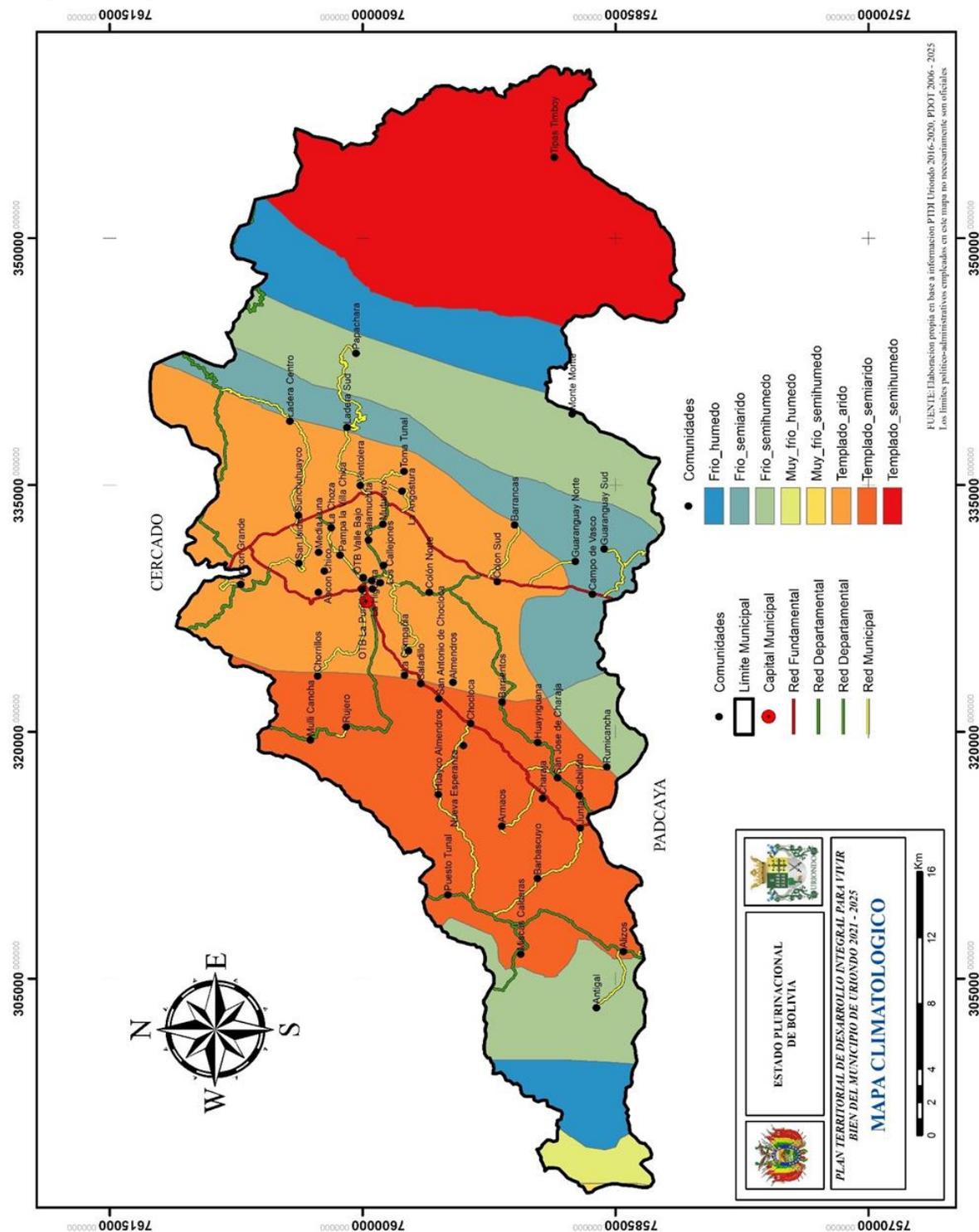
El tipo climático templado árido, corresponde a la parte central del Municipio, las comunidades de referencia son, de Colon Sud, Colon Norte, Toma Tunal, Sunchuhuayco, Ancón Chico y Grande, Almendros, Valle de la Concepción, entre otras.

Por otra parte, el tipo climático templado semiárido, se encuentra ubicado al oeste del municipio, presente en las comunidades de Chocloca, Rujero, Huayriguana, Mullicancha y Cabildito.

Por otra parte, el clima templado semihúmedo, se ubica al sud del municipio, en el área que corresponde a la Reserva de Tariquia y su zona de amortiguamiento, específicamente a la comunidad de Tipas.

Los otros tipos climáticos, corresponden a pequeños espacios territoriales de transición entre climas templados.

Mapa 3. Mapa climático.



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

4.1.7. Infraestructura de educación.

El municipio de Uriondo tiene a su cargo 49 unidades Educativas.

Tabla 13. Instituciones educativas del municipio de Uriondo.

N	Unidad Educativa	Comunidad
1	Walter Madalleno	Alisos
2	15 de Octubre	Miscas Caldera
3	San Antonio	Antigal
4	Eugenio Tapia	Puesto Tunal
5	Simón Bolívar	Barbascuyo
6	Santa Cecilia	Concepción
7	D.P.I. Secundario	Concepción
8	Ntra. Sra. del Rosario	Concepción
9	San Juan	San Isidro
10	San José	Chorrillos
11	27 de Mayo	Mullicancha
12	San Nicolás	San Nicolás
13	Nicolás Gareca	Rujero
14	La Compañía	La Compañía
15	D.P.I. Primario	Concepción
16	Ntra. Sra. Guadalupe	Ancon Chico
17	Ancon Grande	Ancon Grande
18	El Tunal	El Tunal
19	Sunchuhuayco	Sunchuhuayco
20	La Choza	La Choza
21	Jesús de Nazareth	Laderas Sud
22	Virgen de Laderas	Laderas Centro
23	Armando Gutiérrez	La Ventolera
24	10 de Marzo	Papachacra
25	La Angostura	Angostura

26	Virgen del Rosario	Calamuchita
27	Prof. Rosario Jaramillo	Calamuchita
28	10 de Mayo	Chocloca
29	Saladillo	Saladillo
30	19 de Marzo	San José de Charaja
31	Barrientos	Barrientos
32	Felipe Araos C	Juntas
33	Juan XXIII	Huayco Grande
34	Charaja	Charaja
35	Aniceto Arce	Chocloca
36	Almendros	Almendros
37	12 de Abril	Rumicancha
38	1ro de Mayo	Huayriguana
39	Puesto Armaoz	Puesto Armaoz
40	Campo de Vasco	Campo de Vasco
41	H. Campero Mealla	Guaranguay Norte
42	Libertad	Colón Sud
43	Juan de Dios S.	Barrancas
44	20 de Abril	Colón Norte
45	Guaranguay S.	Guaranguay S.
46	Santa Rita	Concepción
47	CEA Concepción	Valle de la Concepción
48	CEA Sra. del Rosario	Valle de la Concepción
49	CEA San José de Charaja	San José de Charaja

Fuente: Unidad de Educación G.A.M. de Uriondo.

4.1.8. Potencial productivo

En resumen, el "potencial productivo", es la relación entre la capacidad del uso de la tierra y la aptitud que esta presenta frente a cada alternativa de uso del sistema de producción.

La principal actividad económica de los pobladores del Municipio es la agropecuaria, con cultivos de maíz, vid, durazno, tomate, papa, cebolla, arveja y la cría de ganado vacuno.

La producción está destinada al consumo familiar, a la venta, la reposición de semilla y al intercambio. Los habitantes asentados en las orillas de los ríos Camacho y Guadalquivir, se dedican a la actividad frutícola y ganadera, los habitantes que viven de la ganadería están en las zonas más alta y cabecera de cuencas del Municipio.

En general, la Agricultura es la actividad más relevante en términos del Valor Bruto de Producción con más del 80%, le sigue la pecuaria y la manufacturera con 9,89% y 8% respectivamente. La producción de uva con 58,4% (Bs.183 MM en términos de VBP) es sin lugar a dudas el producto de mayor relevancia seguido muy de lejos por la ganadería bovina con 7,1%. La producción de papa, tomate, cebolla, maíz y otros no superan el 6%.

La mayor producción de uva a nivel nacional se concentra en Uriondo, uvas en tonos verde oscuro, amarillas y rubíes. El clima, el ambiente, el conocimiento y la experiencia de los productores hacen que la uva tarijeña tenga esa característica especial que es muy requerida en los mercados bolivianos y en los vinos de exportación.

El municipio impulsa la ruta del arte y el vino como un "museo abierto" con más de 200 obras entre murales y esculturas. Ofrece también gastronomía y variedad de uvas, vinos artesanales e industriales, por lo que el turismo se está convirtiendo en una actividad económica muy relevante en el Municipio, más aún ahora que tiene el apoyo de la principal autoridad del Municipio.

Ésta es una zona potencialmente aprovechable en la producción de energía solar y fundamentalmente eólica, en la región de la Ventolera y Angostura donde los vientos alcanzan velocidades superiores a los 100 km/hora durante la primavera y el verano, ya se realizaron estudios, que permitieron la ejecución de un proyecto para generar energía eólica, que será parte aportando energía al sistema interconectado.

De acuerdo al Mapa Actualizado de Potencial productivo del Municipio de Uriondo, tenemos que del total de la extensión territorial, el 19 % corresponde a tierras de Uso Agropecuario, el 17 % corresponde a tierras de uso agrícola, el 2,81 % con cultivos agrícolas para el mercado

local, el 0,84 % a cultivos industriales de consumo, el 1,84% para explotación de yacimientos mineros el 24,01 % para extracción forestal y petróleo, el 27,60 % para aprovechamiento forestal y protección, el 0,14 % para explotación piscícola y captación de agua.

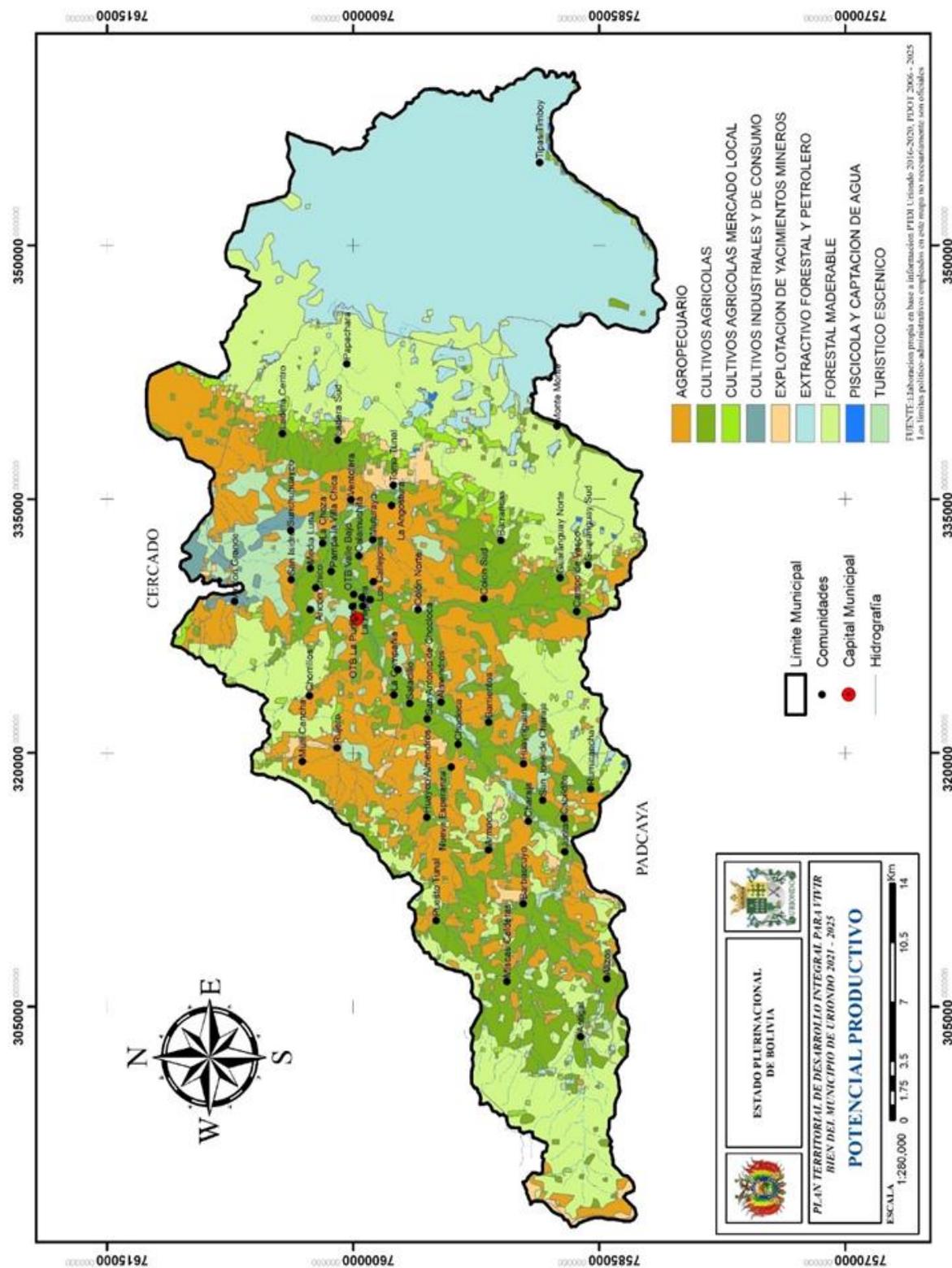
Tabla 14. Potencial productivo.

Potencial	Área (km2)	Porcentaje (%)
AGROPECUARIO	233,95	19,89
CULTIVOS AGRICOLAS	210,73	17,92
CULTIVOS AGRICOLAS MERCADO LOCAL	33,07	2,81
CULTIVOS INDUSTRIALES Y DE CONSUMO	9,93	0,84
EXPLORACION DE YACIMIENTOS MINEROS	21,64	1,84
EXTRACTIVO FORESTAL Y PETROLERO	282,36	24,01
FORESTAL MADERABLE	324,65	27,60
PISCICOLA Y CAPTACION DE AGUA	1,64	0,14
TURISTICO ESCENICO	58,16	4,95
TOTAL	1.176,120	100

Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

Uriondo tiene como actividad principal la uva, tanto en extensión territorial, volumen de producción e ingresos percibidos por su comercialización, que en la actualidad está pasando a la exportación y transformación generando mayor valor agregado.

Mapa 5. Mapa de potencial productivo del municipio de Uriondo.



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

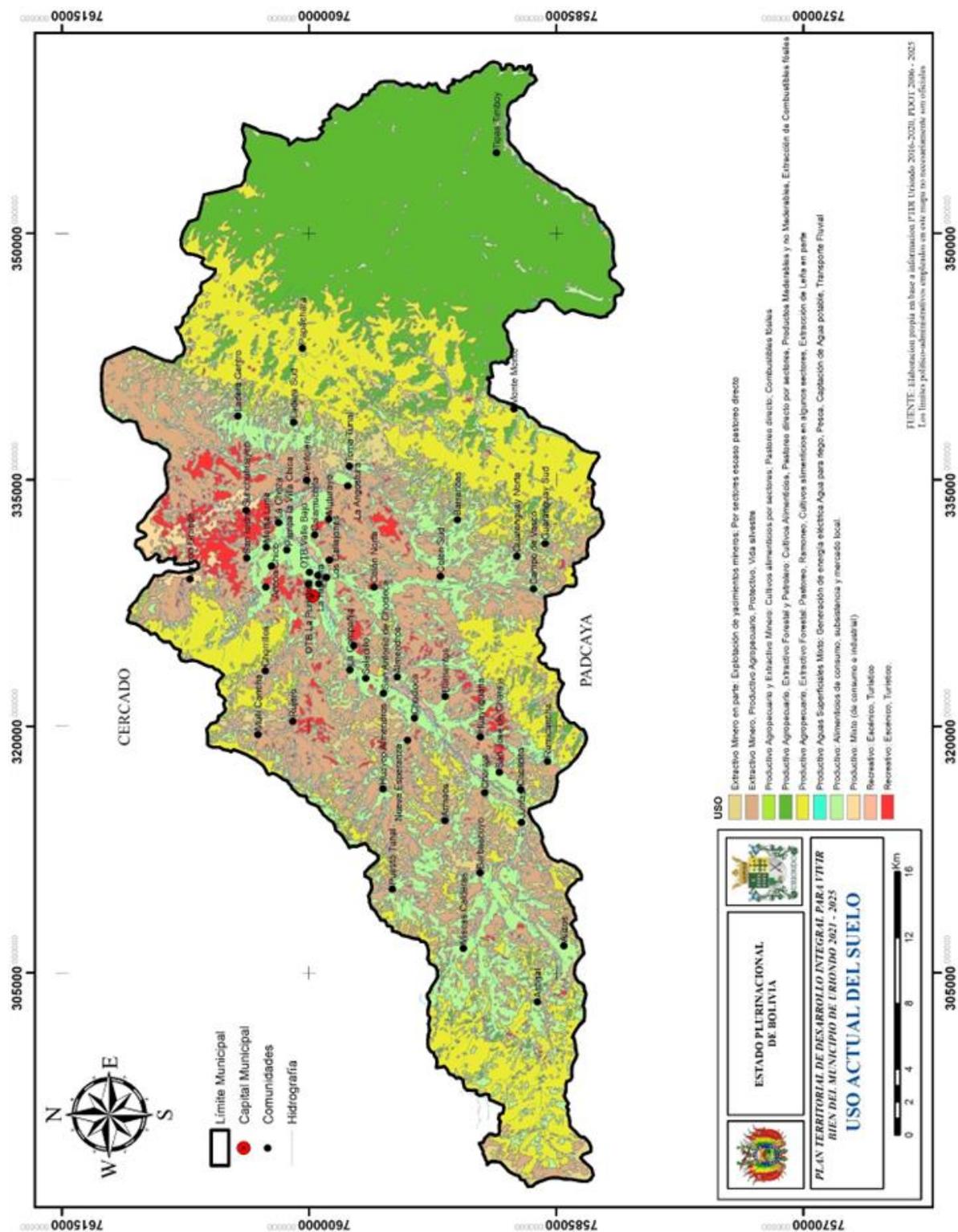
4.1.9. Uso Actual del territorio.

Tabla 15. Uso actual del suelo.

USO ACTUAL DEL TERRITORIO	AREA (km2)	PORCENTAJE (%)
Extractivo Minero en parte: Explotación de yacimientos mineros; Por sectores escaso pastoreo directo	81,02	6,88
Extractivo Minero, Productivo Agropecuario, Protectivo, Vida silvestre	251,71	21,38
Productivo Agropecuario y Extractivo Minero: Cultivos alimenticios por sectores; Pastoreo directo; Combustibles fósiles	23,10	1,96
Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal y Petrolero: Cultivos Alimenticios, Pastoreo directo por sectores, Productos Maderables y no Maderables, Extracción de Combustibles fósiles	290,85	24,71
Productivo Agropecuario, Extractivo Forestal: Pastoreo, Ramoneo, Cultivos alimenticios en algunos sectores, Extracción de Leña en parte	269,31	22,88
Productivo Aguas Superficiales Mixto: Generación de energía eléctrica Agua para riego, Pesca, Captación de Agua potable, Transporte Fluvial	1,80	0,15
Productivo: Alimenticios de consumo, subsistencia y mercado local.	203,54	17,29
Productivo: Mixto (de consumo e industrial)	9,13	0,78
Recreativo: Escénico, Turístico	7,97	0,68
Recreativo: Escénico, Turístico.	38,69	3,29
TOTAL	1177,12	100,00

Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

Mapa 6. Mapa de uso actual del suelo.



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Uriondo, (2021). Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien del Municipio de Uriondo 2021 -2025.

4.2. Situación actual del arte.

4.2.1. Gestión actual de los residuos sólidos.

La gestión integral de los residuos sólidos en el municipio integra los siguientes aspectos:

- Servicios de Aseo Urbano que son prestados a la población y cobertura.
- Administración del servicio.
- Organización del servicio.
- Tasas de Aseo Urbano.
- Estudios y proyectos efectuados sobre la gestión de residuos.
- Aprovechamiento y reutilización de los residuos sólidos.
- Sistema de disposición final de residuos.
- Planificación, proyectos e inversiones inscritas PTDI Y POAs referentes a la GIRS.
- Programas de Educación en GIRS (Gestión Integral de Residuos Sólidos).
- Marco normativo Municipal referente a la GIRS. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2021, pág. 162)

Actualmente, la recolección de residuos es llevada a cabo por el servicio municipal, que utiliza camiones recolectores para recoger los desechos de las zonas urbanas y periurbanas del municipio. Sin embargo, en las áreas rurales, la cobertura es limitada.

El municipio de Uriondo se ha iniciado un proceso de manejo de los residuos orgánicos que lo destinan para la elaboración de compost, para lo cual cuentan con un sistema de recolección municipal de estos residuos que lo realizan en fechas y horas definidas. Así mismo recolectan plásticos principalmente de PET, que son acumulados y luego entregados a empresas para su transporte y posterior reutilización. (Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, 2021, pág. 162)

La disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio de Uriondo se realiza en la comunidad de Pampa Galana, ubicada en el municipio de Cercado. Esta disposición es posible gracias a acuerdos intermunicipales establecidos entre ambos municipios.

4.2.2. Maquinaria, equipo y personal de recolección.

El municipio de Uriondo cuenta con dos camiones recolectores para llevar a cabo el servicio de recolección de residuos sólidos. Uno de estos es un camión recolector diferenciado, que se utiliza exclusivamente en la zona urbana del municipio para recoger residuos separados por tipo (orgánicos e inorgánicos). El otro es un camión compactador, el cual se emplea tanto

en áreas urbanas como rurales para recoger los residuos en general. Ambos vehículos son fundamentales para la operatividad del sistema de recolección, aunque la cobertura del camión recolector diferenciado es limitada, dado que solo opera en las zonas más urbanizadas del municipio.

Figura 14. Camión de recolección diferenciada.



Fuente: Proyecto Basura Cero - Tarija, (2022). Sistematización proyecto Basura cero Tarija.

Figura 15. Camión compactador.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Frecuencia y cobertura del servicio.

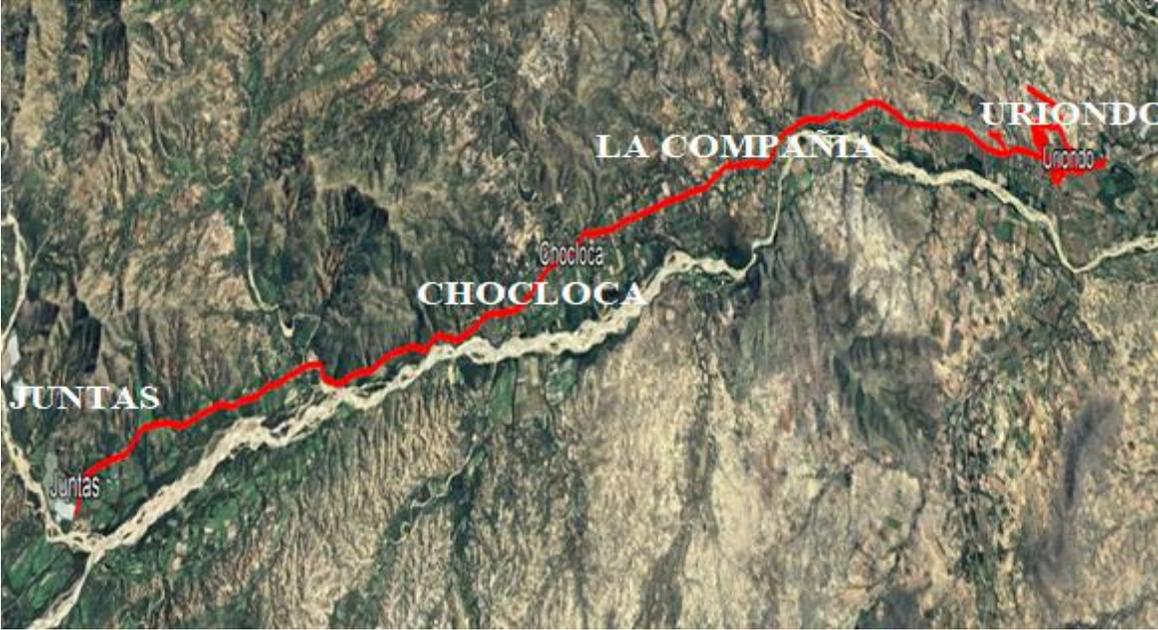
El servicio de recolección de residuos en el municipio de Uriondo se realiza los días lunes y jueves. En la zona urbana, la recolección se lleva a cabo ambos días, mientras que, en las zonas rurales, la frecuencia está distribuida de la siguiente manera: los lunes, el servicio se extiende a los distritos 2 (Juntas), 3 (Chocloca) y 5 (La Compañía); y los jueves, se cubren los distritos 8 (Calamuchita) y 6 (La choza). Esta planificación permite abarcar tanto las zonas urbanas como rurales del municipio, aunque la cobertura es limitada en algunas áreas.

Figura 16. Rutas de basurero día lunes en el distrito 7 y parte del distrito 5.



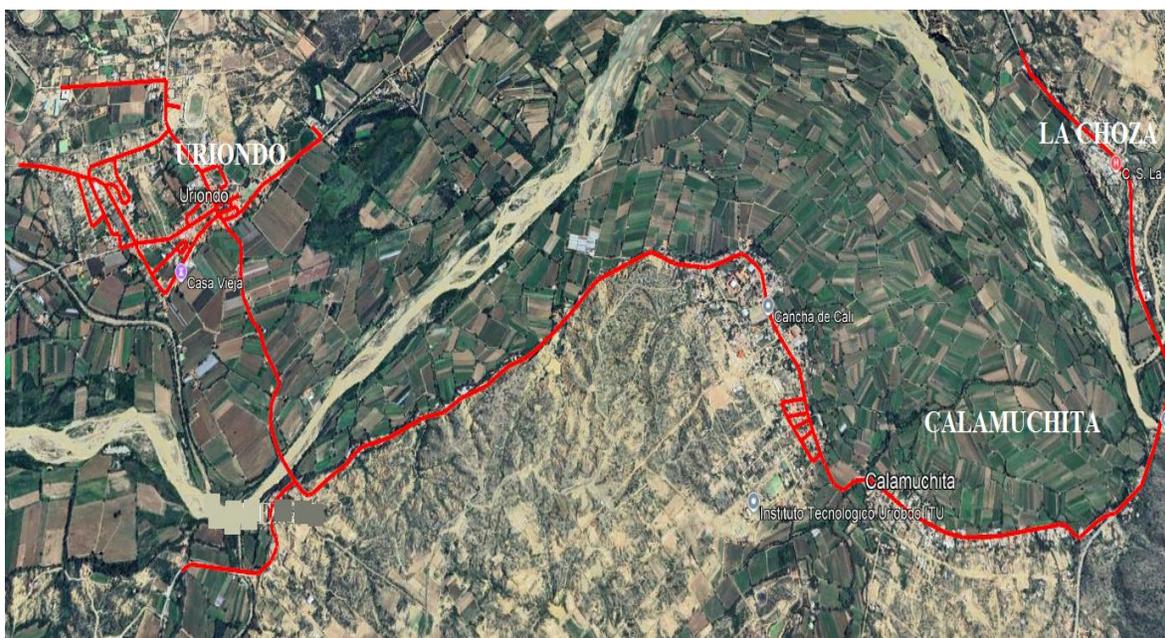
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Rutas de basurero día lunes.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Rutas de basurero día jueves.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Cobro del servicio.

El servicio de recolección de residuos sólidos en el municipio de Uriondo es proporcionado de manera gratuita a todos los distritos beneficiarios, facilitando el acceso a una gestión adecuada de residuos y promoviendo la limpieza y el bienestar de la población.

4.2.5. Disposición final.

Los residuos sólidos generados en el municipio son dispuestos en el relleno sanitario de Pampa Galana, ubicado en el municipio de Cercado, gracias a un convenio intermunicipal. Este relleno sanitario está diseñado para garantizar un manejo adecuado y seguro de los residuos, cumpliendo con las normativas ambientales. Por este servicio, el municipio de Uriondo paga mensualmente un costo de 13840 Bs. al municipio de Cercado.

Figura 19. Acuerdo entre autoridades municipales de Tarija.



Fuente: ABC digital , (2020). Municipios de Tarija, Uriondo y San Lorenzo firman convenio para mejorar el manejo de la basura.

4.2.6. Proyectos e iniciativas recientes.

Uno de los programas recientes que tiene participación el municipio es el Programa Basura Cero es una iniciativa que busca reducir la cantidad de residuos sólidos enviados a vertederos, promoviendo estrategias de reducción, reutilización y reciclaje. Su enfoque se centra en la educación ambiental, la implementación de prácticas de separación de residuos en origen, y la creación de una economía circular donde los desechos se conviertan en recursos reutilizables.

4.2.6.1. Participación del municipio de Uriondo.

El municipio de Uriondo participa activamente en el programa a través de la recolección y clasificación de residuos en las zonas urbanas, implementando mejoras en la gestión y disposición final de los desechos. Uriondo ha desarrollado campañas de concientización en colaboración con actores locales para que los habitantes participen en el separado de residuos en sus hogares.

4.2.6.2. Beneficios del programa basura cero en Uriondo.

La implementación del programa Basura Cero en Uriondo ofrece múltiples beneficios:

1. **Reducción de residuos en vertederos:** Disminuye la cantidad de residuos que van a parar a los botaderos y vertederos, alargando su vida útil y reduciendo el impacto ambiental.
2. **Fortalecimiento de la educación ambiental:** A través de campañas y talleres, los habitantes del municipio aprenden sobre la importancia del reciclaje y la correcta gestión de residuos.
3. **Mejoras en la economía local:** Al valorizar ciertos residuos, el programa contribuye a la economía local mediante la recolección y venta de materiales reciclables.

4.2.6.3. Actores involucrados en el programa basura cero.

El programa Basura Cero en Uriondo cuenta con la colaboración de varios actores clave:

- **Gobierno Municipal de Uriondo:** Responsable de coordinar la implementación y la logística de recolección y disposición de los residuos.
- **ONGs y organizaciones ambientales:** Como Agua Tuya, que ha facilitado recursos, capacitación y campañas de concientización en la comunidad con el apoyo de la cooperación sueca.
- **Comunidad local:** Los habitantes del municipio juegan un rol fundamental al separar residuos y participar en los talleres de educación ambiental.

4.2.6.4. Aprovechamiento mediante compost.

Dentro del Programa Basura Cero, el compostaje desempeña un rol fundamental al permitir la valorización de residuos orgánicos generados en el municipio de Uriondo. Este proceso convierte restos de alimentos y desechos vegetales en un abono natural de alta calidad, promoviendo la reducción de residuos enviados a vertederos. Con el compostaje, Basura Cero no solo busca minimizar el impacto ambiental, sino también impulsar una economía circular, donde los residuos orgánicos son transformados en recursos útiles para la agricultura local.

Actualmente Uriondo recibe 3 (Tn./mes) de residuos orgánicos y en los primeros 6 meses generó 0,5 (Tn.) de abono natural ya que en su proceso incorporo rumen de vaca y sangre,

esto incrementa el calor y baja el volumen final del producto. (Proyecto Basura Cero - Tarija, 2022, pág. 15)

Esto significa que aproximadamente el 16,67% de los residuos orgánicos procesados en el municipio se convierten en compost debido a los cambios de volúmenes del proceso de descomposición.

El municipio de Uriondo cuenta con un espacio designado específicamente para la realización de compostaje comunitario manual, donde se procesan los residuos orgánicos generados. Este abono natural producido es aprovechado dentro del municipio para enriquecer los viveros y diversos cultivos locales, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles. Esta iniciativa no solo fomenta el uso eficiente de los residuos, sino que también impulsa la economía circular al integrar el compost en actividades productivas clave del municipio.

Figura 20. Planta de compostaje del municipio de Uriondo.



Fuente: Página de Facebook del Gobierno Municipal de Uriondo(2022).

Figura 21. Vivero municipal de Uriondo.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Perspectiva de la comunidad.

Según las encuestas realizadas en el municipio de Uriondo, gran parte de los habitantes utiliza sus residuos orgánicos como alimento para sus animales. Sin embargo, la mayoría de ellos no ha recibido información sobre la separación de residuos, lo que limita el manejo adecuado de los desechos. A pesar de esta falta de conocimiento, muchas personas están dispuestas a participar en programas de reciclaje o separación de residuos si se les brinda la capacitación necesaria. Además, cerca de la mitad de los encuestados ya valoriza sus residuos de alguna manera. Esto demuestra un interés en mejorar las prácticas actuales y una buena base para futuros programas de compostaje en la comunidad.

4.3. Planificación.

4.3.1. Autorizaciones.

Para llevar a cabo el proyecto, se gestionaron las autorizaciones necesarias mediante cartas formales. En primera instancia, se solicitó el permiso al alcalde del municipio de Uriondo, Ingeniero Javier Lazcano, quien revisó la solicitud y posteriormente la remitió al Ingeniero Juan Carlos Sagredo, director de desarrollo productivo y medio ambiente del municipio. Gracias a este proceso, se obtuvieron las autorizaciones correspondientes para realizar la recolección y caracterización de residuos sólidos en las áreas designadas, asegurando el respaldo y la colaboración de las autoridades locales. Ver las autorizaciones correspondientes en el ANEXO 1.

4.3.2. Personal a cargo del proyecto.

El equipo encargado de llevar a cabo el trabajo de campo de este proyecto está conformado por dos personas: mi persona y un compañero de carrera. Mi rol en el proyecto incluye la función de chofer y recolector, siendo responsable del transporte de los residuos desde los puntos de recolección hasta los sitios de análisis. Mi compañero, por su parte, actuará como recolector de residuos, asistiendo en la identificación, recolección y clasificación de los desechos en las distintas áreas designadas para el estudio. Esta colaboración permite una gestión eficiente del trabajo en campo, facilitando el traslado y procesamiento de las muestras de acuerdo con el cronograma establecido.

Figura 22. Personal a cargo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Para formalizar la participación en el proyecto, se elaboró un documento de identificación personal para cada miembro del equipo.

Figura 23. Documento de identificación personal.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Lugar del trabajo.

Una vez realizada la recolección de los residuos, se prevé utilizar como sitio para llevar a cabo la caracterización de las muestras mi domicilio, ubicado en el municipio de Cercado, en el barrio Los Chapacos. Este lugar fue elegido debido a su accesibilidad y a las condiciones adecuadas para el análisis, permitiendo un espacio controlado y seguro para clasificar y evaluar los residuos recolectados.

Figura 24. Lugar de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Materiales, herramientas y equipos.

Se logró conseguir todas las herramientas, materiales y equipos previstos en la planificación inicial, lo cual incluye bolsas de recolección, guantes, contenedores, y otros insumos necesarios para la manipulación y caracterización de los residuos sólidos. Además, se dispone de un vehículo recolector adecuado para facilitar el transporte de los residuos desde los puntos de recolección hasta el lugar designado para su caracterización.

Figura 25. Vehículo recolector.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Planificación de muestras y muestreo.

Se determinó una cantidad de muestras adecuada para obtener datos confiables sobre los residuos generados en distintas fuentes, tales como viviendas, instituciones educativas, mercados, plazas y zonas de barrido de calles esto especificado en el capítulo 2 Metodología.

La caracterización de los residuos se llevará a cabo durante un periodo de 8 días, en el cual el Día 1 estará dedicado al registro inicial y a la explicación del propósito y metodología del estudio a todos los participantes. Durante los días siguientes, se realizarán las caracterizaciones en dos grupos diferenciados: los residuos de instituciones educativas, barrido de calles y mercado se recolectarán y analizarán de manera conjunta, mientras que los residuos de fuentes domiciliarias se recogerán y caracterizarán en un segundo periodo de 8 días.

Se realizó un análisis detallado de la ruta de recolección de residuos para la caracterización, con el objetivo de optimizar el recorrido y garantizar la eficiencia en el proceso de

Krecolección. Tras evaluar las áreas de interés, se decidió iniciar el trabajo en el Distrito 6 y concluir en el Distrito 2, siguiendo una ruta lógica que permite cubrir las zonas prioritarias de manera ordenada.

Figura 26. Recorrido de la recolección.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Elaboración del modelo de planillas y registros.

Para llevar a cabo la caracterización de los residuos sólidos, se eligió un modelo de planillas y registros que combina los lineamientos de la Norma Boliviana NB 743 y la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos de Perú. Este enfoque mixto permite contar con un sistema de registro detallado y estructurado, adaptado a las condiciones locales de Uriondo. Ver los modelos de registros y planillas en el ANEXO 2.

4.3.7. Calendario de actividades.

Se elaboró un cronograma específico para el trabajo de campo, el cual establece las actividades, tareas y plazos que deben cumplirse durante la recolección y caracterización de residuos sólidos.

Tabla 16. Cronograma planificado para trabajo de campo.

Día	Actividad	Descripción	Responsable
Día 1	Registro y explicación del estudio a instituciones educativas, mercados, barrenderos.	Presentación del estudio, objetivos y metodología a los participantes.	Mi persona
Día 2-9	Recolección en de residuos en instituciones educativas, mercados y calles.	Recolección y clasificación de residuos.	Mi persona y compañero
Día 10-12	Registro y Explicación del Estudio a fuentes domiciliarias.	Presentación del estudio, objetivos y metodología a los participantes.	Mi persona
Día 12-15	Recolección a fuentes domiciliarias.	Clasificación de residuos recolectados en domicilio, preparación para análisis detallado.	Mi persona y compañero
Día 16	Recolección a fuentes domiciliarias y llevado de muestras a laboratorio.	Clasificación de residuos recolectados en domicilio.	Mi persona y compañero
Día 16-18	Recolección a fuentes domiciliarias.	Clasificación de residuos recolectados en domicilio, preparación para análisis detallado.	Mi persona y compañero

Día 19 en adelante	Análisis de Resultados y Registro en Planillas	Registro de datos en planillas siguiendo el modelo basado en la NB 743 y Guía de Perú.	Mi persona
---------------------------	--	--	------------

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Trabajo de campo.

4.4.1. Registro y explicación del estudio a los participantes.

Para llevar a cabo el estudio, se reclutaron voluntarios participantes tanto de hogares como de instituciones educativas en los distritos del municipio de Uriondo por donde pasa el servicio de recolección de residuos. En total, se logró la participación de 114 domicilios distribuidos en diferentes distritos, además de 5 instituciones educativas, que incluyeron a Delfín Pino Echazú, Santa Cecilia, Dr. Aniceto Arce de Chocloca, Prof. Rosario Ramallo y Saladillo. A cada participante se le explicó en detalle en qué consistía el estudio, su duración y se lo procedió a registrar anotando el número de habitantes en su hogar nombre y firma y en caso de las instituciones educativas se registró su nombre y el sello de la unidad educativa. Ver los registros de los participantes en el ANEXO 2.

Figura 27. Explicación del estudio y registro de participantes domiciliarios.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Explicación del estudio y registro a instituciones educativas.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los domicilios, se entregaron tres bolsas de diferentes colores para la separación de residuos de manera diferenciada: la bolsa negra para residuos sanitarios, la blanca para residuos inorgánicos y la verde para residuos orgánicos. También se distribuyeron panfletos informativos donde se reiteraba la manera correcta de disponer los residuos para el estudio,

y después se de registrar se colocó un stiker en la pared del domicilio para poderlo identificar a la hora del recojo de los residuos. Esta fase inicial de registro y orientación permitió que los participantes comprendieran su rol en el estudio y facilitaran el proceso de recolección diferenciada de los residuos. Ver el modelo de panfleto informativo en el ANEXO 3.

Figura 29. Colocado de stikers en domicilios participantes.



Fuente: Elaboración propia.

Para la recolección de residuos en las áreas de barrido de calles y el mercado, no fue necesario realizar un registro individual de participantes, ya que estas áreas no requerían voluntarios específicos. Únicamente se gestionó el permiso del municipio, como se mencionó anteriormente, para autorizar la recolección de residuos en estos espacios públicos.

Se explicó a los participantes que el estudio comenzaría con un Día 0, dedicado exclusivamente a la recolección de residuos acumulados previamente en cada una de las fuentes, incluyendo domicilios, instituciones educativas, áreas de barrido y el mercado. Este

día inicial tuvo como objetivo recolectar cualquier residuo que los participantes o responsables tuvieran amontonado, permitiendo comenzar el estudio con un ambiente limpio y con una línea de base clara para el seguimiento posterior de la generación de residuos. Esta recolección inicial fue fundamental para obtener datos representativos desde el primer día del estudio.

4.4.2. Recojo y traslado de los residuos.

La recolección de los residuos se llevó a cabo en dos lapsos de tiempo diferenciados para asegurar una organización y un análisis adecuados. En el primer periodo, se recolectaron por separado los residuos generados en las instituciones educativas, el mercado y las áreas de barrido. Posteriormente, en un segundo periodo, se realizó la recolección de residuos provenientes de fuentes domiciliarias, lo cual facilitó la separación de los datos y su análisis de acuerdo con el tipo de fuente.

4.2.2.1. Recojo en unidades educativas.

Se trabajo con 5 instituciones educativas 2 de zonas urbana y 3 del área rural.

Tabla 17. Instituciones educativas participantes.

Número	Institución Educativa	Zona
1	Delfín Pino Echazú	Urbano
2	Santa Cecilia	Urbano
3	Dr. Aniceto Arce de Chocloca	Rural
4	Prof. Rosario Ramallo	Rural
5	Saladillo	Rural

Fuente: Elaboración propia.

La recolección de residuos en las instituciones educativas se realizó durante los días de actividad escolar, es decir, de lunes a viernes. El Día 0, designado para recolectar los residuos acumulados previamente, se llevó a cabo el lunes a primera hora en todas las instituciones, estableciendo una base uniforme para el estudio. Para evitar la mezcla de residuos entre las

distintas instituciones, cada recolección se almacenó en sacos etiquetados con el nombre de cada colegio, asegurando así una separación clara de las muestras.

Tabla 18. Resumen de pesos en la semana de instituciones educativas.

Institución educativa	Total, de la semana (kg./semana)	Número de estudiantes
Delfín Pino Echazú	55,42	361
Santa Cecilia	91,5	310
Dr. Aniceto Arce de Chocloca	63,631	177
Prof. Rosario Jaramillo	86,25	342
Saladillo	31,75	73

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Recojo en instituciones educativas.





Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2. Recojo de mercado y barrido de calles.

La recolección de residuos en el mercado municipal y en las áreas designadas para el barrido de calles, que incluyó la plaza principal de Uriondo, se realizó de manera continua de lunes a lunes durante el periodo de estudio donde al igual que en las instituciones educativas el primer día fue el día 0, asegurando que se capturara la generación diaria de residuos en estas zonas de alta actividad. Para mantener la separación de los residuos provenientes de estas áreas respecto a los de las instituciones educativas, cada recolección también se almacenó en sacos claramente marcados que identificaban su origen como mercado o barrido de calles.

Tabla 19. Pesos de residuos de barrido de calles.

Día	Barrido de Calles (kg.)
1	17,421
2	
3	13,5
4	
5	15,969
6	
7	
Total	46,89

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Recojo de barrido y plaza principal.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Pesos de residuos en el mercado central de Uriondo.

Día	Mercado Central de Uriondo (kg.)
1	16,991
2	14,55
3	6,811
4	12,265

5	10,765
6	11,41
7	12,676
Total	85,468

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Recojo en el mercado municipal de Uriondo.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.3. Recojo de fuentes domiciliarias.

La recolección de residuos en fuentes domiciliarias comenzó un día jueves como Día 0 y concluyó el jueves de la semana siguiente, permitiendo capturar una semana completa de generación de residuos en los hogares. Para facilitar el análisis por áreas, los residuos de cada distrito se recolectaron y almacenaron en bolsas separadas por distrito, lo cual permitirá un análisis detallado de la generación de residuos en cada zona. Durante la recolección, los residuos se pesaron registraron en planillas en dos categorías: orgánicos e inorgánicos, asegurando datos específicos sobre cada tipo de residuo generado.

Tabla 21. Resumen de pesos de residuos en fuentes domiciliaria.

RESUMEN DE PESOS FUENTES DOMICILIARIAS				
	PESO TOTAL ORGÁNICOS	PESO TOTAL INORGÁNICOS	TOTAL	PARTICIPANTES
DÍA 1	34,164	48,632	82,797	354
DÍA 2	30,778	36,929	67,708	341
DÍA 3	49,838	78,38	128,218	336
DÍA 4	38,849	41,33	80,178	330
DÍA 5	32,794	36,334	69,128	337
DÍA 6	29,103	45,728	74,828	317
DÍA 7	28,829	38,365	66,827	316

Fuente: Elaboración propia.

Ver el registro de los pesos en el ANEXO 4.

El proceso de recolección se inició, tal como estaba planificado, en el distrito La Chozza y finalizó en el distrito Juntas, cubriendo así todos los distritos involucrados en el estudio. Tras completar la recolección en cada distrito, los residuos fueron trasladados al lugar de caracterización para su análisis y procesamiento detallado.

Figura 33. Recojo en fuentes domiciliarias.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Caracterización.

La caracterización de los residuos se llevó a cabo mediante un proceso de separación y pesaje de cada tipo de residuo recolectado, siguiendo los lineamientos de la Norma Boliviana NB 743 y la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del Perú. Cada muestra fue clasificada según los tipos de residuos establecidos, tales como orgánicos, plásticos, papel, metales y otros, de acuerdo con las categorías especificadas en dichas normativas. Además, se realizó una caracterización por separado para cada distrito, permitiendo obtener datos específicos sobre la generación y composición de residuos en cada zona del municipio. Los datos de peso y tipo de cada residuo fueron registrados en tablas de caracterización, que se presentan en el

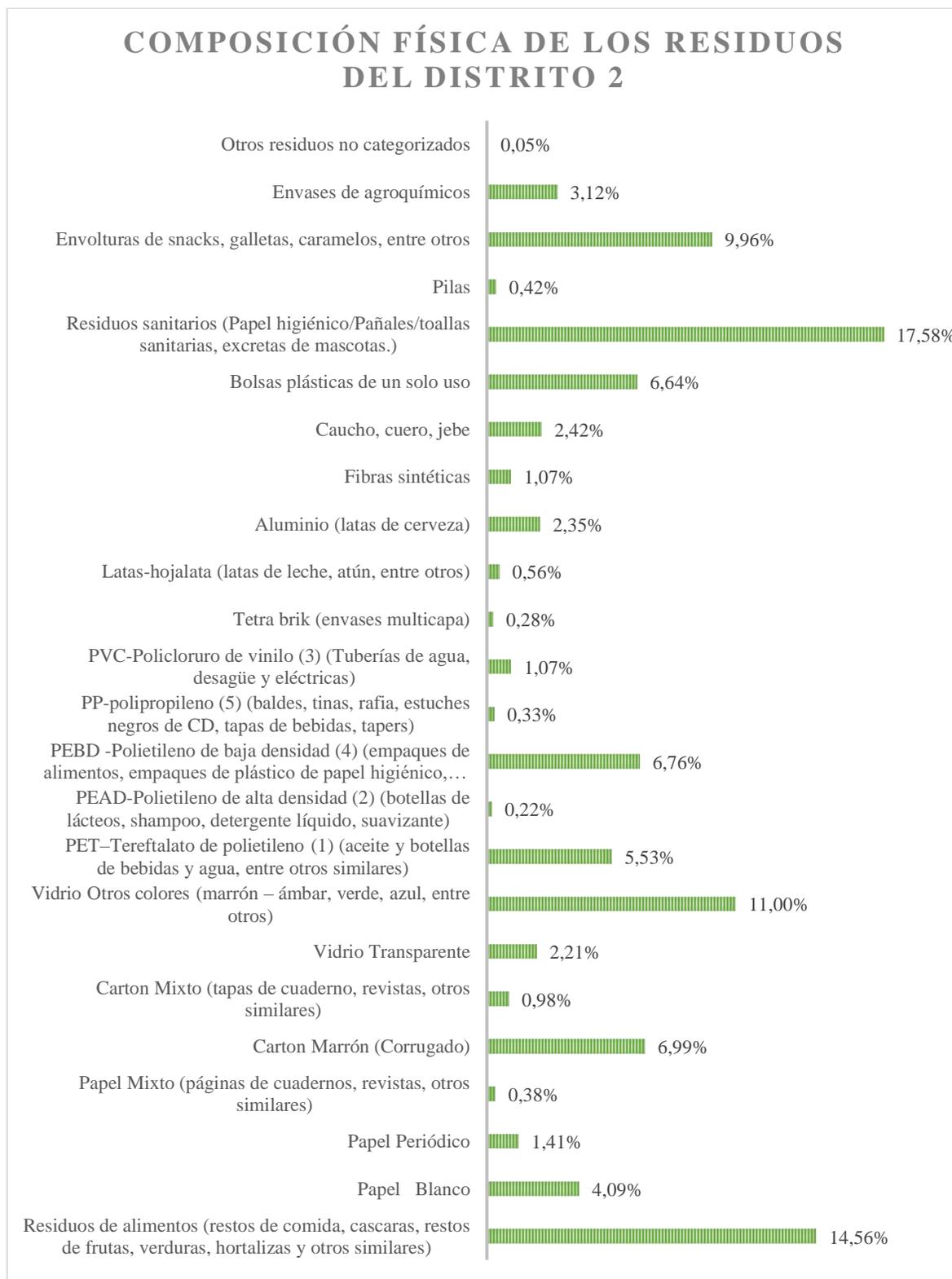
ANEXO 5, facilitando una evaluación clara y organizada de la composición de los residuos sólidos generados en las distintas fuentes y distritos.

Figura 34. Caracterización de residuos sólidos.



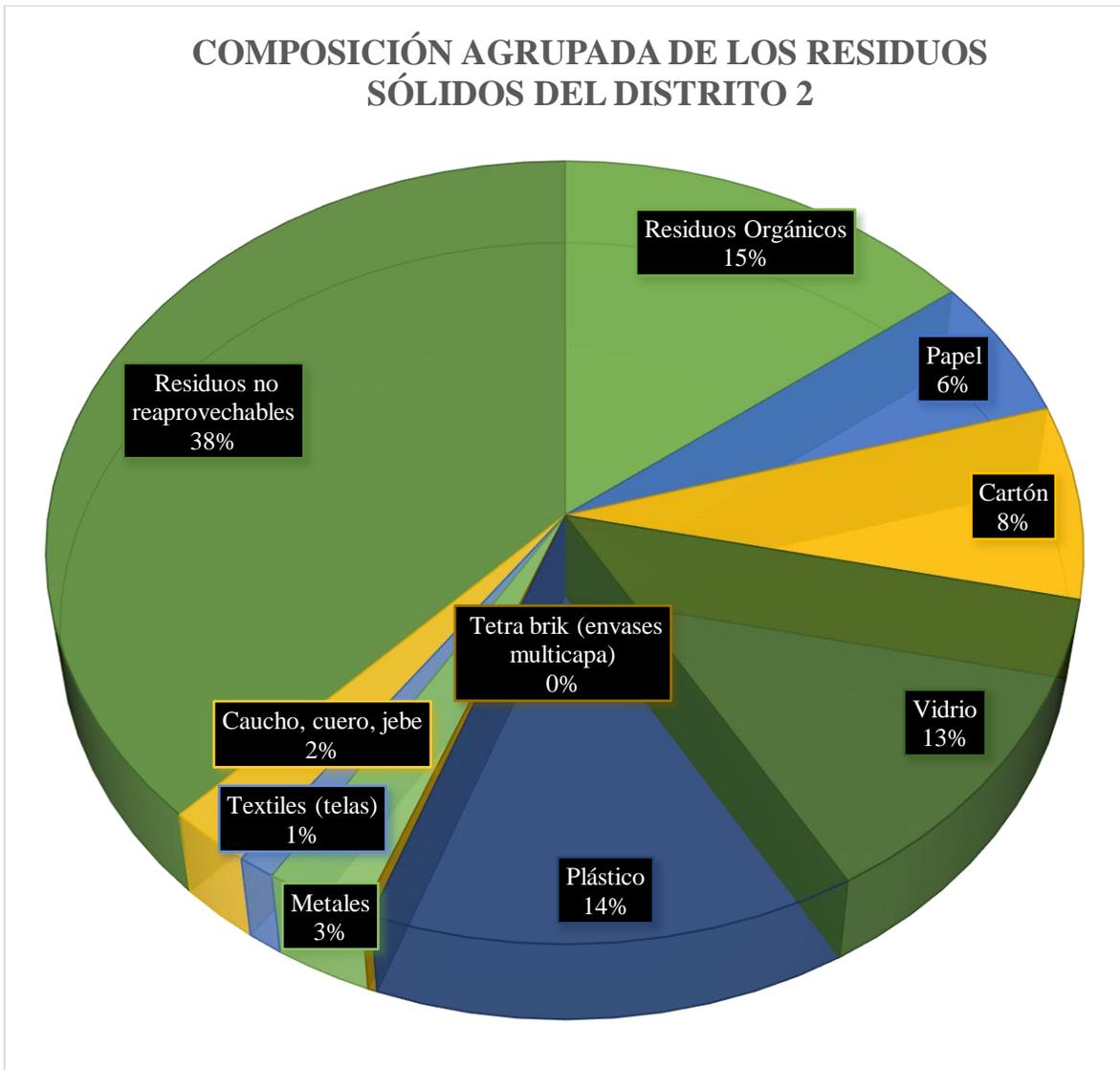
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Composición física de los residuos del distrito 2.



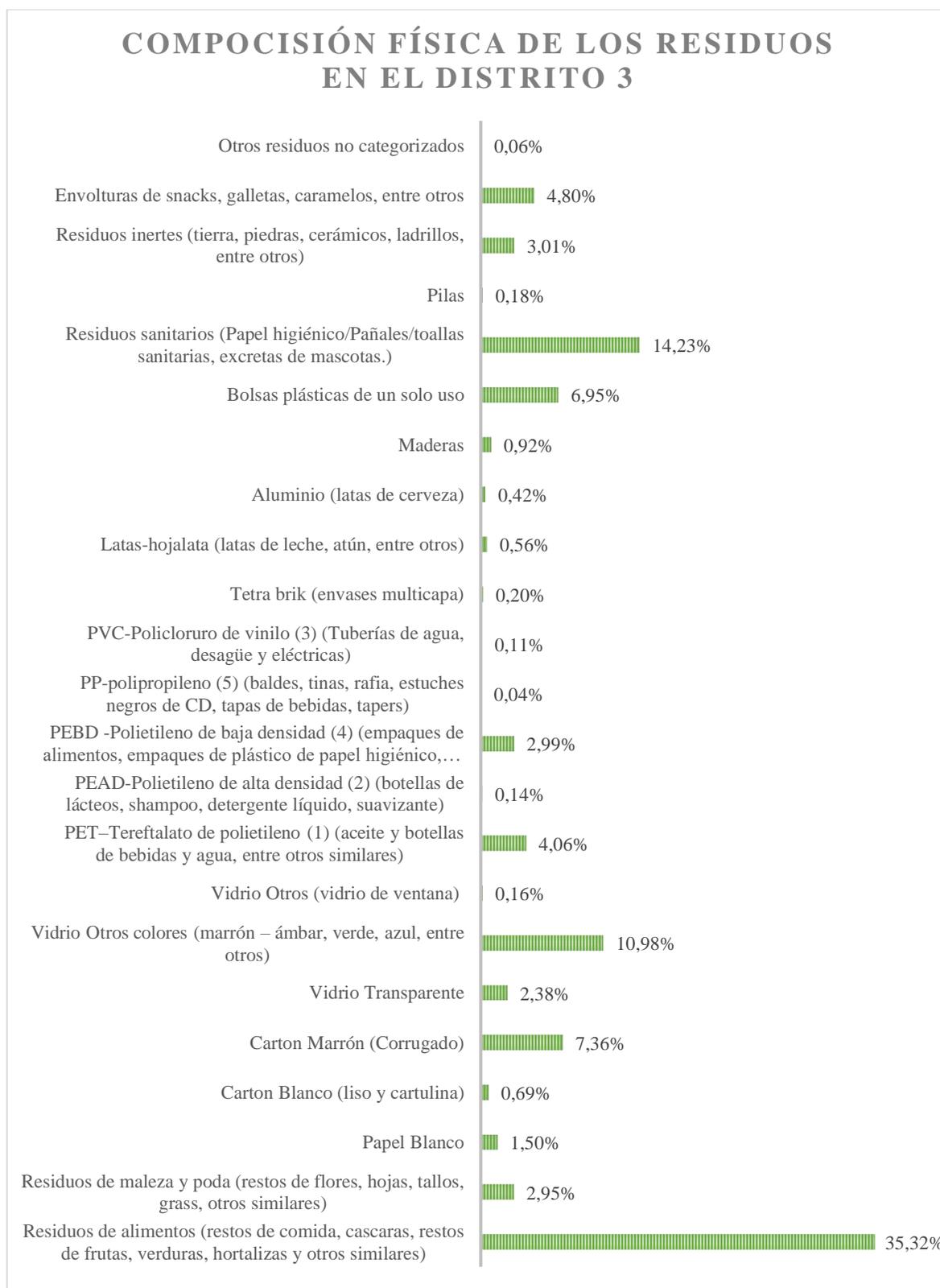
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 2.



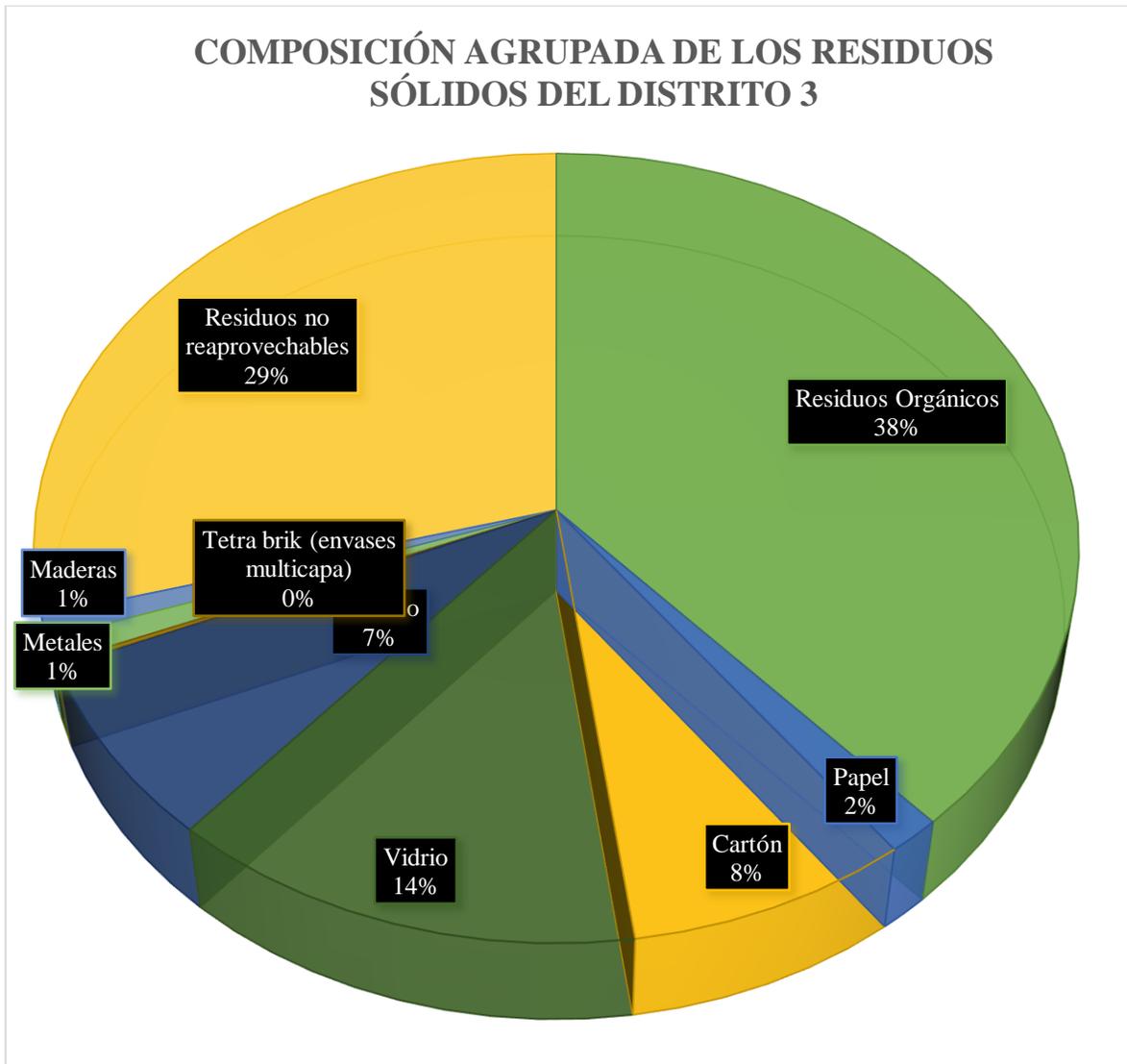
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Composición física de los residuos del distrito 3.



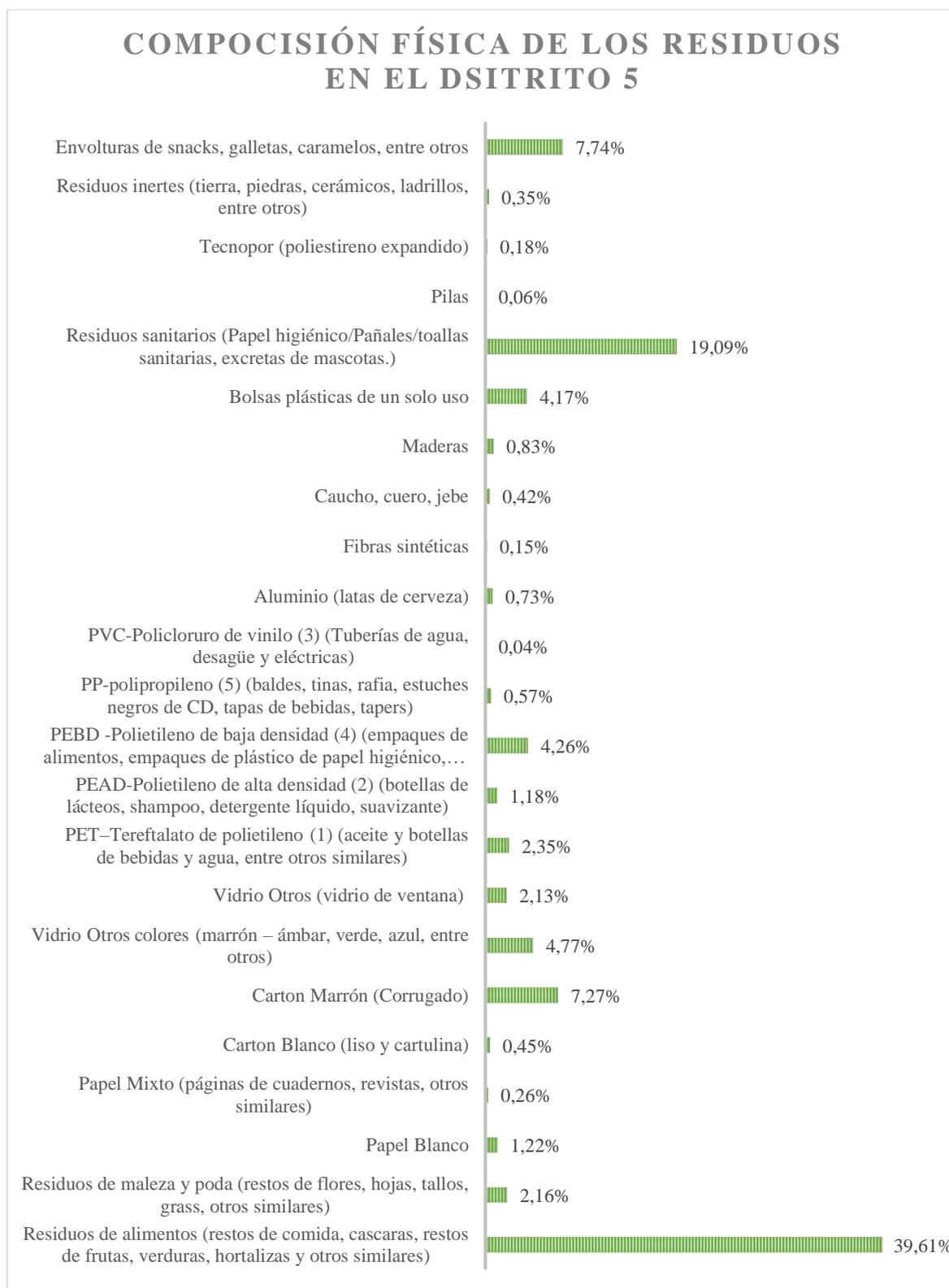
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 3.



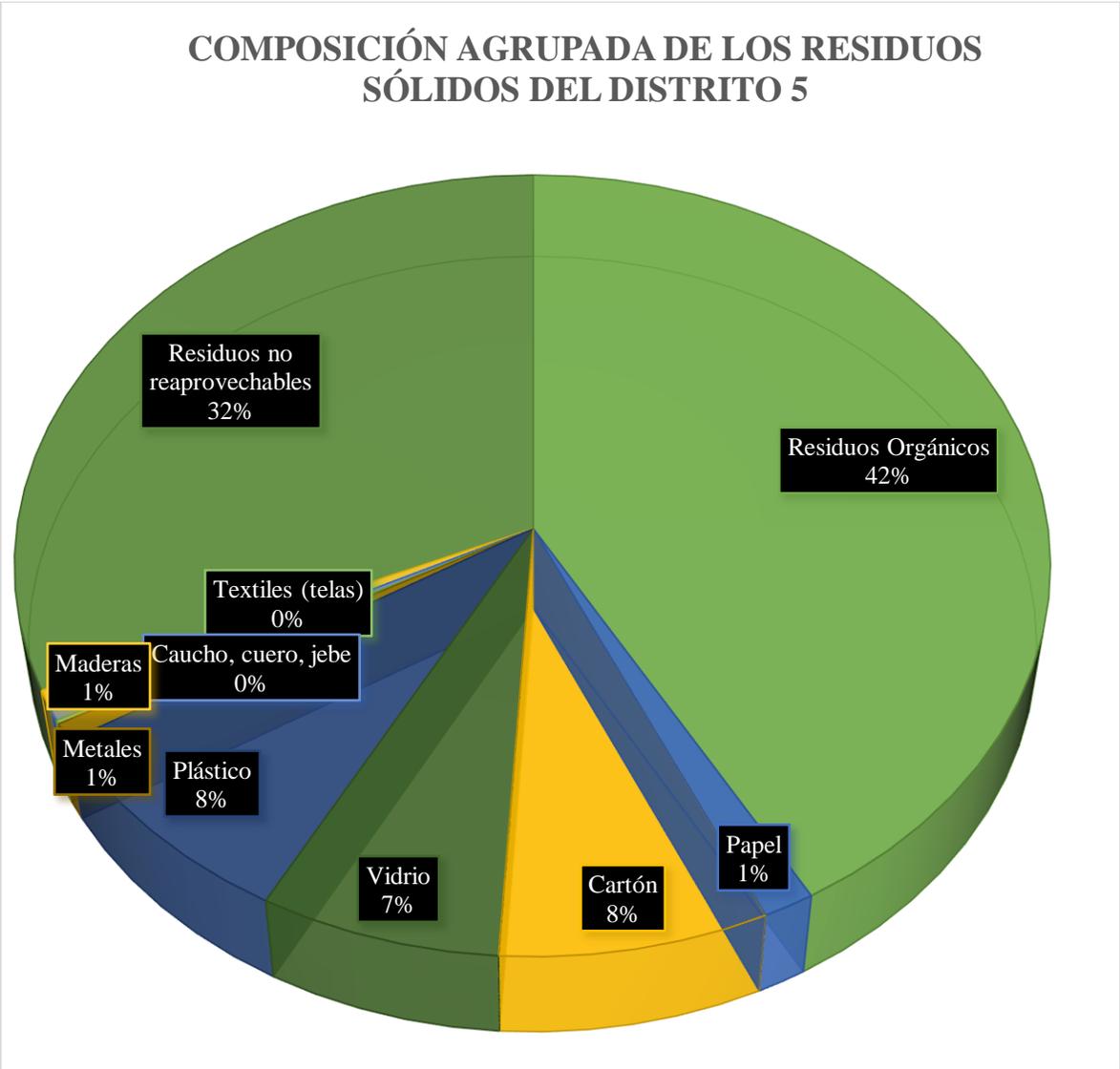
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Composición física de los residuos del distrito 5.



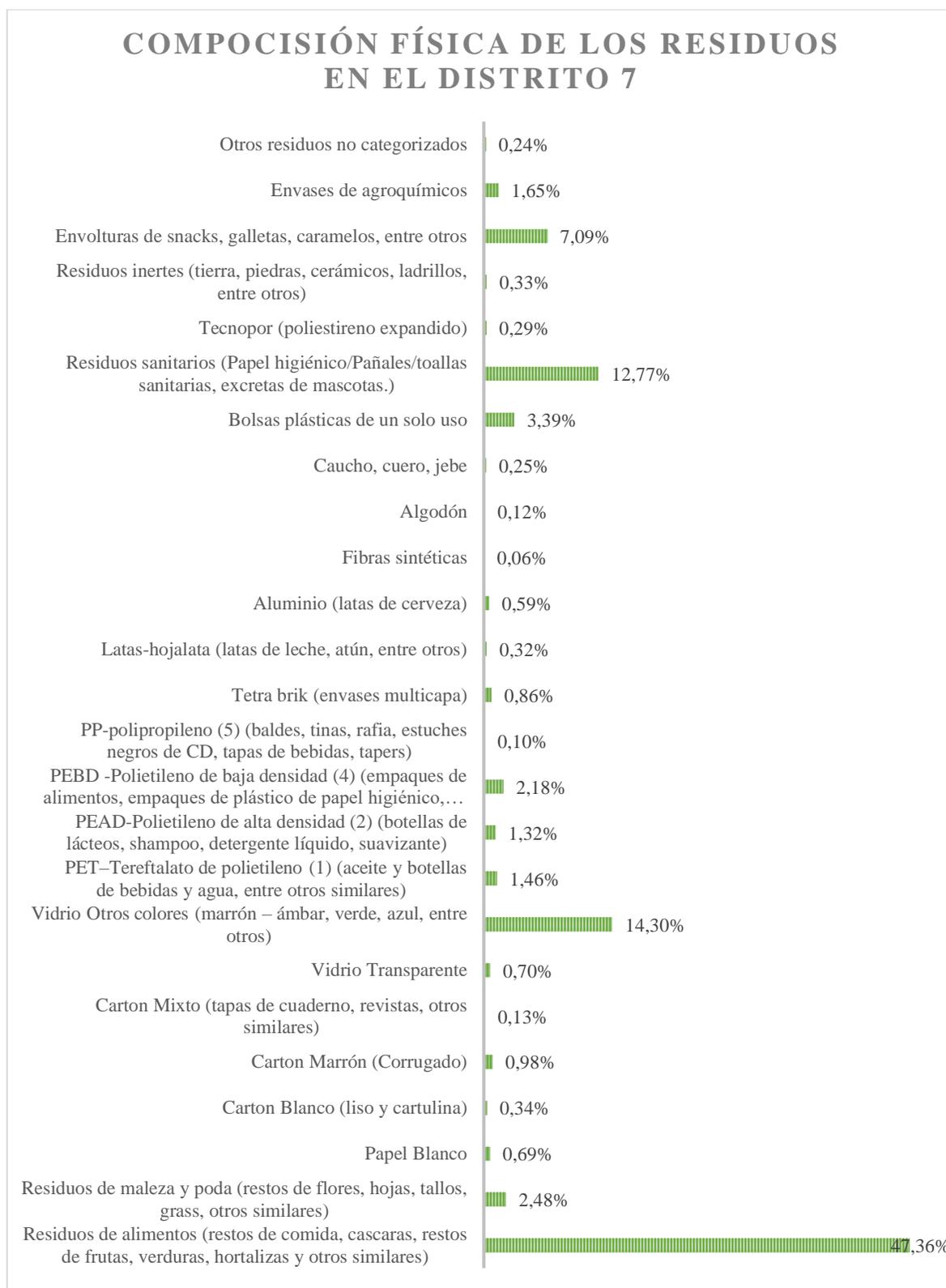
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 5.



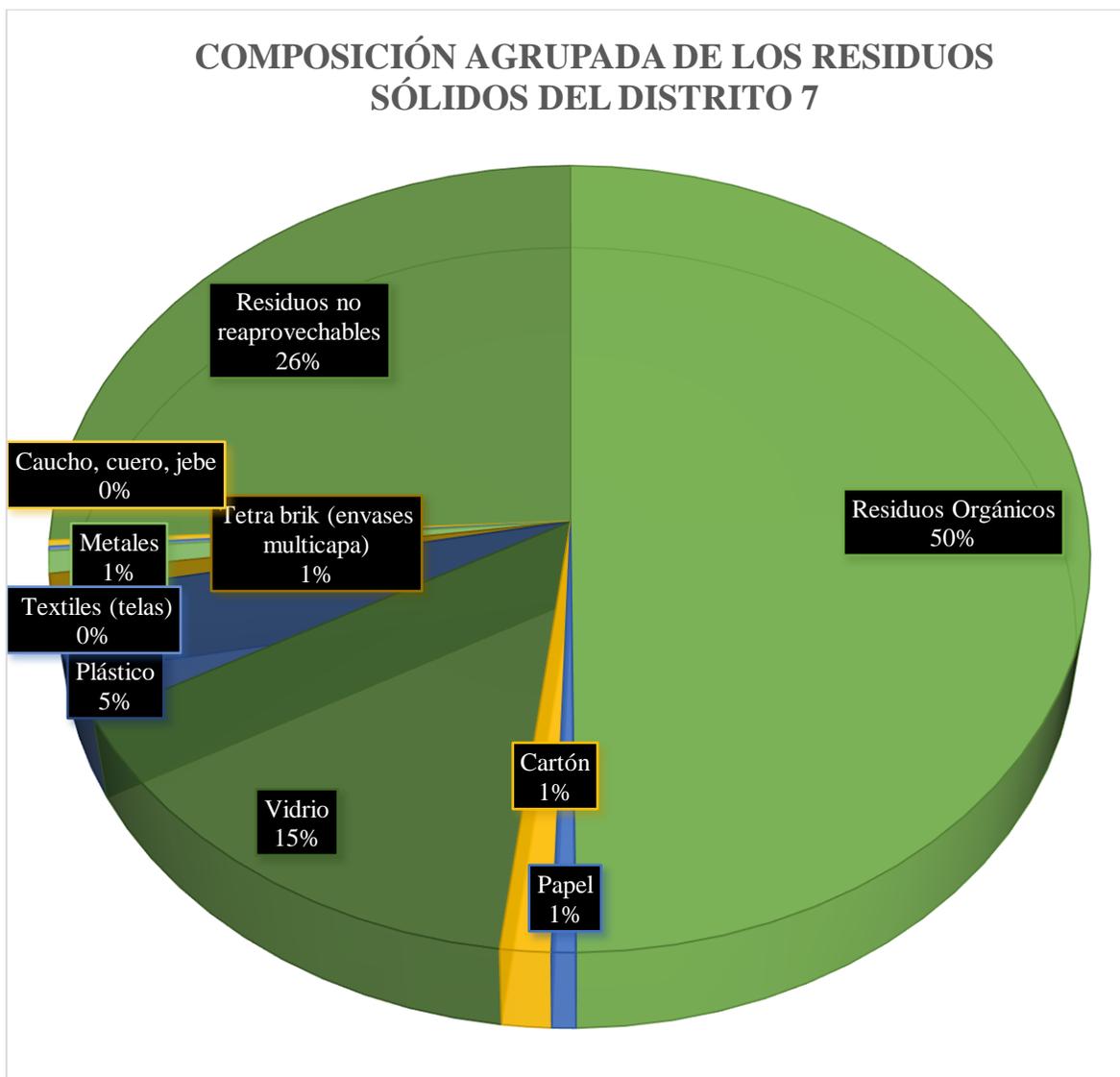
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7. Composición física de los residuos del distrito 7.



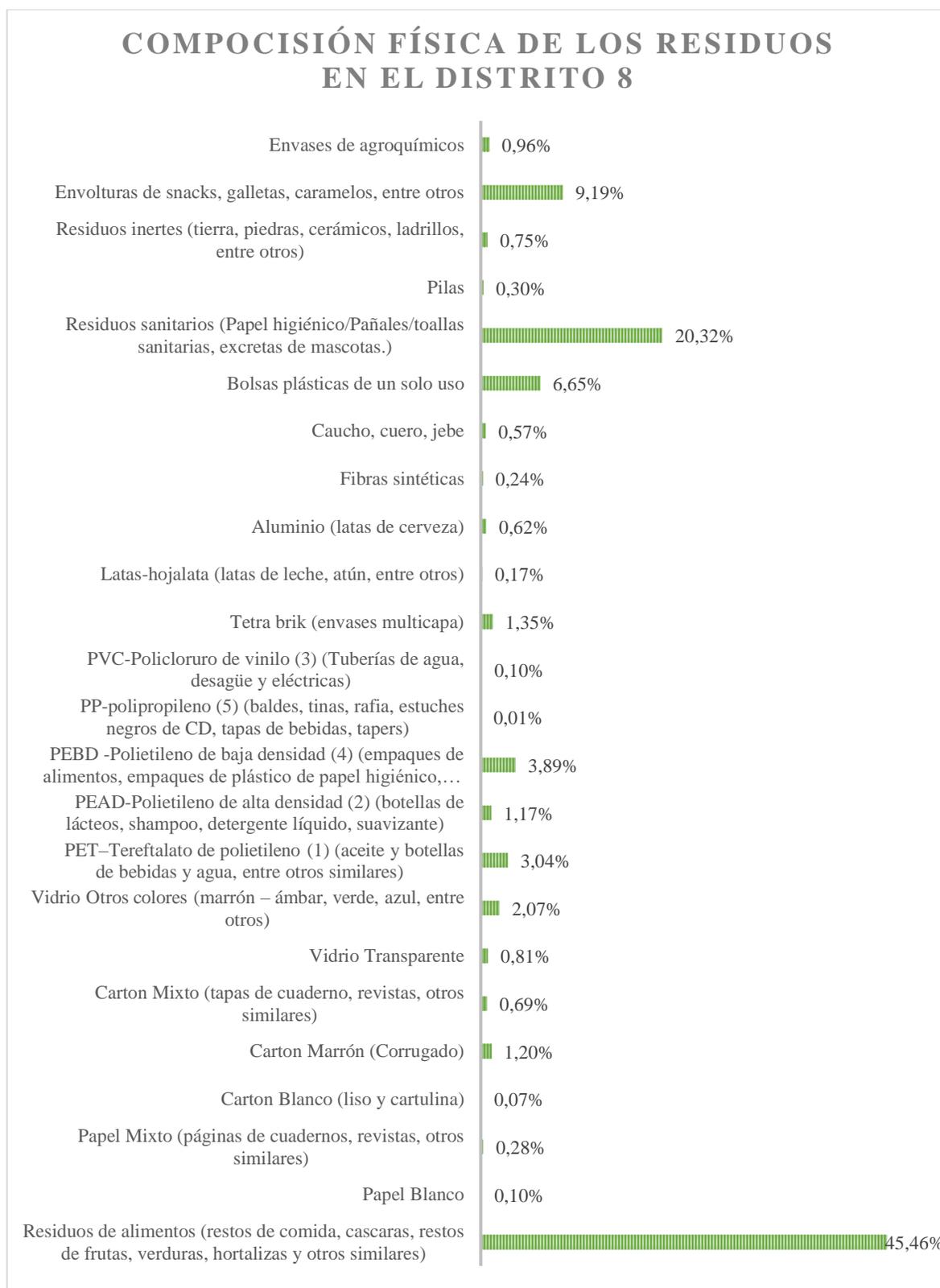
Fuente: Elaboraci3n propia.

Gráfico 8. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 7.



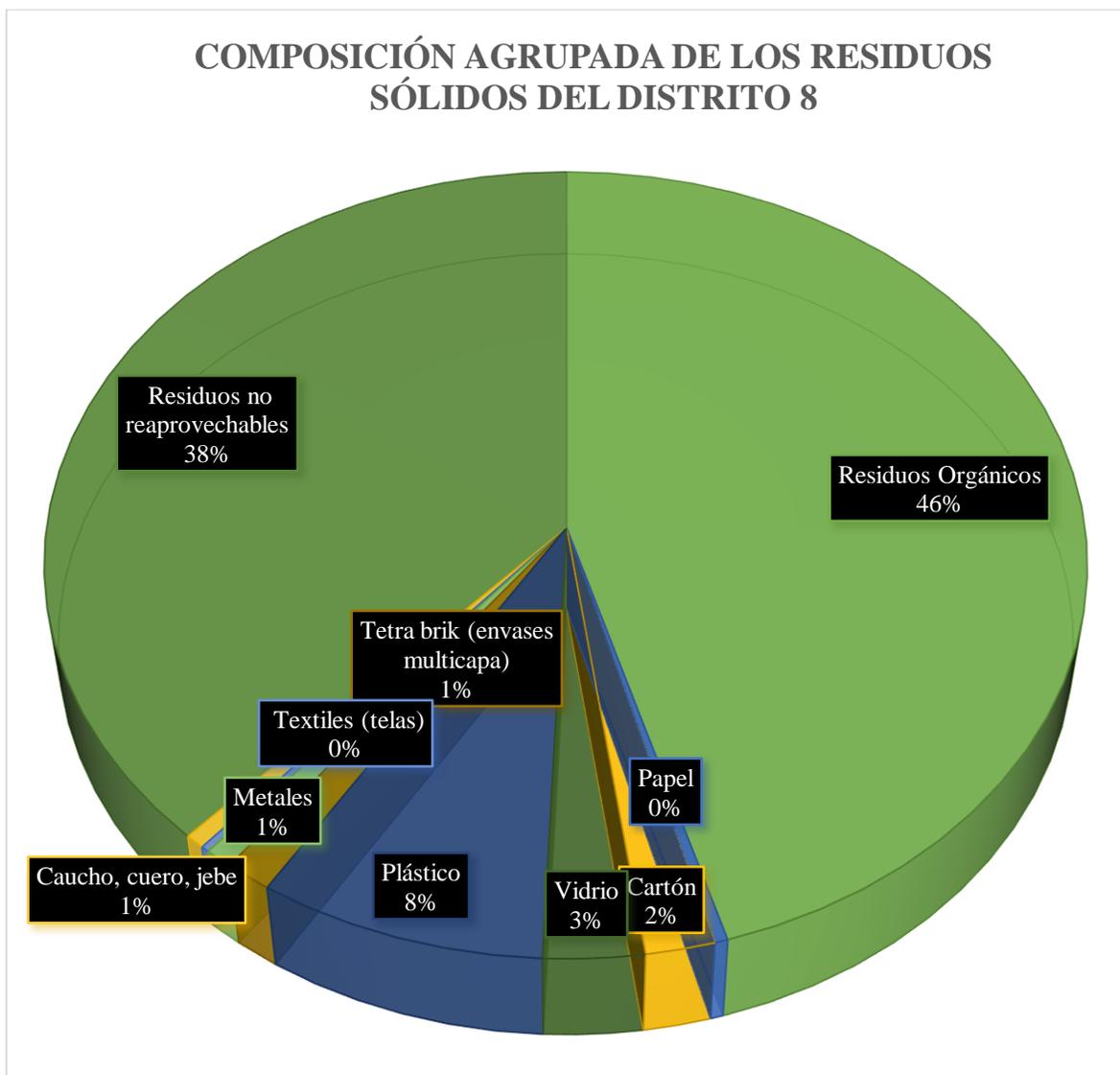
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9. Composición física de los residuos del distrito 8.



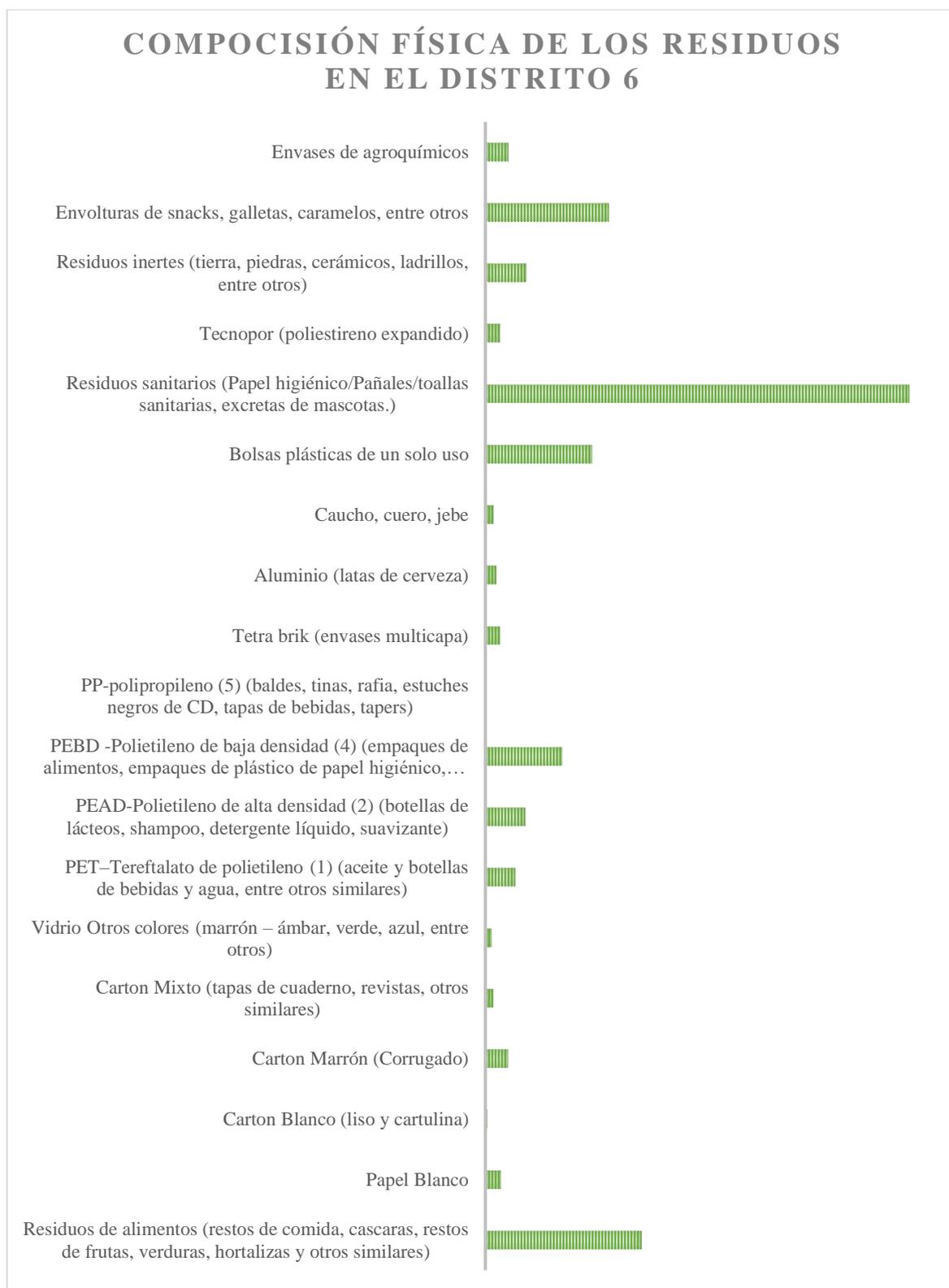
Fuente: Elaboración propia.

hGráfico 10. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 8.



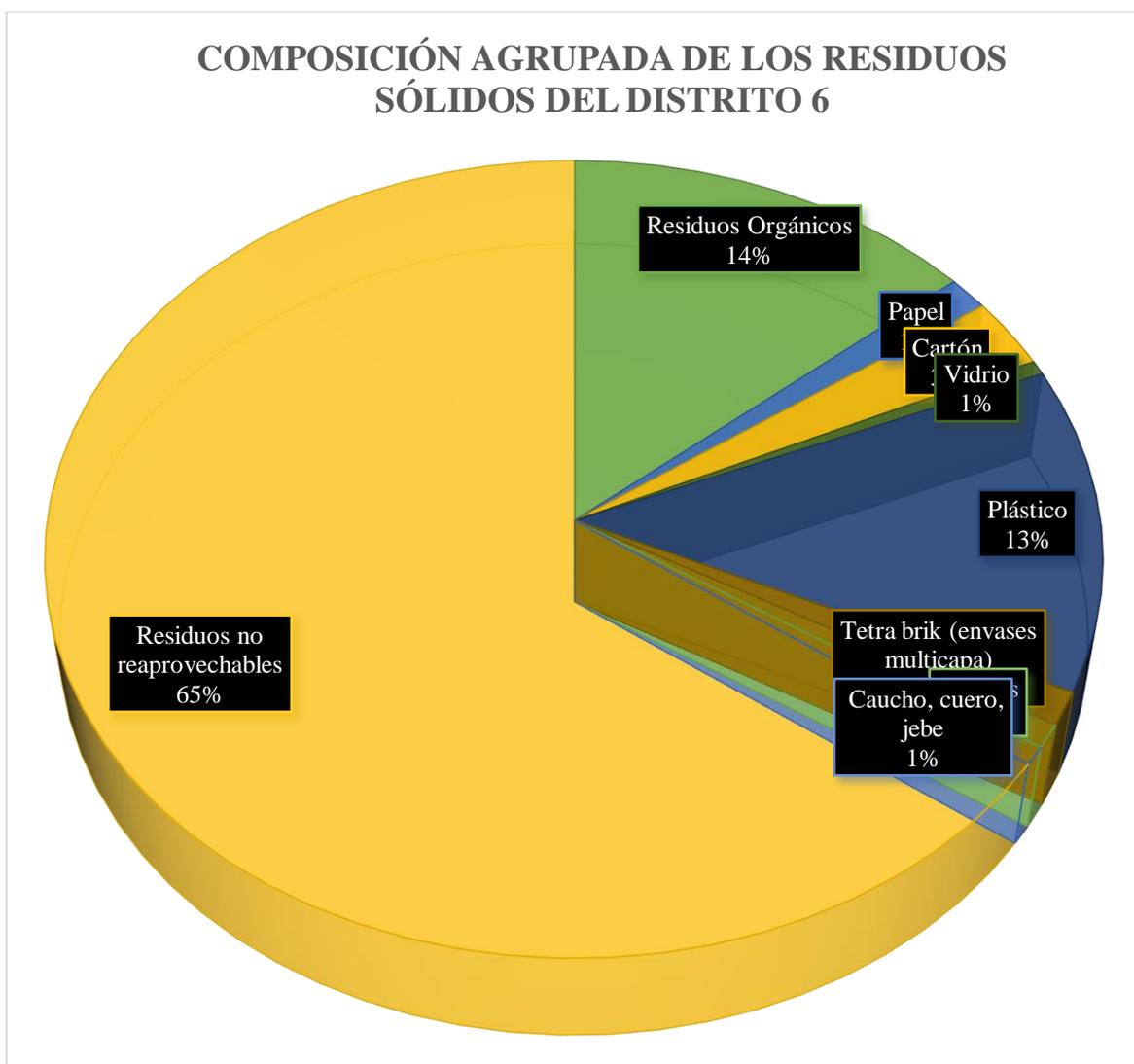
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11. Composición física de los residuos del distrito 6.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12. Composición agrupada de los residuos sólidos del distrito 6.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.1. Preparación de muestras para laboratorio.

La preparación de muestras para análisis de laboratorio se realizó el cuarto día del estudio, siguiendo la recomendación de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del Perú. La toma de muestras se enfocó exclusivamente en los residuos orgánicos, debido a su relevancia en el análisis de parámetros físico-químicos. Para seleccionar las muestras, se utilizó el método del cuarteo, tal como lo indica la Norma Boliviana NB 743, asegurando una muestra representativa y homogénea. Este método consistió en dividir la muestra inicial de residuos orgánicos en cuatro partes iguales; dos de ellas fueron descartadas, y el proceso de división se repitió hasta obtener las tres muestras finales requeridas.

Figura 35. Homogenización de las muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Cuarteo de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

Estas tres muestras de residuos orgánicos fueron luego subdivididas en dos partes cada una, con el propósito de enviarlas a dos laboratorios diferentes para cumplir con los parámetros analíticos exigidos por la normativa. Los laboratorios seleccionados para el análisis fueron el laboratorio de CEANIC de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y el laboratorio de suelos de la carrera de Agronomía de la misma universidad. Para preservar las

características originales de las muestras, ambos laboratorios solicitaron que el transporte se realizara en un conservador con hielo, manteniendo la frescura y estabilidad de las muestras hasta el momento del análisis.

Figura 37. Muestras listas para el transporte.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.2. Mediciones para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos del municipio.

Para la medición de la densidad o peso específico de los residuos sólidos, se utilizó un cilindro de 200 litros, siguiendo el procedimiento indicado en la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Perú. Primero, se llenó el cilindro con los residuos de las muestras y posteriormente se golpeó los residuos para ir compactando después de esto se

tomó las dimensiones del cilindro y el peso para posteriormente calcular la densidad de los residuos sólidos.

Figura 38. Mediciones para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

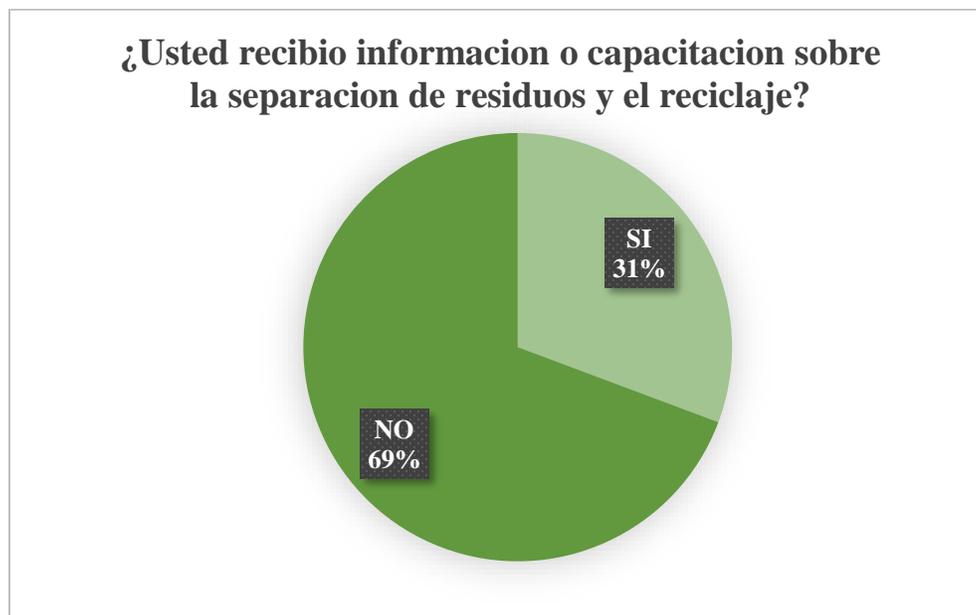
4.4.4. Encuestas.

Para finalizar el estudio, se realizaron encuestas a los participantes con el objetivo de recabar información adicional sobre sus conocimientos y prácticas en la gestión de residuos sólidos. Estas encuestas se llevaron a cabo con los mismos participantes que formaron parte del estudio, permitiendo obtener sus percepciones y experiencias de manera directa. La

información recopilada a través de las encuestas es fundamental para complementar los datos de caracterización. El modelo de la encuesta utilizada se encuentra en el ANEXO 6.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los participantes del estudio. Estos resultados se muestran de forma visual en los gráficos siguientes, lo que permite una mejor comprensión de las respuestas y opiniones recopiladas.

Gráfico 13. Resultado de encuestas pregunta 1.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el 69% de los encuestados no han recibido información o capacitación sobre la separación de residuos y el reciclaje, mientras que solo el 31% sí ha tenido acceso a este tipo de formación.

Interpretación:

- Este resultado evidencia una carencia significativa de programas educativos o de sensibilización ambiental en el municipio, lo cual puede ser una de las causas principales de la limitada participación ciudadana en actividades de separación y reciclaje de residuos.

- El bajo porcentaje de personas capacitadas pone de manifiesto la necesidad de reforzar estrategias de educación ambiental dirigidas a informar a la población sobre la importancia y los beneficios del reciclaje y la separación en origen.

Recomendación:

- Diseñar un plan de educación ambiental como parte del programa municipal que permita llegar al 100% de la población, garantizando que más personas comprendan cómo y por qué deben separar los residuos y participar en el reciclaje.

Gráfico 14. Resultado de encuestas pregunta 2.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el 59% de los encuestados separan los residuos en su hogar antes de desecharlos, mientras que el 41% no realiza esta práctica.

Interpretación:

- El porcentaje mayoritario (59%) indica que una parte significativa de la población tiene conocimientos o hábitos relacionados con la separación de residuos en origen.

Sin embargo, el 41% restante refleja que aún existe una brecha importante que debe ser atendida para fomentar una separación más generalizada.

- Este resultado sugiere que las campañas de sensibilización e información en el municipio han tenido algún efecto positivo, pero requieren fortalecerse para abarcar a la totalidad de los habitantes.

Recomendación:

- Implementar estrategias dirigidas al 41% que no separa los residuos, como campañas educativas específicas, incentivos económicos o logísticos (por ejemplo, dotación de contenedores diferenciados).

Gráfico 15. Resultado de encuestas pregunta 3.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que, entre las personas que respondieron que separan residuos en sus hogares, el 70% separa residuos orgánicos, el 11% separa residuos reciclables y el 19% separa ambos tipos de residuos.

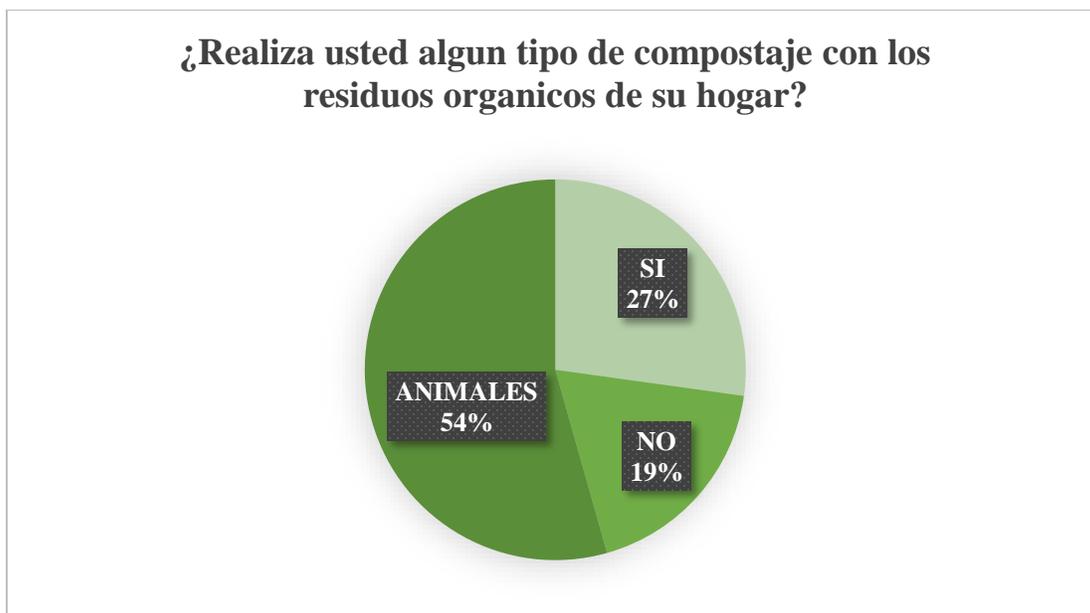
Interpretación:

- La mayoría de los encuestados (70%) priorizan la separación de residuos orgánicos, lo que indica una buena predisposición hacia prácticas como el compostaje o la valorización de estos residuos.
- El bajo porcentaje (11%) de personas que separan residuos reciclables refleja una oportunidad para fortalecer las estrategias de reciclaje, posiblemente debido a una falta de conocimiento o infraestructura para este tipo de residuos.
- El 19% que separa ambos tipos evidencia un grupo más consciente y comprometido, que podría ser clave para liderar o participar activamente en programas de reciclaje y compostaje.
- Estos datos respaldan la necesidad de priorizar la educación y sensibilización sobre el reciclaje, mientras se mantiene y fortalece el enfoque en la valorización de residuos orgánicos.
- Los resultados también sugieren que el compostaje puede ser una estrategia viable en el municipio, considerando la predisposición a separar residuos orgánicos.

Recomendación:

- **Incrementar la separación de reciclables:** Implementar campañas específicas para informar sobre los beneficios y técnicas de separación de residuos reciclables.
- **Aprovechar el interés por los orgánicos:** Promover el compostaje doméstico o comunitario, destacando su impacto positivo en la reducción de residuos enviados al relleno sanitario.
- **Capacitar al 19% comprometido:** Este grupo puede ser un pilar para incentivar a otros mediante su ejemplo y participación en actividades de educación ambiental.

Gráfico 16. Resultado de encuestas pregunta 4.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el 54% de los encuestados utiliza los residuos orgánicos de su hogar como alimento para animales, mientras que el 27% realiza algún tipo de compostaje con ellos y el 19% no les da ningún uso específico.

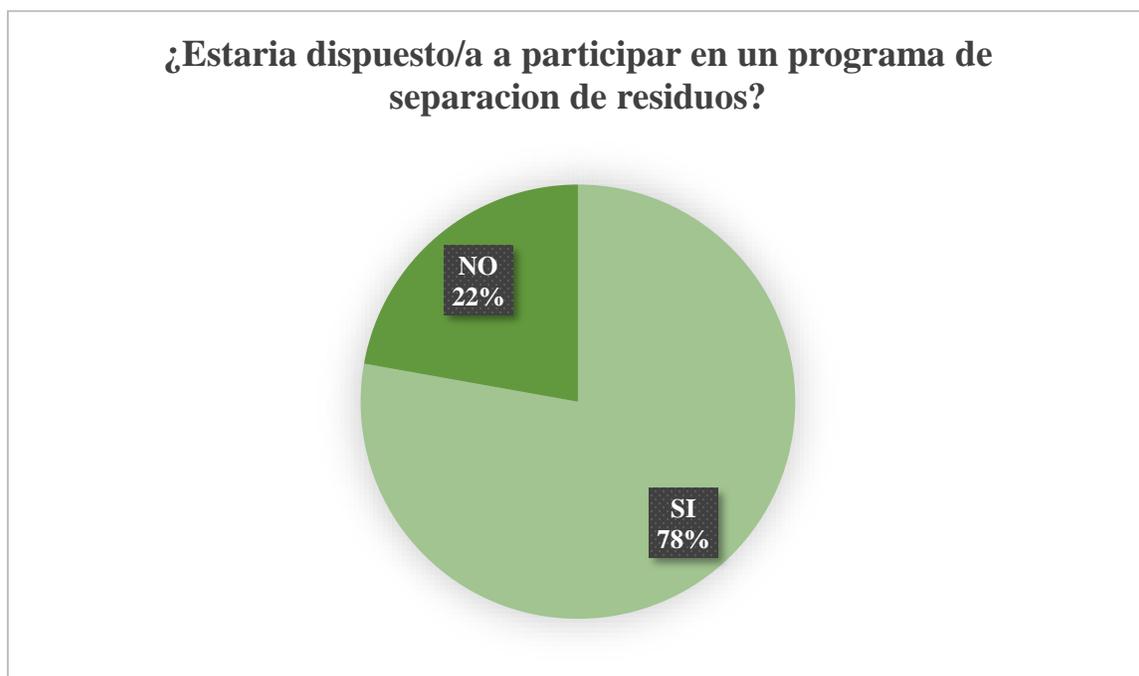
Interpretación:

- La mayoría de los encuestados (54%) aprovecha los residuos orgánicos como alimento para animales, lo que indica un enfoque práctico en su reutilización, aunque no necesariamente forma parte de un sistema organizado de gestión de residuos.
- El 27% que realiza compostaje refleja una disposición positiva hacia la valorización de residuos orgánicos, aunque aún es un porcentaje limitado.
- El 19% que no realiza ninguna actividad con estos residuos muestra la necesidad de incluirlos en programas de sensibilización y educación ambiental para incentivar su aprovechamiento.

Recomendación:

- **Fomentar el compostaje doméstico y comunitario:** Incrementar la proporción de hogares que realizan compostaje mediante capacitaciones y talleres.
- **Promover la combinación de estrategias:** Por ejemplo, usar parte de los residuos orgánicos como alimento para animales y el resto para compostaje.
- **Educar al 19% que no aprovecha los residuos:** Implementar campañas que muestren los beneficios económicos y ambientales de la reutilización de residuos orgánicos.

Gráfico 17. Resultado de encuestas pregunta 5.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el 78% de los encuestados estaría dispuesto a participar en un programa de separación de residuos, mientras que el 22% no está interesado.

Interpretación:

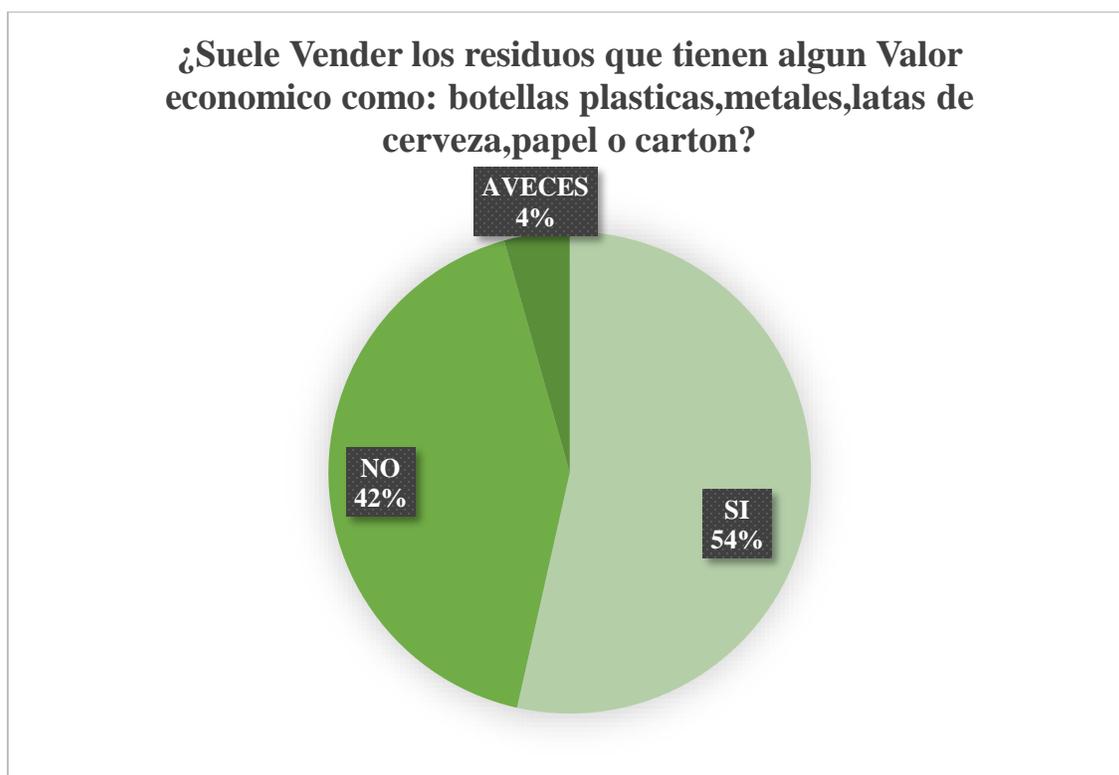
- El alto porcentaje de personas dispuestas a participar refleja una actitud positiva y receptiva hacia la implementación de un programa de separación de residuos. Esto indica un gran potencial para el éxito de estas iniciativas si se diseñan y ejecutan adecuadamente.

- El 22% que no está dispuesto puede estar relacionado con falta de conocimiento, interés o acceso a recursos necesarios para participar en programas de este tipo.

Recomendación:

- **Implementar campañas educativas:** Dirigidas al 22% que no está interesado, destacando los beneficios sociales, económicos y ambientales de la separación de residuos.
- **Aprovechar la voluntad del 78%:** Iniciar pilotos o programas comunitarios que sirvan como ejemplo y motiven al resto de la población.

Gráfico 18. Resultado de encuestas pregunta 6.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que el 54% de los encuestados vende residuos que tienen valor económico, como botellas plásticas, metales, latas de cerveza, papel o cartón, mientras que el 42% no lo hace y el 4% lo realiza ocasionalmente.

Interpretación:

- Más de la mitad de la población (54%) aprovecha económicamente los residuos reciclables, lo que indica una conciencia inicial sobre su valor y una predisposición a participar en actividades de valorización de residuos.
- El 42% que no vende residuos reciclables representa una oportunidad para fortalecer programas que promuevan esta práctica, posiblemente debido a barreras como desconocimiento o falta de infraestructura accesible.
- El 4% que lo realiza ocasionalmente podría incrementarse con estrategias de educación y mejores puntos de recolección o venta.

Recomendación:

- **Ampliar la educación sobre reciclaje:** Promover campañas que expliquen cómo separar, almacenar y vender residuos reciclables de forma efectiva.
- **Fortalecer la infraestructura de reciclaje:** Implementar puntos de acopio accesibles y conectar a los generadores con compradores locales de materiales reciclables.
- **Fomentar la participación del 42% restante:** Mostrar los beneficios económicos directos e indirectos de vender materiales reciclables para motivar su participación.

4.5. Análisis de datos.

4.5.1. Análisis de la producción per cápita.

Para obtener una estimación precisa de la generación per cápita de residuos sólidos en el municipio de Uriondo, se realizó un cálculo diferenciado según el tipo de fuente. El análisis se llevó a cabo separadamente para fuentes domiciliarias, espacios públicos (como plazas y mercados) e instituciones educativas.

4.5.1.1. Producción per cápita en fuentes domiciliarias.

El cálculo de la generación per cápita (GPC) en las fuentes domiciliarias se realizó siguiendo la metodología de la guía de caracterización de residuos sólidos del Perú donde se especifica la siguiente metodología:

1. Identificación de valores incompletos:

Identificar los días en los que no se cuenten con datos completos dentro periodo de 7 días del estudio.

Marcar las celdas con valores incompletos utilizando un color distintivo para facilitar su revisión.

2.Verificación de la participación de las viviendas:

Verificar que cada vivienda participante haya entregado datos al menos durante 4 días (el 50% del periodo de estudio).

Asegurarse de contar con información completa sobre el número de habitantes, estrato y código para cada vivienda.

3.Filtrado de datos:

Eliminar las filas que no cumplan con los criterios establecidos en los pasos anteriores.

4.Cálculo de la Generación Per Cápita (GPC) individual:

Calcular la GPC para cada vivienda participante, utilizando los datos completos obtenidos.

5.Cálculo del promedio y desviación estándar:

Obtener la GPC promedio de todas las viviendas.

Calcular la desviación estándar de los valores de GPC obtenidos.

6.Validación con el valor Zc:

Determinar el valor Zc para verificar la representatividad de los datos.

Si $Z_c > 2.57$, descartar las filas correspondientes y ajustar los datos.

7.Recalcular la GPC y desviación estándar:

Con los datos ajustados, recalcular la GPC y la desviación estándar.

Utilizar esta nueva desviación estándar para calcular el número de muestras necesarias.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

8.Verificación del número de muestras:

El estudio se considera válido si el nuevo número de muestras calculadas es menor que el conteo total de muestras obtenidas al finalizar la validación.

9.Cálculo de la GPC por distrito y a nivel general:

Obtener la GPC por distrito y la GPC general del municipio, ponderando los datos de acuerdo a la proporción de cada distrito.

10.Condición final para la validez del estudio:

Validar que el 50 % del GPC total promedio sea mayor que la desviación estándar calculada. Si esto se cumple el estudio es válido.

Los resultados obtenidos a partir de la metodología descrita anteriormente son los siguientes:

Tabla 22. Resultados de la producción per cápita de fuentes domiciliarias.

Distrito	Generación per cápita Validada	Generación per cápita ponderado del Municipio de Uriondo (Kg./hab./día)
	Kg/hab./día	
Distrito 2	0,159	0,252
Distrito 3	0,245	
Distrito 5	0,331	
Distrito 7	0,242	
Distrito 8	0,229	
Distrito 6	0,183	

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo realizado se encuentra en el ANEXO 7.

4.5.1.1.a. Comparación de resultados con datos en otros municipios.

El análisis de generación per cápita domiciliaria del estudio arrojó un valor de 0,252 kg./hab.-día, un índice que refleja un nivel bajo de generación de residuos sólidos en comparación con otros municipios y categorías a nivel nacional. Este valor es más característico de áreas rurales o semiurbanas, donde el consumo y la generación de residuos suelen ser más moderados.

En comparación, el municipio de Cercado presenta un índice de 0,616 kg/hab.-día, lo que significa más del doble del valor observado en el estudio del municipio de Uriondo. Este resultado se asocia a municipios urbanos con mayor densidad poblacional, actividad económica y hábitos de consumo más intensivos.

A nivel nacional, según el diagnóstico de residuos sólidos de Bolivia, se observan las siguientes referencias:

Ciudades capitales metropolitanas: 0,52 kg/hab.-día, el valor más alto debido a la alta población y consumo.

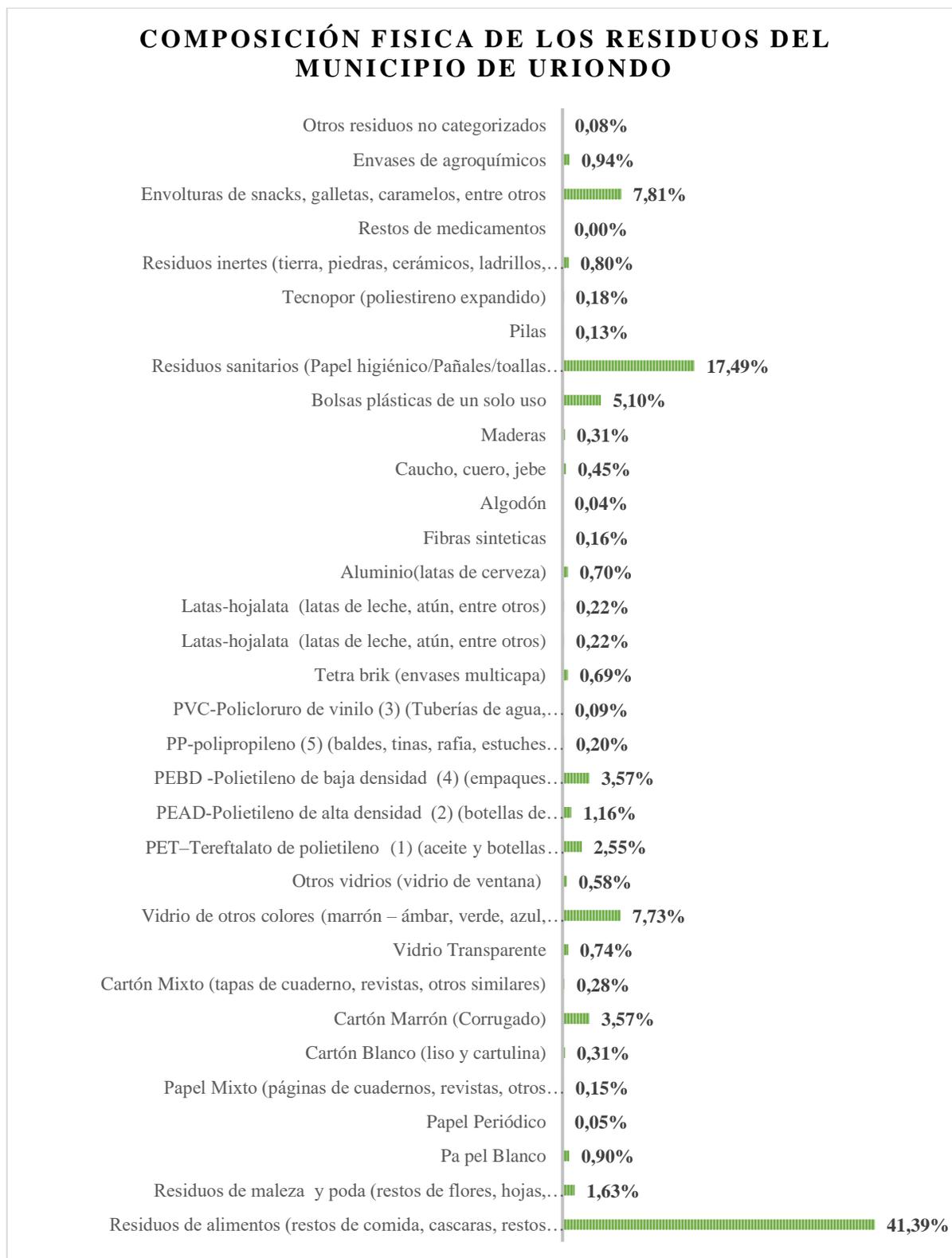
Municipios mayores e intermedios: un rango entre 0,43 y 0,46 kg/hab.-día, representando áreas urbanas menos densas.

Municipios menores: 0,39 kg/hab.-día, cercano al perfil rural pero aún superior al índice obtenido en mi estudio.

Municipios rurales: 0,20 kg/hab.-día, el valor más bajo, que se asemeja al resultado del municipio analizado.

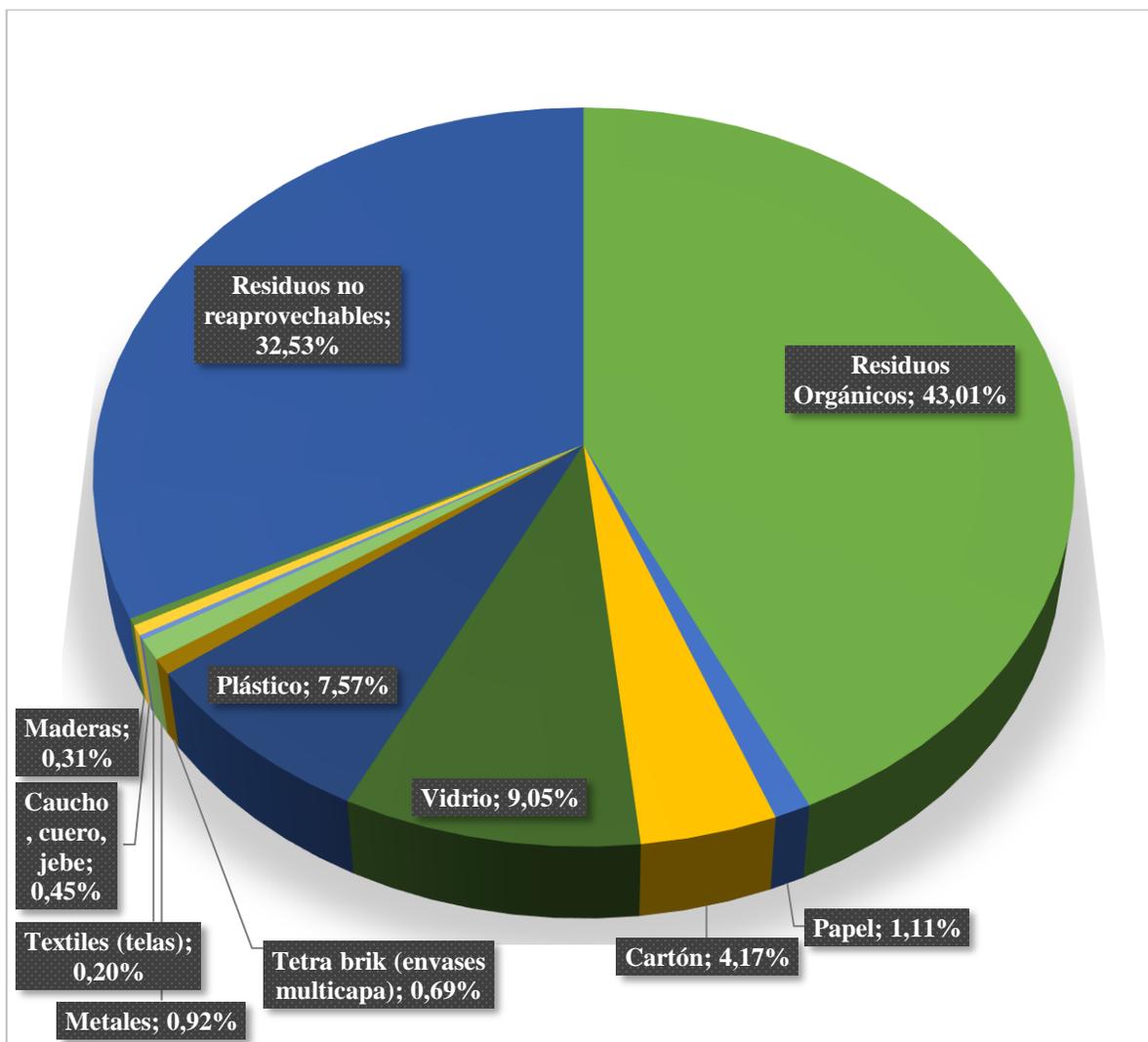
El índice de 0,252 kg/hab.-día del estudio se encuentra entre el promedio de los municipios rurales y los menores, lo que indica que el área estudiada tiene características intermedias. Esto puede deberse a un nivel de urbanización limitado, patrones de consumo moderados y una posible transición hacia hábitos urbanos. Esta comparación permite contextualizar los resultados y resaltar las particularidades del municipio analizado frente a otras regiones del país.

Gráfico 19. Composición física de los residuos del municipio de Uriondo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 20. Composición física de residuos sólidos del municipio agrupada.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2. Producción per cápita en fuentes no domiciliaria

4.5.1.2.a. Producción per cápita de mercados.

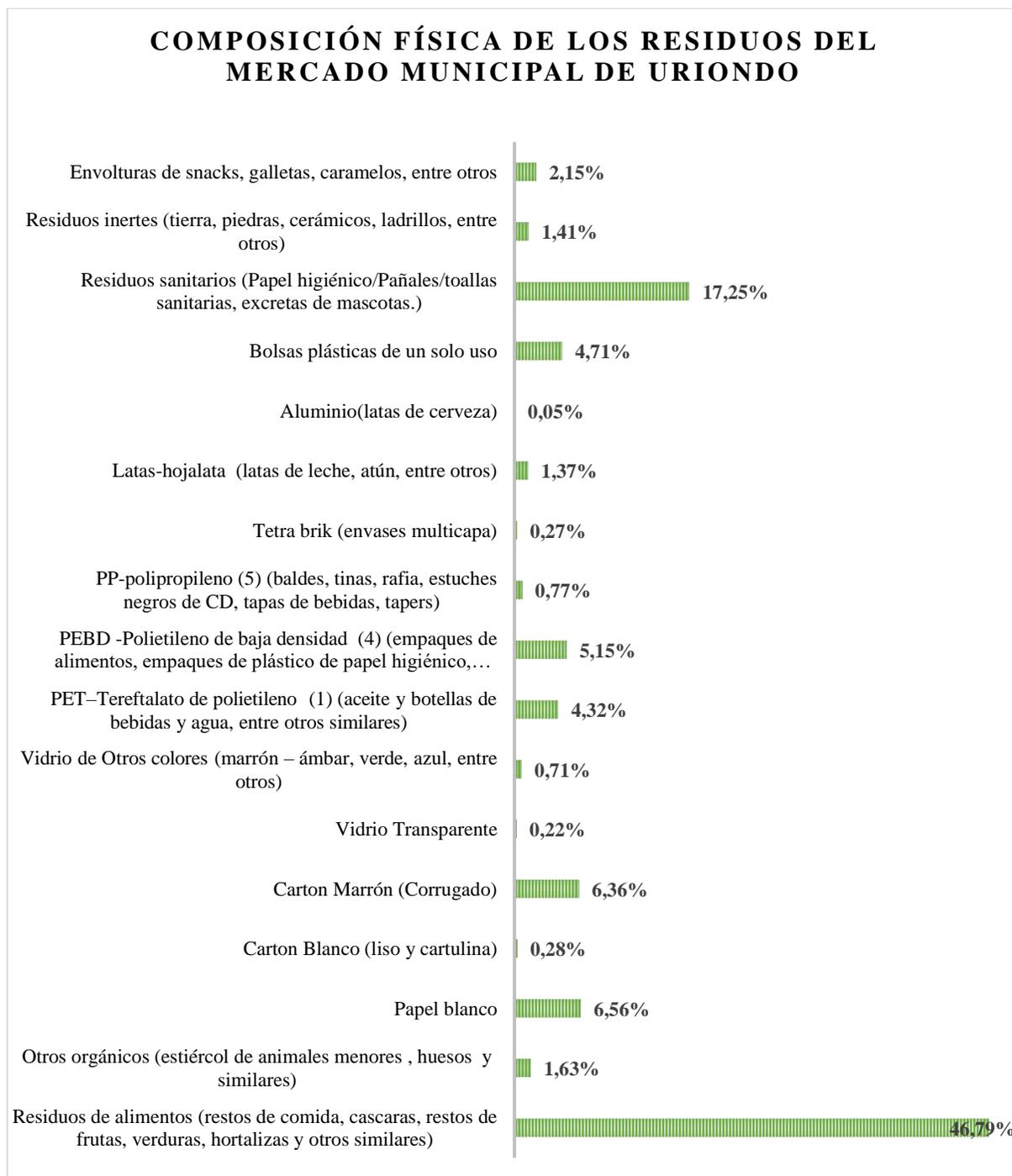
A partir de la caracterización y análisis realizados en el Mercado Central de Uriondo, se obtuvieron resultados detallados sobre la generación per cápita de residuos.

Tabla 23. Resultados de la producción per cápita del mercado municipal.

	Día 1 (kg.)	Día 2 (kg.)	Día 3 (kg.)	Día 4 (kg.)	Día 5 (kg.)	Día 6 (kg.)	Día 7 (kg.)	Peso (kg. /día)
Mercado Central de Uriondo	16,991	14,550	6,811	12,265	10,765	11,410	12,676	12,210

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 21. Composición física de residuos sólidos de mercados.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2.b. Producción per cápita de barrido.

En cuanto al barrido de calles en el municipio de Uriondo, se obtuvieron resultados que reflejan la generación per cápita de residuos en estas áreas. Cabe destacar que este servicio se realiza solo 3 veces a la semana, lo que influye en la cantidad de residuos recolectados.

Tabla 24. Resultados de la producción per cápita de barrido.

	Día 1 (kg.)	Día 2 (kg.)	Día 3 (kg.)	Día 4 (kg.)	Día 5 (kg.)	Día 6 (kg.)	Día 7 (kg.)	Peso (kg./día)
Barrido de Calles (kg.)	17,421	-	13,500	-	15,969	-	-	6,699

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2.c. Producción per cápita de la plaza principal.

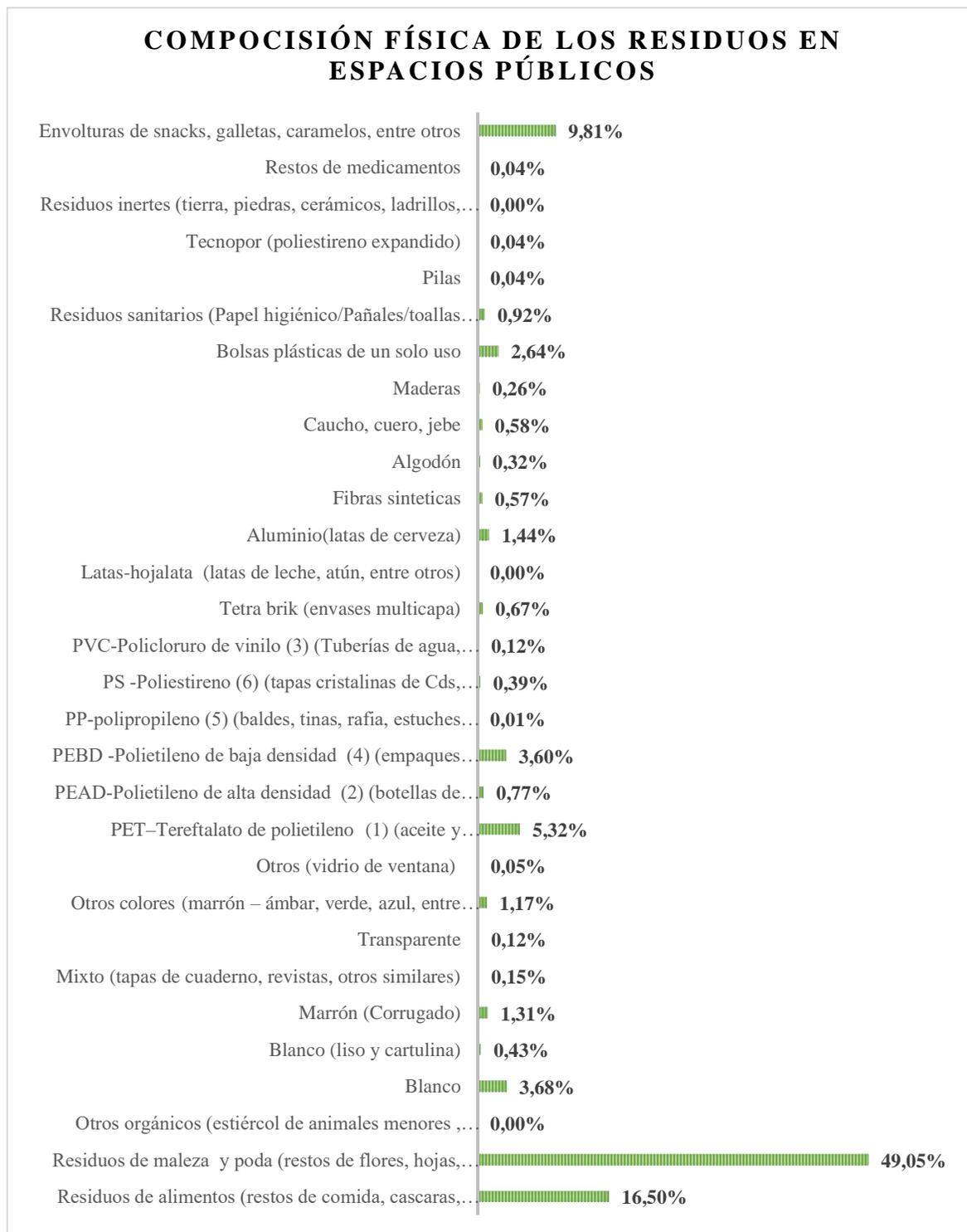
Los resultados obtenidos en la plaza principal de Uriondo reflejan la generación per cápita de residuos en uno de los puntos más concurridos del municipio.

Tabla 25. Resultados de la producción per cápita de barrido.

	Día 1 (kg.)	Día 2 (kg.)	Día 3 (kg.)	Día 4 (kg.)	Día 5 (kg.)	Día 6 (kg.)	Día 7 (kg.)	Peso (kg./día)
Plaza Principal de Uriondo (kg.)	5,876	5,860	3,440	4,162	4,535	5,510	4,576	4,851

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 22. Composición física de residuos sólidos de espacios públicos.



Fuente: Elaboraci3n propia.

4.5.1.2.d. Producción per cápita de instituciones educativas.

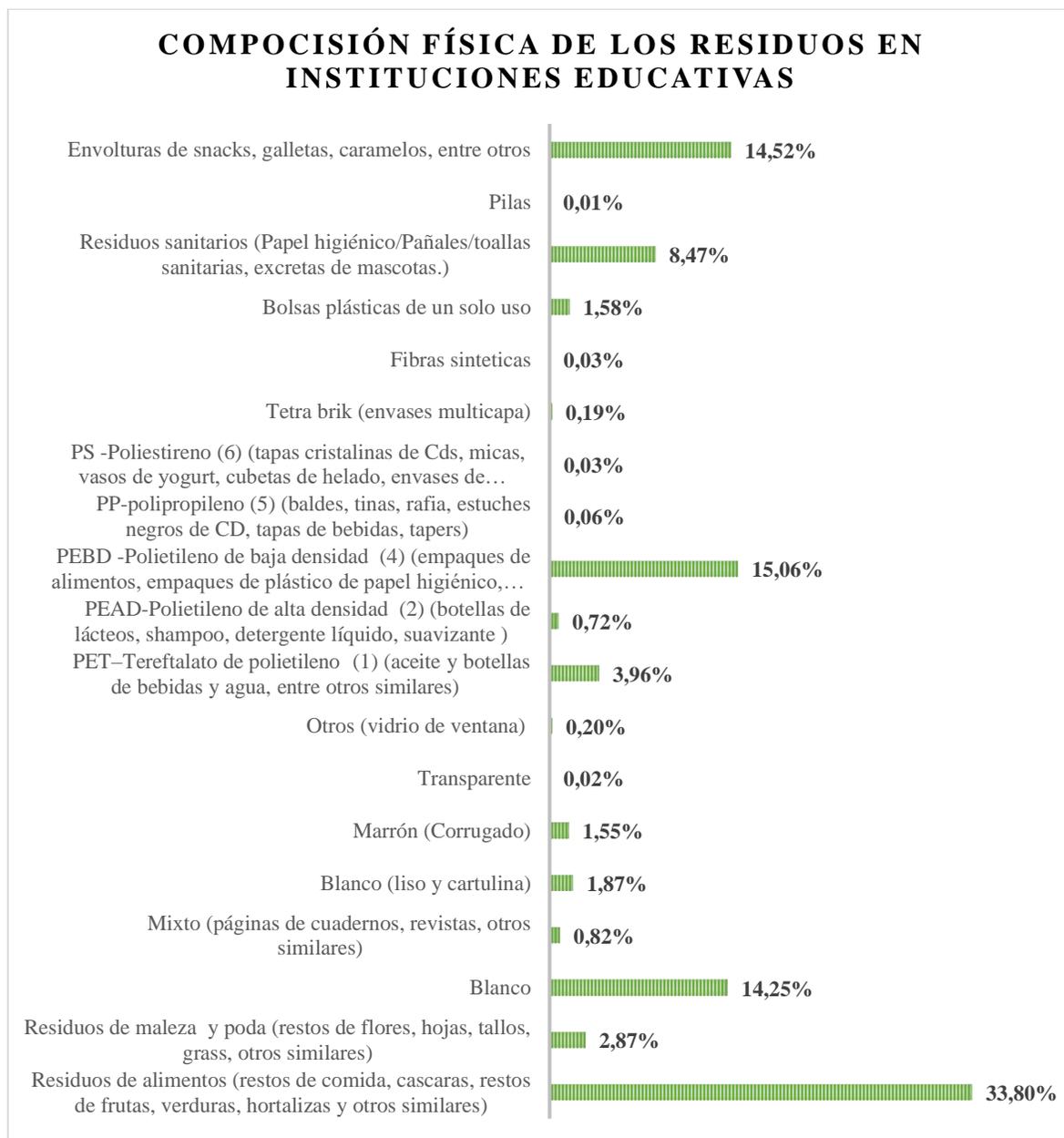
El análisis realizado en las instituciones educativas del municipio de Uriondo permitió determinar la generación per cápita de residuos por estudiante. A partir de los datos recolectados, se calculó la cantidad de residuos generada por alumno al día, proporcionando un indicador claro sobre la producción de desechos en el entorno escolar.

Tabla 26. Resultados de la producción per cápita de instituciones educativas.

Institución Educativa	Total (kg. /día*alumno)	% de representatividad	GPC ponderado	GPC de instituciones educativas (kg. /día*alumno)
Delfín Pino Echazú	0,022	29%	0,006	0,037
Santa Cecilia	0,042	25%	0,010	
Dr. Aniceto Arce de Chocloca	0,051	14%	0,007	
Prof. Rosario Jaramillo	0,036	27%	0,010	
Saladillo	0,062	6%	0,004	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 23. Composición física de residuos sólidos de Instituciones educativas.



Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Resultados de análisis de laboratorios.

Tabla 27. Resultados de laboratorio.

PARÁMETRO	TÉCNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	M1	M2	M3	PROMEDIO
Ceniza	NB 390304:10	g/100g	6,45	4,09	1,54	4,03
Humedad	NB 313010:05	g/100g	81,24	79,33	79,39	79,99
pH (20°C)	Potenciometría	-	4,95	5,12	5,01	5,03
Valor energético	NB 312032:06	Kcal/100g	51,00	68,00	77,00	65,33
Materia Orgánica	EPA 9060	%	87,55	83,33	82,25	84,38
Relación carbono/nitrógeno	Matemático	-	14,23	8,14	11,85	11,41
Azufre total	ASTM D-516	mg/kg	2132,02	1907,44	2039,26	2026,24
Nitrógeno total	EPA 351.2	%	3,57	5,94	4,02	4,51

Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos realizados para el análisis de los residuos sólidos son los establecidos en las Normas Bolivianas NB 743-752. Estas normas especifican los parámetros físico-químicos que deben ser evaluados para garantizar tanto el aprovechamiento óptimo de los residuos como su disposición final adecuada.

Dado que en el municipio de Uriondo ya se lleva a cabo la producción de compost como método de aprovechamiento de residuos orgánicos, los parámetros analizados en este estudio se enfocan en evaluar la viabilidad y eficiencia de este tipo de abono. El análisis considera factores como el contenido de humedad, el pH, la relación carbono-nitrógeno, y otros componentes clave que influyen directamente en la calidad del compost.

Relación Carbono/Nitrógeno (C/N):

- Rango inicial ideal: entre 25/1 y 35/1.

El análisis de laboratorio indica que la relación inicial de carbono/nitrógeno (C/N) es de 11/1, lo cual se encuentra por debajo del rango óptimo recomendado para iniciar el proceso de compostaje, que es entre 25/1 y 35/1. Este valor bajo sugiere un exceso de nitrógeno en los materiales iniciales, lo que podría provocar ciertos inconvenientes durante el compostaje, tales como:

- Generación de olores desagradables debido a la liberación de amoníaco (NH_3).
- Aumento excesivo de la temperatura, lo que podría inhibir la actividad microbiana beneficiosa.
- Pérdida de nutrientes valiosos por volatilización.

Solución:

Para ajustar la relación C/N al rango ideal, se recomienda incorporar materiales ricos en carbono (conocidos como "materiales marrones") al mezclado inicial. Ejemplos de estos materiales incluyen:

- Aserrín o virutas de madera.
- Hojas secas.
- Ramas trituradas.
- Papel o cartón sin tintas tóxicas.

La cantidad exacta a añadir dependerá del análisis de los materiales disponibles. Como regla general, se deben mezclar suficientes materiales carbonosos hasta alcanzar un balance adecuado, verificando periódicamente la relación C/N para confirmar el ajuste.

Humedad:

- Inicio del proceso: entre 60% y 65%.

El análisis de laboratorio indica una humedad inicial del 79%, la cual excede el rango óptimo recomendado para el compostaje, que se encuentra entre 60% y 65% al inicio del proceso. Un nivel de humedad tan elevado podría causar varios problemas, tales como:

- **Deficiencia de oxígeno:** El exceso de agua reduce la porosidad de la mezcla, limitando la circulación del aire y favoreciendo condiciones anaeróbicas.
- **Descomposición anaeróbica:** La falta de oxígeno puede dar lugar a procesos de putrefacción, con generación de malos olores, gases como el metano (CH₄) y lixiviados.
- **Complicaciones en el manejo:** Una mezcla demasiado húmeda tiende a compactarse, dificultando las operaciones de volteo y aireación.

Solución:

Para reducir la humedad a niveles óptimos, se pueden implementar las siguientes acciones:

1. **Incorporar materiales secos:** Añadir materiales con bajo contenido de humedad y alto contenido de carbono, como:
 - Hojas secas.
 - Paja o aserrín.
 - Cartón o papel triturado.
2. **Aireación de la mezcla:** Realizar volteos más frecuentes para mejorar la evaporación del exceso de agua y facilitar la entrada de oxígeno.
3. **Proteger la pila de compostaje:** Cubrir la pila con una lona o plástico durante las lluvias para evitar que absorba más agua.
4. **Construcción de drenajes:** Si el exceso de humedad proviene de lixiviados o agua acumulada en el área, es necesario implementar drenajes alrededor de la pila para evacuar el exceso de agua.

pH:

- Inicio del proceso: 5,0 a 6,5 (ácido).

El análisis de laboratorio muestra un pH inicial de 5,03 lo cual se encuentra dentro del rango aceptable para el inicio del compostaje, según la bibliografía (5,0 – 6,5). Este nivel ligeramente ácido es común al inicio del proceso debido a la producción de ácidos orgánicos

por la descomposición inicial de la materia orgánica. Este pH favorece la actividad de los microorganismos mesófilos que comienzan a descomponer los materiales. Estos límites óptimos fueron sacados del Manual de Operaciones Planta de Compostaje UTRO – Villazón.

4.5.3. Cálculo de densidad de residuos sólidos del municipio.

Tabla 28. Cálculo de densidad de los residuos sólidos.

Diámetro del cilindro (m)	Altura del compactado (m)	Volumen del compactado (m ³)	Peso del cilindro vacío (kg)	Peso del tanque compactado (kg)	Densidad (kg/m ³)
0,6	0,6	0,169646	13,22	51,3	302,394

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Valoración de residuos sólidos.

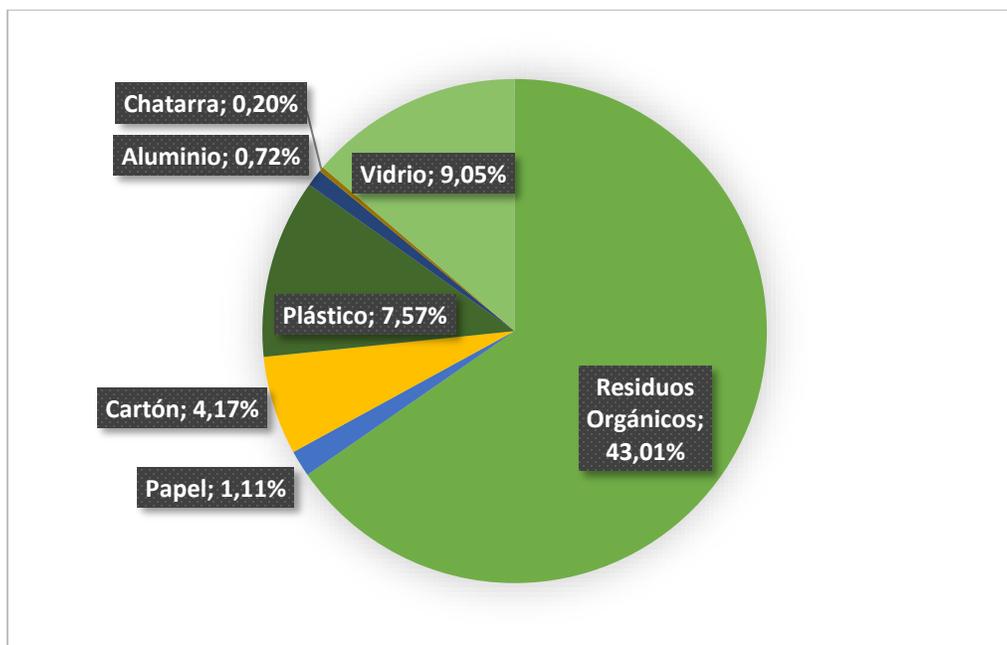
Para llevar a cabo la valorización de los residuos sólidos generados en el municipio, se realizará en primer lugar un listado detallado de aquellos residuos que tienen potencial de valor económico. Esta identificación se basará en los tipos de residuos caracterizados durante el estudio, considerando tanto los residuos orgánicos como los inorgánicos que puedan ser reciclados o reutilizados.

Tabla 29. Porcentajes de residuos valorizables en el municipio.

Tipo de residuo	Porcentaje
Residuos Orgánicos	43,01%
Papel	1,11%
Cartón	4,17%
Plástico	7,57%
Aluminio	0,72%
Chatarra	0,20%
Vidrio	9,05%
TOTAL	65,83%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 24. Porcentajes de residuos valorizables en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

4.6.1. Valoración del papel y cartón.

Tabla 30. Proyección de residuos de cartón y papel por 10 años.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg/hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS			VALOR PARA LA VENTA (300Bs.x ton.)
			RSD (Ton./día)	RSND (Ton./día)	RSM (Ton./Año)	
1	8341	0,013	0,11	0,02	47,69	14306,842
2	8429	0,013	0,11	0,02	48,67	14602,361
3	8519	0,013	0,11	0,02	49,69	14905,86
4	8609	0,013	0,12	0,02	50,71	15213,968
5	8700	0,014	0,12	0,02	51,76	15528,532
6	8793	0,014	0,12	0,02	52,84	15851,472
7	8886	0,014	0,12	0,02	53,93	16179,318
8	8980	0,014	0,13	0,03	55,05	16513,975
9	9075	0,014	0,13	0,03	56,19	16855,564
10	9171	0,014	0,13	0,03	57,35	17204,21

Fuente: Elaboración propia.

El análisis presentado en la tabla resalta el potencial de valorización del papel dentro de los residuos sólidos del municipio. Este material representa el 1,11% del total de los residuos generados, con un índice per cápita de 0,013 kg/hab.-día, lo que evidencia una contribución moderada al flujo general de residuos. Sin embargo, al proyectarse su generación a 10 años, su volumen acumulado podría convertirse en un recurso importante para el reciclaje.

El costo actual del papel reciclado para la venta en la ciudad de Tarija se estima en 300 Bs por tonelada, lo que brinda una oportunidad económica significativa para los programas de recolección selectiva y reciclaje. Este ingreso no solo puede contribuir a cubrir costos operativos de gestión de residuos, sino también a fomentar la creación de empleos locales, promoviendo así un modelo de economía circular en el municipio.

Además, la recolección y separación adecuada del papel es fundamental para disminuir la cantidad de residuos destinados a los rellenos sanitarios, reducir la presión sobre los recursos naturales y minimizar los impactos ambientales. Por último, el papel reciclado tiene aplicaciones diversas, desde la producción de nuevos productos de papel hasta su uso en procesos industriales, consolidando su rol clave en una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos.

4.6.2. Valoración de la chatarra.

Tabla 31. Proyección de residuos de chatarra por 10 años.

AÑO	Población (hab.)	Ppc (Kg/hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS			VALOR PARA LA VENTA (2000Bs. x ton.)
			RSD (Ton./día)	RSND (Ton./día)	RSM (Ton./Año)	
1	8341	0,00050	0,00420	0,00084	1,84129	3682,58
2	8429	0,00051	0,00429	0,00086	1,87933	3758,65
3	8519	0,00051	0,00438	0,00088	1,91839	3836,77
4	8609	0,00052	0,00447	0,00089	1,95804	3916,08
5	8700	0,00052	0,00456	0,00091	1,99852	3997,05
6	8793	0,00053	0,00466	0,00093	2,04009	4080,17
7	8886	0,00054	0,00475	0,00095	2,08228	4164,56
8	8980	0,00054	0,00485	0,00097	2,12535	4250,70
9	9075	0,00055	0,00495	0,00099	2,16931	4338,63

10	9171	0,00055	0,00506	0,00101	2,21418	4428,37
----	------	---------	---------	---------	---------	---------

Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis presentado en la tabla destaca la importancia de la valorización del acero dentro de los residuos sólidos del municipio. Este material representa el 0,20% del total de los residuos generados, con un índice per cápita de 0,00050 kg/hab.-día, lo que indica un volumen bajo en comparación con otros materiales. Sin embargo, su alta demanda en la industria del reciclaje lo convierte en un recurso estratégico que puede ser aprovechado para generar ingresos y reducir la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios.

Actualmente, el costo del acero para la venta en el mercado se estima en 2000 Bs por tonelada, lo que ofrece una oportunidad económica significativa. Este ingreso puede cubrir costos operativos relacionados con la recolección y tratamiento de residuos, además de generar recursos adicionales para fortalecer programas de reciclaje en el municipio.

El acero, por sus propiedades físicas y su capacidad de ser reciclado indefinidamente sin perder calidad, tiene un alto valor en la economía circular.

Además de los beneficios económicos, la recuperación del acero contribuye significativamente a la conservación de recursos naturales y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción primaria del material.

4.6.3. Valoración del aluminio.

Tabla 32. Proyección de residuos de aluminio por 10 años.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg/hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS			VALOR PARA LA VENTA (10000Bs. x ton.)
			RSD (Ton./día)	RSND (Ton./día)	RSM (Ton./Año)	
1	8341	0,00181	0,01513	0,00303	6,62865	66286,53
2	8429	0,00183	0,01545	0,00309	6,76557	67655,73
3	8519	0,00185	0,01577	0,00315	6,90619	69061,90
4	8609	0,00187	0,01609	0,00322	7,04894	70489,43
5	8700	0,00189	0,01643	0,00329	7,19469	71946,87
6	8793	0,00191	0,01677	0,00335	7,34431	73443,12
7	8886	0,00193	0,01711	0,00342	7,49621	74962,09

8	8980	0,00195	0,01747	0,00349	7,65126	76512,62
9	9075	0,00196	0,01783	0,00357	7,80953	78095,28
10	9171	0,00198	0,01820	0,00364	7,97106	79710,62

Fuente: Elaboración propia.

El análisis presentado en la tabla resalta la importancia del aluminio como un material altamente valorizable dentro de los residuos sólidos del municipio. Este material representa el 0,72% del total de los residuos generados, con un índice per cápita de 0,00181 kg/hab.-día, lo que, aunque representa un volumen moderado, tiene un alto valor económico y ambiental debido a su gran demanda en la industria del reciclaje.

El costo actual del aluminio para la venta se estima en 10000 Bs por tonelada, lo que lo convierte en uno de los materiales más valiosos en el mercado de reciclaje. Este ingreso potencial puede ser un incentivo clave para la implementación de programas de separación y recolección selectiva en el municipio, contribuyendo tanto a la sostenibilidad financiera como a la reducción de residuos destinados a los rellenos sanitarios.

El aluminio, por su capacidad de ser reciclado indefinidamente sin perder calidad, es un componente fundamental de la economía circular. Su reciclaje no solo genera beneficios económicos, sino que también reduce significativamente el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a su producción primaria.

Promover la separación en la fuente y la recolección eficiente del aluminio es crucial para maximizar su aprovechamiento y garantizar su contribución a un modelo de gestión de residuos más sostenible

4.6.4. Valoración del plástico.

Tabla 33. Proyección de residuos de plástico por 10 años.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg./hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS			VALOR PARA LA VENTA (1000Bs.x ton.)
			RSD (Ton./día)	RSND (Ton./día)	RSM (Ton./Año)	
1	8341	0,01908	0,15912	0,03182	69,69292	69692,92
2	8429	0,01927	0,16240	0,03248	71,13248	71132,48

3	8519	0,01946	0,16578	0,03316	72,61091	72610,91
4	8609	0,01965	0,16921	0,03384	74,11180	74111,80
5	8700	0,01985	0,17270	0,03454	75,64414	75644,14
6	8793	0,02005	0,17630	0,03526	77,21728	77217,28
7	8886	0,02025	0,17994	0,03599	78,81431	78814,31
8	8980	0,02045	0,18366	0,03673	80,44452	80444,52
9	9075	0,02066	0,18746	0,03749	82,10851	82108,51
10	9171	0,02086	0,19134	0,03827	83,80686	83806,86

Fuente: Elaboración propia.

El análisis presentado en la tabla destaca la relevancia del plástico como uno de los materiales con mayor presencia en los residuos sólidos del municipio. Este material representa el 7,57% del total de los residuos generados, con un índice per cápita de 0,01908 kg/hab-día, lo que lo convierte en uno de los componentes principales en términos de volumen dentro de la corriente de residuos.

El costo actual del plástico reciclado para la venta se estima en 1000 Bs por tonelada, lo que ofrece una oportunidad económica interesante para financiar programas de recolección y reciclaje. Si se implementan estrategias efectivas de separación y manejo, el plástico podría convertirse en una fuente importante de ingresos para el municipio, ayudando a reducir la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios y disminuyendo los impactos ambientales asociados con su acumulación y descomposición.

El reciclaje del plástico también tiene un impacto significativo en la conservación de recursos naturales y la reducción del consumo energético, ya que su reutilización requiere menos energía que la producción de plástico nuevo. Además, su valorización contribuye a la reducción de la contaminación plástica, promoviendo un modelo de gestión sostenible basado en la economía circular.

Para maximizar el aprovechamiento del plástico, es esencial fomentar la separación en la fuente, establecer rutas de recolección diferenciada y promover la educación ambiental entre los habitantes del municipio.

4.6.5. Valoración de residuos de vidrio.

El vidrio es un material completamente reciclable que puede ser reutilizado indefinidamente sin perder sus propiedades. En Bolivia, su reciclaje está enfocado principalmente en el uso

como materia prima para fabricar nuevas botellas, con empresas como EMVIBOL liderando esta actividad. Sin embargo, a diferencia de otros materiales reciclables como el plástico o el cartón, el vidrio no genera un beneficio económico directo para quienes lo recolectan o entregan a las recicladoras. En el caso específico del municipio de Uriondo, los costos de transporte hacia la ciudad de Sucre o Santa Cruz, donde se encuentran los principales centros de reciclaje, ascienden a aproximadamente 120 bolivianos por tonelada, lo que representa un desafío económico considerable. Este gasto, sumado a la falta de ingresos directos por la venta del material, convierte al reciclaje del vidrio en un esfuerzo más ambiental que económico, limitando su valorización en el contexto local.

Tabla 34. Proyección de residuos de vidrio por 10 años.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg./hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS DE VIDRIO			VALOR PARA EL TRANSPORTE 120 Bs. x ton.
			RSD (Ton./día)	RSND (Ton./día)	RSM (Ton./Año)	
1	8341,00	0,02	0,19	0,04	83,30	9995,59
2	8438,00	0,02	0,19	0,04	85,11	10212,95
3	8536,00	0,02	0,20	0,04	86,96	10434,88
4	8635,00	0,02	0,20	0,04	88,85	10661,46
5	8735,00	0,02	0,21	0,04	90,77	10892,78
6	8836,00	0,02	0,21	0,04	92,74	11128,91
7	8939,00	0,02	0,22	0,04	94,76	11371,23
8	9042,00	0,02	0,22	0,04	96,81	11617,28
9	9147,00	0,02	0,23	0,05	98,91	11869,70
10	9253,00	0,02	0,23	0,05	101,06	12127,33

Fuente: Elaboración propia.

Aunque el reciclaje del vidrio en Bolivia presenta limitaciones económicas debido a los costos de transporte y la falta de ingresos directos, existen diversas oportunidades para darle valor localmente, reduciendo su impacto ambiental y promoviendo actividades sostenibles y económicas en el municipio de Uriondo.

4.6.5.1. Oportunidades de Valoración Local del Vidrio.

Si bien el vidrio no genera ingresos directos en su forma actual, sus propiedades de durabilidad y versatilidad lo convierten en un material ideal para ser aprovechado localmente. Al implementar iniciativas como la producción de artesanías, el uso en construcción y proyectos comunitarios, el municipio de Uriondo puede transformar este residuo en un recurso útil, reduciendo su impacto ambiental y promoviendo la sostenibilidad.

4.6.5.1.a. Producción de Vasos y Artesanías.

Una de las formas más prácticas y accesibles de valorizar el vidrio localmente es reutilizar las botellas para crear productos como vasos, lámparas, portavelas u otros objetos decorativos. Esta actividad no solo agrega valor al residuo, sino que también fomenta la creatividad y puede convertirse en una fuente de ingresos para pequeños emprendimientos locales.

4.6.5.1.b. Reutilización en Proyectos Comunitarios.

El vidrio puede ser reutilizado en iniciativas comunitarias, como la construcción de jardineras o muros decorativos. Estas aplicaciones no requieren procesos complejos y permiten darle una nueva vida al vidrio mientras embellecen los espacios públicos.

4.6.5.1.c. Uso del Vidrio Triturado en Construcción.

El vidrio triturado puede ser utilizado como agregado en proyectos de construcción, ya sea para reemplazar parcialmente materiales como arena en mezclas de concreto o para aplicaciones decorativas en pisos y paredes. Esta práctica reduce la cantidad de vidrio que se acumula como desecho y aprovecha un material que, de otra manera, no tendría utilidad.

4.6.6. Valoración de residuos orgánicos.

La valorización de los residuos orgánicos no se traduce en un beneficio económico directo al momento de su recolección, sino que radica en su transformación en compost. Este proceso permite convertir los residuos biodegradables en un abono de alta calidad, que es reutilizado en terrenos agrícolas y viveros para mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento saludable de las plantas. A diferencia de otros tipos de valorización, el compostaje no genera ingresos inmediatos, sino que proporciona un beneficio a largo plazo al optimizar el uso del suelo y reducir la necesidad de fertilizantes químicos.

Se realizó la valoración de los residuos orgánicos a través del proceso de compostaje, que es el tratamiento implementado actualmente en el municipio. Para proyectar la producción de compost, se utilizó el porcentaje de 16,67% de la cantidad de residuo orgánico como base, un valor derivado de las experiencias locales en la gestión de residuos orgánicos.

Tabla 35. Proyección de residuos de orgánicos por 10 años.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg./hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS			CANTIDAD DE COMPOST (Ton./Año) (16.67%*RSO)
			RSD (Ton/día)	RSND (Ton/día)	RSM (Ton/Año)	
1	8341	0,108	0,904	0,181	395,970	66,127
2	8429	0,109	0,923	0,185	404,149	67,493
3	8519	0,111	0,942	0,188	412,549	68,896
4	8609	0,112	0,961	0,192	421,076	70,320
5	8700	0,113	0,981	0,196	429,783	71,774
6	8793	0,114	1,002	0,200	438,721	73,266
7	8886	0,115	1,022	0,204	447,794	74,782
8	8980	0,116	1,044	0,209	457,057	76,328
9	9075	0,117	1,065	0,213	466,511	77,907
10	9171	0,119	1,087	0,217	476,160	79,519

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos del estudio se estima que el 43,01% de los residuos del municipio corresponden a residuos orgánicos, con una producción per cápita de 0,108 kg/hab.*día de residuos orgánicos. Esto se traduce en una generación anual de 395,97 toneladas de residuos orgánicos, de los cuales se proyecta que el 16,67% se destina a la producción de compost, obteniendo así un total de 66,127 toneladas de compost al año.

Esta estimación se fundamenta en experiencias previas del municipio. Además, el compostaje no solo contribuye a reducir la cantidad de residuos que llegan a los vertederos, sino que también fomenta el desarrollo de una economía circular al generar un producto de valor para la agricultura local. Es importante destacar que, a medida que se optimicen los procesos de recolección y separación en la fuente, este porcentaje de valorización podría

incrementarse, lo que permitiría reducir aún más la dependencia de fertilizantes químicos y mejorar la sostenibilidad del manejo de residuos en la región.

4.7. Impacto del reciclaje en la operación y mantenimiento de la gestión de residuos sólidos.

1.Reducción de Costos Operativos:

- Al reciclar, se disminuye la cantidad de residuos que deben ser transportados y dispuestos en rellenos sanitarios. Esto reduce los costos de recolección, transporte y disposición final.
- Se puede generar ingresos por la venta de materiales reciclables (cartón, vidrio, plástico, metales), lo que puede ser reinvertido en la operación.

2.Mantenimiento del Equipo de Recolección y Transporte:

- Separar correctamente los residuos puede alargar la vida útil de los equipos (camiones, compactadoras) al evitar daños causados por residuos mal gestionados, como objetos peligrosos o no clasificados.

3.Optimización de los Recursos Humanos:

- Con un buen sistema de reciclaje, las rutas de recolección pueden optimizarse, permitiendo una distribución más eficiente del personal y recursos.
- Se reduce la necesidad de manejar grandes volúmenes de residuos en los vertederos, mejorando la eficiencia de las operaciones.

4.Sostenibilidad del Sistema de Gestión de Residuos:

- Implementar valores de reciclaje crea un sistema más sostenible al disminuir la presión sobre los rellenos sanitarios, prolongando su vida útil y reduciendo la necesidad de construir nuevas instalaciones.

4.8. Manual de buenas costumbres en el manejo de residuos sólidos para el usuario.

4.9. Propuesta del área necesaria para un relleno sanitario para el municipio.

En este apartado se estima el área necesaria para la construcción de un relleno sanitario exclusivo para el municipio, tomando en cuenta la generación de residuos sólidos y las especificaciones técnicas asociadas a su diseño.

El cálculo considera la cantidad total de residuos generados durante un periodo de vida útil estimado, así como la densidad de los residuos compactados y la altura máxima permitida. Además, se incluye un incremento adicional del área para obras complementarias, de acuerdo con los estándares recomendados. Este análisis busca proporcionar una referencia técnica para determinar el espacio requerido en caso de implementar un relleno sanitario propio en el futuro.

Datos necesarios:

Tabla 36. Parámetros necesarios para la estimación del área de un relleno sanitario.

Parámetro	Valor
Población en el área urbana	8391 habitantes
Tasa de crecimiento de la población	1,06% anual
Producción per cápita	0,252 kg/hab./día
Vida útil del relleno sanitario	20 años
Tasa de crecimiento de generación de residuos sólidos (anual)	1%
Cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos	100%
Altura proyectada del relleno sanitario	6 m
Material de Cobertura (se estima un volumen adicional de un 20% por material de cobertura)	1,2
Densidad de residuos sólidos sueltos (camión recolector)	302,394 kg/m ³
Densidad de residuos sólidos recién compactados y dispuestos (relleno sanitario)	450 kg/m ³
Densidad de residuos estabilizados en el relleno sanitario manual (relleno sanitario)	600 kg/m ³

Aumento del área por obras complementarias (30% adicional)	1,3
--	-----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Cálculo del área necesaria para un relleno sanitario para el municipio.

AÑO	Poblacion (hab.)	Ppc (Kg/hab.*día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS		
			RSD (Ton/día)	RSND (Ton/día)	RSM (Ton/Año)
1	8391	0,252	2,11	0,42	926,17
2	8480	0,255	2,16	0,43	945,35
3	8570	0,257	2,20	0,44	964,94
4	8661	0,260	2,25	0,45	984,93
5	8752	0,262	2,30	0,46	1005,23
6	8845	0,265	2,34	0,47	1026,08
7	8939	0,268	2,39	0,48	1047,35
8	9034	0,270	2,44	0,49	1069,07
9	9130	0,273	2,49	0,50	1091,23
10	9226	0,276	2,54	0,51	1113,73
11	9324	0,278	2,595	0,52	1136,82
12	9423	0,281	2,65	0,53	1160,38
13	9523	0,284	2,70	0,54	1184,42
14	9624	0,287	2,76	0,55	1208,95
15	9726	0,290	2,82	0,56	1233,98
16	9829	0,293	2,88	0,58	1259,52
17	9933	0,295	2,94	0,59	1285,57
18	10038	0,298	3,00	0,60	1312,16
19	10145	0,301	3,06	0,61	1339,40
20	10252	0,304	3,12	0,62	1367,07

VOLUMEN (m3)						
Residuos Sólidos Compactados		Material de Cubierta		Residuos Sólidos Estabilizados	Relleno Sanitario	
Diaria (m3)	Anual (m3)	Diaria (m3)	Anual (m3)	(m3/año)	(m3)	Acumulados
5,64	2058,14	1,13	411,63	1543,61	1955,24	1955,24
5,76	2100,77	1,15	420,15	1575,58	1995,74	3950,97
5,87	2144,30	1,17	428,86	1608,23	2037,09	5988,06
6,00	2188,74	1,20	437,75	1641,56	2079,30	8067,36
6,12	2233,85	1,22	446,77	1675,39	2122,16	10189,52
6,25	2280,17	1,25	456,03	1710,13	2166,16	12355,68
6,38	2327,44	1,28	465,49	1745,58	2211,07	14566,76
6,51	2375,70	1,30	475,14	1781,78	2256,92	16823,67
6,64	2424,96	1,33	484,99	1818,72	2303,71	19127,38
6,78	2474,96	1,36	494,99	1856,22	2351,21	21478,59
6,92	2526,26	1,38	505,25	1894,70	2399,95	23878,54
7,06	2578,61	1,41	515,72	1933,96	2449,68	26328,22
7,21	2632,04	1,44	526,41	1974,03	2500,44	28828,66
7,36	2686,55	1,47	537,31	2014,92	2552,23	31380,89
7,51	2742,18	1,50	548,44	2056,63	2605,07	33985,96
7,67	2798,93	1,53	559,79	2099,20	2658,98	36644,94
7,83	2856,83	1,57	571,37	2142,62	2713,99	39358,93
7,99	2915,90	1,60	583,18	2186,93	2770,11	42129,03
8,15	2976,45	1,63	595,29	2232,34	2827,63	44956,66
8,32	3037,92	1,66	607,58	2278,44	2886,03	47842,69

AREA REQUERIDA		

Relleno Ar (m2)	Relleno At (m2)	Área Total Requerida (m2)
325,87	325,87	423,63
332,62	658,50	856,04
339,51	998,01	1297,41
346,55	1344,56	1747,93
353,69	1698,25	2207,73
361,03	2059,28	2677,06
368,51	2427,79	3156,13
376,15	2803,95	3645,13
383,95	3187,90	4144,27
391,87	3579,77	4653,69
399,99	3979,76	5173,68
408,28	4388,04	5704,45
416,74	4804,78	6246,21
425,37	5230,15	6799,19
434,18	5664,33	7363,62
443,16	6107,49	7939,74
452,33	6559,82	8527,77
461,68	7021,51	9127,96
471,27	7492,78	9740,61
481,00	7973,78	10365,92

El cálculo del área necesaria para la construcción de un relleno sanitario exclusivo para el municipio arrojó un valor de 10365,92 m², considerando una proyección de 20 años. Este resultado indica que el espacio requerido para la disposición final de los residuos sólidos generados durante dicho periodo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

- Se logró la obtención de las autorizaciones necesarias por parte del municipio, lo que permitió delimitar de manera clara el área de estudio en las rutas del basurero municipal. Se seleccionó un grupo representativo de 114 viviendas pertenecientes a las comunidades, cinco instituciones educativas, un mercado, una plaza y una distancia de barrido de 3,75 km. Para la toma de muestras se empleó la metodología sugerida por la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del Perú.
- Se registro a los participantes del estudio (114 viviendas y 5 instituciones educativas), en las comunidades preseleccionadas(17 comunidades). Para asegurar su colaboración, se llevó a cabo una explicación detallada sobre los objetivos y beneficios del estudio, lo que permitió convencer a los participantes y fomentar su participación activa.
- La recolección de residuos sólidos en zonas seleccionadas, como hogares, mercados y establecimientos educativos, permitió identificar la composición de los residuos generados en el municipio de Uriondo. En el estudio abarco seis distritos, obteniéndose valores de generación per cápita domiciliaria que oscilaron entre 0,159 y 0,331 kg/hab.-día lo que refleja la variabilidad en los patrones de consumo y generación de residuos entre diferentes áreas del municipio. A partir de los datos obtenidos en el estudio de caracterización, se calculó la producción per cápita domiciliaria ponderada de todo el municipio que fue de 0,252 kg/hab.-día, proporcionando un indicador clave para la planificación y gestión futura. A continuación, se presenta la tabla con los valores de generación per cápita por distrito, que sustenta el cálculo del promedio ponderado.

Distrito	Generación per cápita Validada	Representatividad	GPC domiciliaria
	<i>Kg/persona-día</i>		
Distrito 2	0,159	4,39%	0,006981096
Distrito 3	0,245	11,40%	0,027927752
Distrito 5	0,331	21,05%	0,069761383

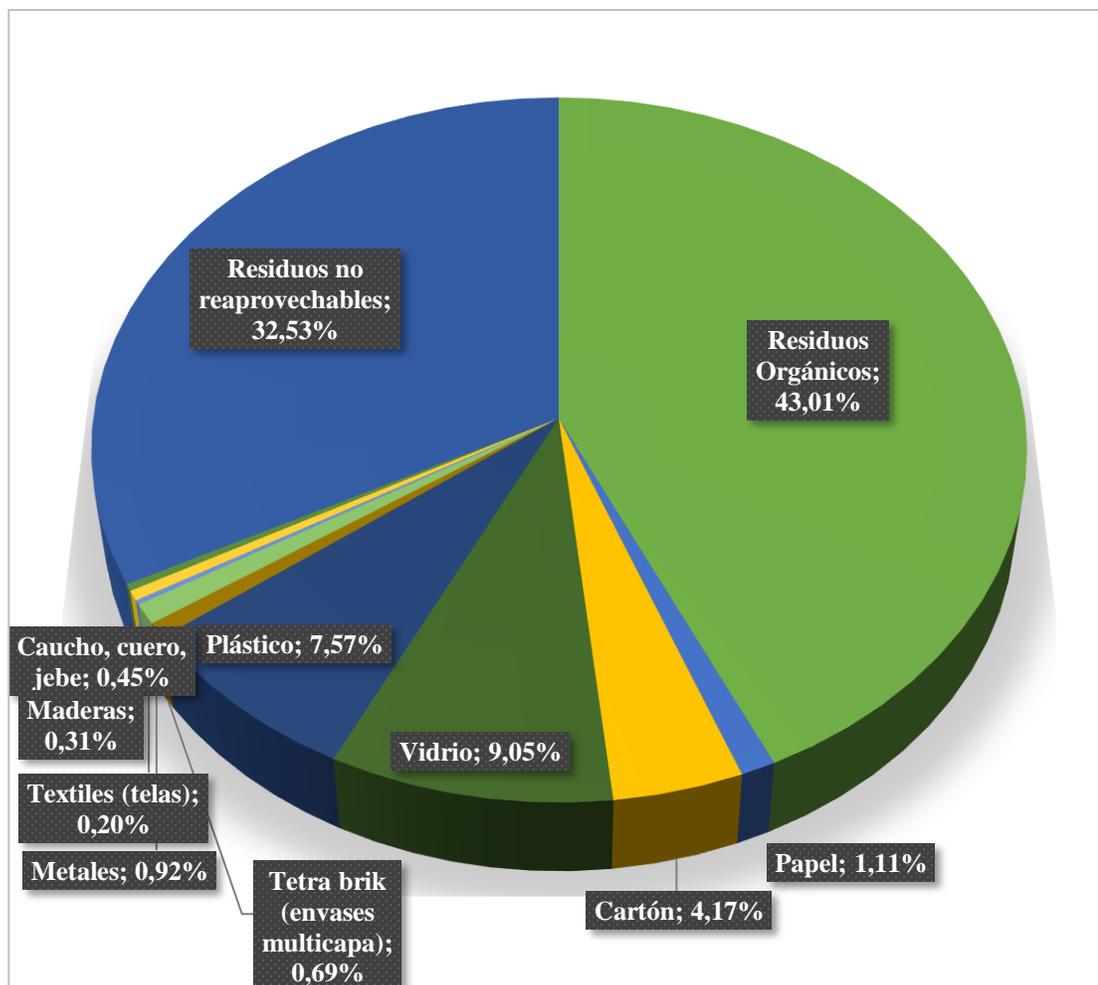
Distrito 7	0,242	29,82%	0,072221003
Distrito 8	0,229	29,82%	0,068389737
Distrito 6	0,183	3,51%	0,006410409
TOTAL		100%	0,252

El índice de 0,252 kg/hab.-día obtenido para el municipio de Uriondo es considerablemente bajo y se asemeja a perfiles rurales o semiurbanos, donde el consumo y la generación de residuos son moderados podemos compararlos con referencias nacionales y municipales.

Categoría	Generación per cápita (kg/hab·día)	Observaciones
Municipio de Uriondo	0,252	Valor del estudio, perfil semiurbano-rural.
Municipios menores	0,39	Aún superior al índice de Uriondo.
Municipios rurales	0,2	Perfil más bajo; cercano al valor de Uriondo.

En conjunto, el per cápita de Uriondo se sitúa entre los promedios de los municipios rurales y los municipios menores, lo que refleja un nivel de urbanización y patrones de consumo intermedios.

Asimismo, la composición de los residuos del municipio se presenta en el siguiente gráfico donde se observa claramente la distribución por fracción de materia orgánica, plásticos, papel/cartón, vidrio, metales y residuos no aprovechables.



La gráfica muestra que la mayor parte de los residuos generados en el municipio de Uriondo corresponde a residuos orgánicos (43,01 %), seguidos por residuos no aprovechables (32,53 %) y vidrio (9,05 %). Estos 2 primeros son los que mayormente predominan en la generación de residuos de un municipio. Sin embargo, la presencia destacada del vidrio como tercer componente más abundante es poco común en zonas rurales y puede atribuirse a la actividad vitivinícola local, especialmente la elaboración artesanal de vino, característica económica y cultural del municipio. Esto resalta cómo las prácticas productivas influyen directamente en el perfil de los residuos generados.

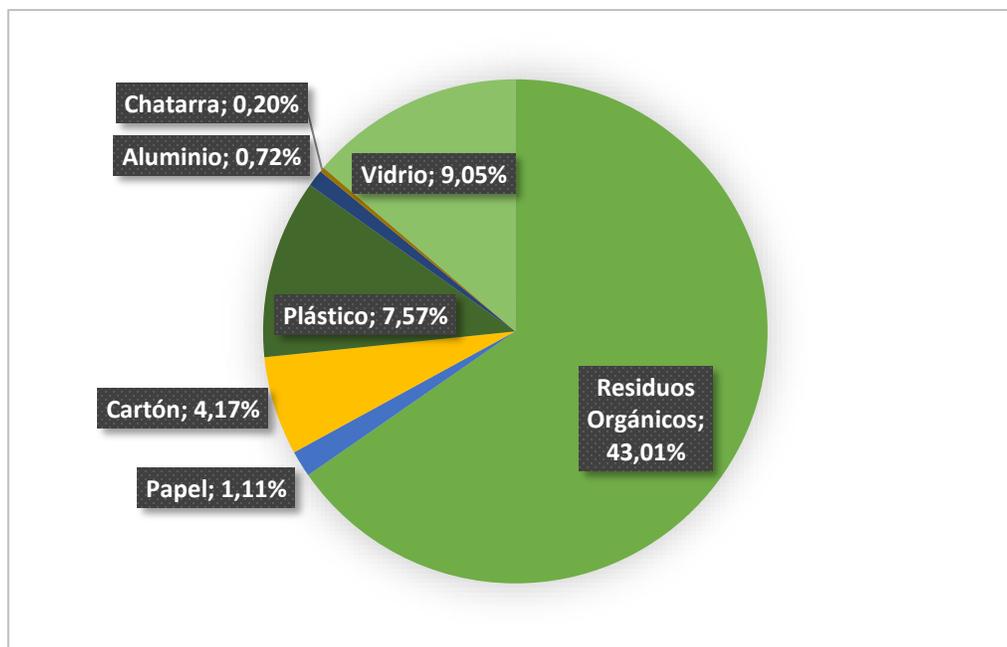
Además, los análisis físico-químicos realizados en los laboratorios de CEANID y el Laboratorio de Suelos de Agronomía de la UAJMS brindaron datos certificados de los parámetros más importantes para la realización de compost.

PARÁMETRO	TÉCNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	PROMEDIO	RANGO
Humedad	NB 313010:05	g/100g	79,99	60 A 65
pH (20°C)	Potenciometría	-	5,03	5 a 6,5
Relación carbono/nitrógeno	Matemático	-	11,41	25 A 35

Como parte del estudio de caracterización, se realizó el cálculo del peso específico de los residuos sólidos generados en el municipio de Uriondo, aplicando la metodología propuesta en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del Perú. El valor obtenido fue de 302,394 kg/m³, un dato clave que, junto al índice de generación per cápita de 0,252 kg/hab.-día, que permite contar con datos técnicos confiables para la planificación futura de infraestructuras de disposición final.

Con base en estos valores y considerando una proyección de crecimiento poblacional a 20 años, se calculó el área requerida para una posible implementación de un relleno sanitario, resultando en un estimado de 10365,92 m².

- Se realizó la valoración de los residuos sólidos municipales mediante el análisis de caracterización, A partir de esta valoración, se determinó que el 65,83% de los residuos generados en el municipio pueden ser aprovechados, ya sea mediante su reutilización o reciclaje.



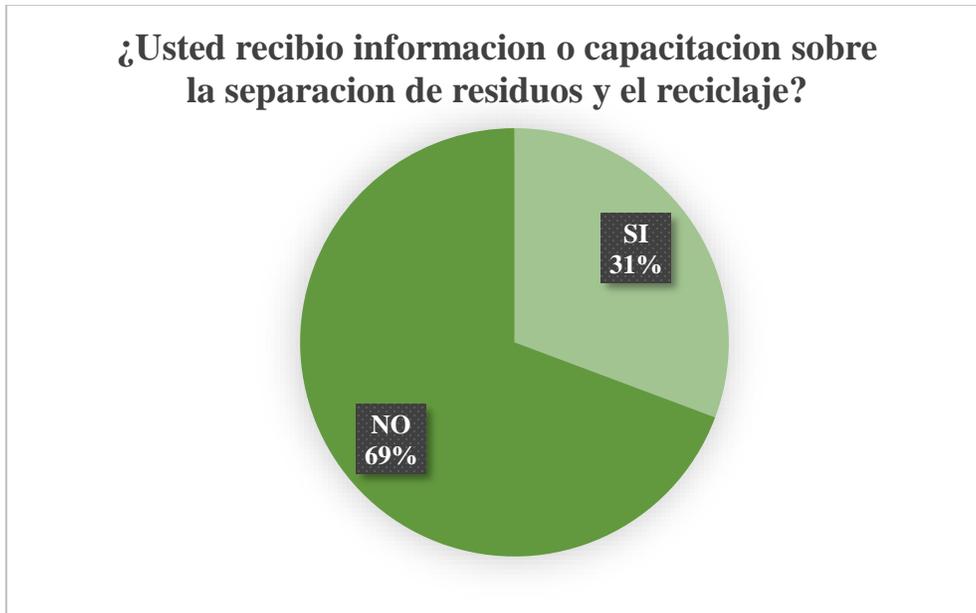
Estos datos permitieron proyectar los beneficios económicos a 10 años que se podrían obtener al aprovechar los residuos reciclables y orgánicos en lugar de simplemente desecharlos.

Ppc (Kg/hab.*día)	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	CANTIDAD ANUAL TON./AÑO
0,013	CARTON Y PAPEL	47,69
0,0005	CHATARRA	1,87933
0,00181	ALUMINIO	1,84129
0,01908	PLASTICO	69,69292
0,108	RESIDUOS ORGANICOS	395,97

En cuanto al vidrio, aunque tiene un potencial de reciclaje, su recuperación implicaría un costo al municipio estimado de 10000 Bs al año, lo que plantea la necesidad de evaluar estrategias que hagan viable su manejo dentro del sistema de residuos del municipio.

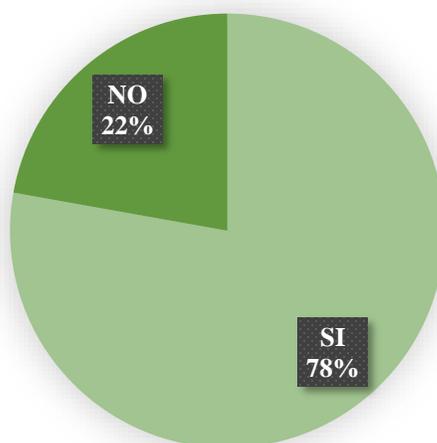
Por otro lado, se calculó que el aprovechamiento de los residuos orgánicos que permitiría la producción de 66,127 toneladas de compost.

- Las encuestas fueron realizadas exitosamente y fue aplicada considerando un universo poblacional de 8.341 personas, de las cuales se seleccionó una muestra representativa de 114 personas para el estudio. Entre las respuestas más relevantes se destaca que la mayoría de los encuestados no ha recibido capacitación previa sobre reciclaje ni separación de residuos, lo que evidencia una necesidad formativa en el tema.



A pesar de ello, los resultados muestran un dato alentador: la mayoría de los encuestados manifestó su disposición a participar activamente en programas de reciclaje o separación de basura.

¿Estaría dispuesto/a a participar en un programa de separación de residuos?



En este sentido, se recomienda establecer alianzas estratégicas con negocios verdes y empresas recicladoras, para facilitar la recolección y comercialización de los residuos que tienen un valor económico.

Con el compromiso demostrado por los comunarios, se sugiere que los residuos que tengan valor, como plásticos, metales y papel sean separados para su comercialización. Esto estableciendo un calendario de recolección cada cierto tiempo donde se pueda acumular una buena cantidad de residuos y ser rentable para los negocios verdes esto en cada distrito del municipio. Esto permitirá que los comunarios obtengan beneficios económicos directos, al mismo tiempo que contribuyen a la reducción de residuos que terminan en los vertederos.

- Durante las visitas al municipio, se observó que el personal encargado del recojo de basura también realiza actividades de compostaje y otras tareas, lo que sobrecarga sus responsabilidades. En lugar de que el municipio continúe gestionando el compostaje, se sugiere fomentar el compostaje domiciliario entre los residentes. Esto permitiría que cada hogar maneje sus propios residuos orgánicos, reduciendo la cantidad de desechos que llegan a los vertederos y aliviando la carga del personal municipal, que ya se encuentra limitado.

Recomendaciones.

- Antes de iniciar un estudio de caracterización y valorización de residuos, es fundamental realizar una planificación adecuada. Se recomienda dedicar tiempo a organizar todos los aspectos logísticos y operativos del proyecto, asegurando que se cuente con los recursos necesarios, como permisos municipales, herramientas, personal capacitado y materiales. Una planificación detallada ayudará a evitar contratiempos durante el trabajo de campo, permitiendo que el estudio se desarrolle de manera más eficiente y que los datos obtenidos sean precisos y confiables.
- Para llevar a cabo el estudio de caracterización y recolección de residuos, es fundamental que el personal utilice ropa y equipos de protección adecuados. Se recomienda que todos los participantes usen overoles, guantes, mascarillas y botas de seguridad, con el fin de protegerse del contacto directo con los residuos y prevenir posibles infecciones o accidentes durante el trabajo de campo.
- Durante el estudio de caracterización, se observó la importancia de realizar una correcta preparación y manejo de las muestras destinadas a análisis de laboratorio. Por lo tanto, se recomienda seguir un protocolo riguroso de preparación y transporte de las muestras para garantizar la precisión y representatividad de los resultados. Es fundamental utilizar el método de cuarteo para obtener muestras homogéneas, tal como se aplicó en este estudio, y asegurarse de que las muestras lleguen en condiciones óptimas al laboratorio. Además, se sugiere emplear contenedores herméticos y conservadoras con hielo para el transporte, lo que ayudará a mantener la integridad de los parámetros físico-químicos de los residuos hasta su análisis en el laboratorio.
- Continuar con estudios de caracterización de residuos sólidos en el municipio de Uriondo, profundizando el análisis a nivel distrital. Realizar la caracterización de manera individual por distrito permitiría obtener información más detallada sobre la generación y composición de los residuos en cada zona, lo que aumentaría la representatividad de los datos y permitiría diseñar estrategias de gestión adaptadas a las necesidades específicas de cada comunidad.