



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA
ESTABLECER ALTERNATIVAS DE MANEJO EN LA PARROQUIA
PIMAMPIRO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO/A EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTOR:

Nixon Javier Granda Sandoval

DIRECTOR:

Ing. Santiago Mauricio Salazar Torres MSc

Ibarra, 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ibarra, 14 de abril del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA ESTABLECER ALTERNATIVAS DE MANEJO EN LA PARROQUIA PIMAMPIRO.”**, de autoría del señor Granda Sandoval Nixon Javier estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

MSc. Santiago Salazar Torres

DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

FIRMA

MSc. Santiago Cabrera García

MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

MSc. Melissa Layana Bajaña

MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003829072		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Granda Sandoval Nixon Javier		
DIRECCIÓN:	Pimampiro, Imbabura		
EMAIL:	nigrandas@utn.edu.ec ; xavigranda926@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MOVIL	0981818678

DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA ESTABLECER ALTERNATIVAS DE MANEJO EN LA PARROQUIA PIMAMPIRO		
AUTOR:	Granda Sandoval Nixon Javier		
FECHA:	11/04/2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO	
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Santiago Salazar MSc		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de abril de 2022

EL AUTOR:

.....
Nixon Javier Granda Sandoval
C.I: 100382907-2

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y a mi familia por haberme brindado su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera, la motivación para siempre salir adelante y por enseñarme sus buenos principios y valores.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, especialmente a mi carrera Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, sus autoridades, personal, docente, administrativo y trabajadores, quienes, durante mi estancia, compartieron conocimientos y enseñanzas.

Agradecer de manera especial a mi director Ing. Santiago Salazar por su entrega en el asesoramiento para el desarrollo y culminación de esta investigación.

De la misma manera agradecer a mis asesores Ing. Santiago Cabrera e Ing. Melissa Layana, por su gran aporte para el desarrollo de esta investigación.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pimampiro, por facilitarme la información necesaria y escenario para el desarrollo de tesis, de igual forma agradecer al Cuerpo de Bomberos de Pimampiro, por facilitar sus instalaciones, durante el trabajo en campo.

A mis compañeros, quienes, durante el transcurso de mi etapa universitaria, me brindaron su apoyo, conocimientos y su amistad incondicional dentro y fuera de las aulas.

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres quienes son el pilar principal de mi vida, por todo su apoyo constante, sabiduría y amor brindado siempre.

A mi tía Fabiola Granda, quién desde el cielo seguirá guiando mi camino.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Revisión de Antecedentes o Estado del Arte	1
1.2. Problema de investigación y justificación.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Pregunta(s) directriz (ces) de la investigación o hipótesis.....	5
CAPÍTULO II	6
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 Marco teórico referencial	6
2.1.1 Residuo Sólido y Desecho Sólido	6
2.1.2 Generación de residuos sólidos urbanos	6
2.1.3 Clasificación de residuos sólidos	6
2.1.4 Composición de los residuos sólidos urbanos.....	8
2.1.5 Gestión integral de residuos sólidos urbanos	10
2.1.6 Caracterización de los residuos sólidos	11
2.1.7 Perfeccionamiento del sistema de recolección de RSU a través de las herramientas SIG.....	12
2.1.8 Estación de transferencia	13
2.1.9 Alternativas de manejo para residuos sólidos	13
2.2 Marco Legal	16
2.2.1 Constitución del Ecuador	16
2.2.2 Convenios y Tratados Internacionales	17

2.2.3 Código Orgánico Ambiental	17
2.2.4 Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental TULSMA.....	18
2.2.5 Ordenanza municipal	19
CAPÍTULO III.....	20
METODOLOGÍA	20
3.1 Descripción del área de estudio.....	20
3.1.1 Componente biofísico	21
3.1.2 Variables socioeconómicas	22
3.2 Métodos.....	23
3.2.1 Fase I: Identificar la línea base para la gestión de los residuos sólidos urbanos del Cantón Pimampiro	23
3.2.2 Fase II. Caracterizar los residuos sólidos urbanos para estimar la cantidad y composición de los materiales que se generan.....	24
3.2.3 Fase III. Establecer alternativas de manejo de los residuos sólidos urbanos, enfocadas a la minimización de los impactos ambientales	33
3.3 Materiales y Equipos.....	33
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 Identificar la línea base para la gestión de los residuos sólidos urbanos del Cantón Pimampiro.....	35
4.1.1 Modelo de gestión integral de residuos sólidos del Cantón Pimampiro	37
4.2. Caracterizar los residuos sólidos urbanos para estimar la cantidad y composición de los materiales que se generan	41
4.2.1 Densidad de los residuos sólidos	50
4.3 Establecer alternativas de manejo de los residuos sólidos urbanos, enfocadas a la minimización de los impactos ambientales.....	52
4.3.1 Alternativas de manejo.....	53
4.3.2 Pirámide de gestión de residuos sólidos	53

4.3.3 Establecimiento de un relleno sanitario para la correcta disposición final de residuos y desechos sólidos.....	54
4.3.4 Establecer una ordenanza para el manejo de residuos sólidos urbanos del cantón Pimampiro	58
4.3.5 Propuesta: Programa para el manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana del cantón Pimampiro	61
CAPÍTULO V.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de cumplimiento legal	24
Tabla 2. Matriz de requisitos legales.....	24
Tabla 3. Tipos y fuentes de generación de residuos sólidos urbanos de la parroquia Pimampiro.....	25
Tabla 4. Ficha de campo para la caracterización de residuos sólidos	29
Tabla 5. Materiales y equipos	34
Tabla 6. Tabla de datos de la composición de los residuos sólidos del estrato comercial (febrero).....	42
Tabla 7. Análisis comparativo de resultados de composición de los residuos sólidos urbanos	48
Tabla 8. Análisis comparativo de resultados de composición de los residuos sólidos	50
Tabla 9. Densidad de los residuos sólidos urbanos estrato residencial.....	51
Tabla 10. Densidad de los residuos sólidos urbanos por estratos	51
Tabla 11. Matriz "FODA" parroquia Pimampiro.....	52
Tabla 12. Proyecto 1: EDUCACIÓN AMBIENTAL INTEGRAL BASADA EN LA SEPARACIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	63
Tabla 13. Proyecto 2: ESTABLECIMIENTO DE BASUREROS SELECTIVOS Y REPLANTEAMIENTO DE CONTENEDORES EXISTENTES EN EL ÁREA URBANA.....	66
Tabla 14. Proyecto 3. INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS ..	68
Tabla 15. Proyecto 4. FOMENTAR LA CONFORMACIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN DE RECICLADORES DE BASE ENFOCADA EN EL RESCATE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de gestión integral de residuos sólidos.....	10
Figura 2. Caracterización de residuos sólidos metropolitanos.....	11
Figura 3. Estudio de caracterización de RSU.	12
Figura 4. Mapa de ubicación del área de estudio.....	20
Figura 5 Mapa de ubicación de los estratos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro.....	27
Figura 6 Método para calcular la densidad de residuos.....	32
Figura 7. Grado de cumplimiento de las leyes ambientales vigentes por el GAD Pimampiro.....	35
Figura 8. Modelo de gestión integral de residuos sólidos del Cantón Pimampiro	39
Figura 9. Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato comercial.....	43
Figura 10. Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato residencial.....	44
Figura 11. Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato expansión.....	45
Figura 12 Residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos totales.....	46
Figura 13. Composición física general de los residuos sólidos urbanos Pimampiro.	47
Figura 14. Pirámide de gestión de residuos sólidos.....	54
Figura 15. Modelo de relleno sanitario para el manejo de residuos sólidos urbanos del Cantón Pimampiro.....	55
Figura 16. Modelo de ordenanza para la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón Pimampiro.....	59

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA
ESTABLECER ALTERNATIVAS DE MANEJO EN LA PARROQUIA
PIMAMPIRO

Nixon Javier Granda Sandoval

RESUMEN

Actualmente la gestión y manejo de los residuos sólidos es imprescindible, debido al constante crecimiento poblacional, concentración urbana, cambiantes hábitos de consumo, desarrollo tecnológico, entre otros factores, los cuales generan grandes cantidades de residuos sólidos de características heterogéneas, y su deficiente gestión se traduce en problemas socioambientales. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar físicamente los residuos sólidos urbanos de la parroquia Pimampiro, para llevar a cabo el proceso se identificó una línea base de la gestión de los residuos sólidos de acuerdo con la normativa local y nacional y vigente. El resultado de la caracterización física realizada en los dos periodos vacaciones y ocupación total demostró que no existen diferencias significativas en relación a los dos periodos de muestreo. De forma general los residuos orgánicos se producen en mayor proporción alcanzando el 67.60%, siendo el 32.40% residuos inorgánicos, agrupados en las siguientes categorías: residuos plásticos rígido y de película (10.42%), residuos compuestos de papel y cartón (6.24%), otros residuos (15.74%), y con una densidad de 217.682 kg/m³. Por otra parte, se determinó que la gestión de los residuos sólidos es deficiente, en lo referente a normativa legal que promueva la separación, tratamiento y recuperación de residuos sólidos. Frente a esto, se planteó propuestas de gestión integral enfocadas en el establecimiento de una normativa local, educación ambiental e infraestructura, con el propósito de formular un adecuado tratamiento, recuperación, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos en esta parroquia.

Palabras clave: Caracterización de residuos, gestión integral de residuos sólidos, alternativas de manejo.

ABSTRACT

Currently, the management and handling of solid waste is essential, due to the constant population growth, urban concentration, changing consumption habits, technological development, among other factors, which generate large amounts of solid waste with heterogeneous characteristics, and its poor management translates into socio-environmental problems. The objective of the present investigation was to physically characterize the urban solid waste of the Pimampiro parish, to carry out the process, a baseline of solid waste management was identified in accordance with current local and national regulations. The result of the physical characterization carried out in the two vacation and total occupation periods showed that there are no significant differences in relation to the two sampling periods. In general, organic waste is produced in a greater proportion, reaching 67.60%, with 32.40% being inorganic waste, grouped into the following categories: rigid and film plastic waste (10.42%), waste composed of paper and cardboard (6.24%), other residues (15.74%), and with a density of 217,682 kg/m³. On the other hand, it was determined that solid waste management is deficient, in terms of legal regulations that promote the separation, treatment and recovery of solid waste. Faced with this, comprehensive management proposals focused on the establishment of local regulations, environmental education and infrastructure were proposed, with the purpose of formulating an adequate treatment, recovery, use and final disposal of solid waste in this parish.

Keywords: Characterization of waste, integral management of solid waste, alternative management.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de Antecedentes o Estado del Arte

La generación de residuos sólidos producto de las actividades humanas preexiste desde tiempos remotos, a partir de que el hombre dejó de ser nómada y se concentró en sus propios territorios (Castro, 2020). Posteriormente, las acciones habituales en conjunto estimularon su acumulación, los primeros residuos al producirse y formar parte del medio natural no suponían un mayor conflicto o consecuencias graves debido al grado de degradabilidad biológica de los materiales (Barradas, 2009). A medida que transcurre el tiempo las poblaciones se multiplican y se acentúa su concentración, por tanto, surgen las repercusiones socioambientales (Dulanto, 2013).

A mediados del siglo XVIII surge el modelo de producción de la revolución industrial, y con esto se experimentó un crecimiento sustancial de la producción de bienes y servicios (Cairo et al., 2017). Por consiguiente, agravando el problema de los residuos sólidos, ya que dicho modelo se basa en el uso intensivo de combustibles fósiles, en la sobreexplotación de los recursos naturales y la creación de materiales inorgánicos sintéticos de difícil degradación (Fazenda et al., 2016). De igual forma, a nivel mundial el desarrollo económico y el crecimiento poblacional están ligados al desarrollo urbanístico, evolución tecnológica, fluctuación económica, concentración y cambio de la cultura del consumismo del hombre (Boscov, 2008). El producto de estos cambios se ve reflejado en la amplia generación de residuos sólidos urbanos con características muy heterogéneas, tornando compleja la gestión y manejo de sus diferentes constituyentes (Jara, 2014).

De acuerdo con el Banco Mundial (2020), la población de América Latina y el Caribe (ALC) es de 652 millones de habitantes, los cuales generan diariamente unas 701 000 toneladas de residuos sólidos aproximadamente. En el Ecuador según el Plan Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) 2019, se estima que para ese año

la producción per cápita nacional fue de 0.74 kg/hab/día de residuos sólidos, que conforman aproximadamente 12 897 toneladas diarias (PNGIDS, 2019). En el área urbana el 56.6% corresponden a residuos orgánicos, el 11.2% a residuos plásticos y el 9.3% de residuos compuestos por papel y cartón (AME-INEC, 2019). Según el Consejo Nacional de Competencias (2019), la región Sierra y Costa exceden el 50% de generación de residuos sólidos orgánicos, por ello su aprovechamiento debería ser un eje fundamental dentro de los GADs municipales.

En este contexto, la gestión de residuos sólidos supone un gran reto para los entes gubernamentales, responsables de efectuar lo estipulado en la legislación nacional (Castro y Bernache, 2016). Pese a ello la gestión de residuos en países en vías de desarrollo no suele ser adecuado, debido a factores políticos, sociales y que generalmente carecen de los medios financieros necesarios (Durand, 2011). Esto ha propiciado que el manejo de los residuos durante toda su etapa genere impactos al ambiente, además en los países de América Latina y el Caribe se muestra poco interés al cuidado del medio ambiente, por suplir otras necesidades básicas (Sáez et al., 2014).

En el Ecuador el PNGIDS, impulsa la gestión de los residuos sólidos en los municipios, dotándolos con maquinaria, equipamiento técnico e incentivos para promover el manejo eficiente y la posible recuperación de los residuos sólidos (PNGIDS, 2010). De acuerdo con la normativa nacional establecida, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) son las instituciones gubernamentales encargadas de este proceso, los cuales se basan un modelo de gestión acorde a sus necesidades (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2017).

De acuerdo con Ortega y Torres (2016), un dato técnico importante para planificar la gestión de los residuos es conocer la cantidad y las características (densidad y composición) de los residuos sólidos. Además, se puede optimizar la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU), dándole un valor agregado a los materiales producidos, los cuales pueden ser reutilizados o reciclados, de esta manera reintroducir ciertos materiales a la cadena productiva, minimizando la generación en el origen de

ciertos subproductos, y a su vez generar beneficios a partir de los mismos, los materiales como plástico, cartón, papel, aluminio, vidrio y materia orgánica suponen una buena rentabilidad (Saldaña et al., 2013).

La caracterización de los residuos es considerada una base esencial en la gestión integral de residuos sólidos, ya que determinar la composición de los RSU es fundamental en la planificación de cualquier tipo de estrategia local para el manejo de residuos, sin embargo, es complejo obtener datos de buena calidad y consistentes (Hernández et al., 2016). Por consiguiente, con las derivaciones obtenidas y dependiendo de las características, proponer soluciones acertadas y concretas (Ruiz, 2012). Según Erazo (2013), las campañas de separación de residuos realizadas en las comunidades como instituciones educativas dan buenos resultados, reducen la carga del relleno, así también el manejo técnico de la planta de compostaje acelera el proceso de descomposición.

1.2. Problema de investigación y justificación

La mayor parte de procesos de naturaleza biológica no generan residuos y son altamente eficientes en el consumo de energía, las actividades antrópicas suelen ser ineficientes en lo que se refiere al consumo de energía, agua y materiales (Yanes, 2001). Que a su vez se basan en una economía lineal (producir, usar y tirar) generando considerable cantidad de residuos (Balboa y Somonte, 2014). Por consiguiente, esas dificultades pueden traducirse en consecuencias socioambientales graves, pues el manejo inadecuado en la disposición final de residuos genera múltiples problemas de contaminación del agua superficial y freática, suelo, aire, paisaje, transmisión de enfermedades, emisión de biogás (metano y dióxido de carbono), incendios, obstrucción de desagües, entre otros (Ezeah et al., 2013).

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pimampiro actualmente presenta déficit en la gestión integral de residuos sólidos, debido a la insuficiente infraestructura, carencia de una normativa que promueva la separación de los residuos sólidos. Además, se evidencia el desconocimiento de la población local sobre el manejo de

estos materiales (PDOT-Pimampiro, 2014). Aquellos factores han incidido consecuentemente en la reducción de la vida útil del relleno sanitario anterior, contaminación del suelo y pérdida de infraestructura en el lugar de disposición final.

El Cantón Pimampiro se destaca por ser productivamente agrícola, se prevé que la producción de residuos orgánicos es significativa, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2010), las principales ramas de ocupación para el área urbana son; el 57.45% en agricultura, el 11.16% en ganadería y silvicultura y el 3.57% por el comercio. Según González y Buenrostro (2012), el nivel de desarrollo de un país incide en la generación de residuos, en los países menos desarrollados la proporción de materia orgánica biodegradable, contenido de humedad y densidad es más elevado, comparado con países desarrollados. Sin embargo, para el área local se desconoce su volumen real de generación y características.

Frente a todo esto, y luego de considerar las dificultades ocasionados por los RSU, se debe partir por establecer una línea base para conocer las características físicas actuales del área urbana. Por ello, surge la necesidad de realizar un estudio de caracterización física de los residuos sólidos urbanos, con el objetivo de cuantificar y cualificar cada uno de los componentes y posteriormente con los resultados obtenidos proponer las mejores alternativas de gestión y manejo, enfocadas en minimizar el impacto ambiental, y los problemas sociales producidos por los residuos y desechos sólidos, de esta manera optimizar el modelo de gestión para la parroquia urbana del cantón Pimampiro.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Caracterizar los residuos sólidos urbanos para establecer alternativas de manejo en la parroquia Pimampiro.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar la línea base para la gestión de los residuos sólidos urbanos del cantón Pimampiro.
- Caracterizar los residuos sólidos urbanos para estimar la cantidad y composición de los materiales que se generan.
- Establecer alternativas de manejo de los residuos sólidos urbanos, enfocadas a la minimización de los impactos ambientales.

1.4. Pregunta(s) directriz (ces) de la investigación o hipótesis

¿La caracterización de los residuos sólidos urbanos nos proporcionará datos suficientes para establecer alternativas de manejo y optimizar el modelo de gestión de residuos sólidos?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico referencial

2.1.1 Residuo Sólido y Desecho Sólido

Se considera residuo sólido a cualquier material, sustancia o gas, del producto de diferentes procesos o actividades desarrolladas por el ser humano y que ya no se utilizan (Porras y González, 2016). Sin embargo, varios residuos son susceptibles de aprovechamiento a través del reciclaje o reutilización, depende del manejo adecuado que se proponga para cada uno de los materiales (Flores, 2000). No obstante, los desechos sólidos son los componentes producto de actividades industriales como el vertido de sólidos, desechos producidos por centros de salud, baterías, productos químicos, radioactivos, etc (García, 2014). Estos desechos se componen de materiales a los cuales no se les puede otorgar ningún valor, al tratarse de productos contaminantes o tóxicos, el destino de estos desechos es directamente el relleno sanitario, o incineración en algunos casos (Henry y Heinke, 1999).

2.1.2 Generación de residuos sólidos urbanos

La procedencia de los residuos sólidos en las zonas urbanas se origina en varias fuentes, de acuerdo con las distintas actividades que el ser humano realiza, las fuentes de generación más comunes son las comerciales, residenciales, industriales e institucionales (Lorente et al., 2015).

2.1.3 Clasificación de residuos sólidos

Según Vesco (2006), los residuos pueden clasificarse de varias formas dependiendo del estado, característica u origen.

Según su peligrosidad

Residuos peligrosos: se trata de sustancias, materiales u objetos producto de actividades humanas, que por sus características físicas, químicas o biológicas, pueden causar perjuicios a la salud y el medio ambiente.

Residuos no peligrosos: son aquellos que por sus características físicas químicas o biológicas no representan un peligro para los seres vivos y el medio ambiente.

Residuos Inertes: se trata de residuos como escombros y materiales similares, los cuales no representan un riesgo inminente para la salud y el medio ambiente.

Según su origen.

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Son aquellos que se producen en los espacios urbanizados, como consecuencia de las diferentes actividades que aquí se desarrollan, pueden provenir de diferentes fuentes como viviendas, oficinas, mercados, instituciones y los residuos sólidos resultantes de la limpieza de calles de un conglomerado urbano (André y Cerdá, 2004). Además, estos residuos pueden variar en el peso, tamaño, características físicas y químicas.

Residenciales: son residuos generados comúnmente en los hogares producto de las actividades domésticas diarias.

Comerciales: este tipo de residuos son producto de las operaciones del comercio, realizadas en lugares como mercados, negocios, instituciones, entre otros.

Industriales: se originan de los procesos de fabricación, transformación, consumo, mantenimiento, u otra actividad ejecutada por la industria.

Hospitalarios: son producto del trabajo clínico o de investigación, realizada en establecimiento dedicados a la salud, los cuales se consideran peligrosos por sus características.

Radioactivos: residuos que contienen elementos químicos radioactivos.

Según su composición.

Orgánicos: Son aquellos residuos de origen biológico o producto de procesos naturales, como restos de flora y fauna, y se consideran biodegradables por sus características moleculares.

Inorgánicos: Son aquellos residuos de origen no biológico o proceso natural de difícil descomposición, al tratarse de residuos sintéticos tardan mucho tiempo en degradarse, algunos de ellos son el plástico, cartón, vidrio, textiles y metales. (Naranjo et al., 2015).

2.1.4 Composición de los residuos sólidos urbanos

La composición de las categorías y los subproductos pueden variar dependiendo del número de habitantes, estrato, nivel socioeconómico, nivel de educación, entre otros. (Bonilla y Núñez, 2012). En función de estos factores se consumirá y utilizará ciertos productos, lo que generará residuos sólidos de diferentes características y tamaños, entre los más comunes se encuentran:

Materia orgánica: provienen de la preparación de alimentos, junto a la comida que sobra, podas de plantas, etc.

Papel y cartón: Revistas, periódicos, publicidad, cajas, embalajes, etc.

Plásticos: Botellas, fundas, embalajes y cubiertos desechables.

Vidrio: Botellas, frascos diversos, etc.

Metales: Latas, botes, etc.

Sanitarios: Textiles sanitarios, pañales desechables, y demás materiales en base a algodón.

Otros: textiles, metales, etc.

Se consideran como residuos orgánicos aquellos procedentes de actividades como la agricultura, ganadería, mataderos, residuos forestales, domésticos, lodos de depuradoras de aguas residuales e incluyendo también a los originados en las industrias agroalimentarias (Pedreño et al., 1995). Según Benito et al., (2006), los residuos orgánicos deben ser concebidos ahora como un subproducto susceptible a un proceso de transformación, el cual debe ser utilizado en la agricultura para obtener ventajas del proceso de compostaje.

Los plásticos comprenden un conjunto amplio de sustancias desarrolladas a partir de polímeros de alto peso molecular, que se producen total o parcialmente en forma sintética, presentan una estructura básica orgánica y a través de manipulaciones químicas o físicas son llevados a un estado sólido final (Schwarz, 2002). Se caracteriza por su amplia versatilidad debido a su baja densidad, conductividad térmica y eléctrica, además es resistente a la corrosión, liviano, transparente, y sirve como barrera contra la humedad y el oxígeno (Frías et al., 2003). Sin embargo, su bajo precio contribuye en su fabricación a gran escala, y su inadecuado manejo causa serios impactos en el suelo, al aire y al mar (Andrady, 2011). De igual forma, los plásticos son especialmente problemáticos cuando no se gestionan adecuadamente, contaminan y afectan los cursos de aguas y los ecosistemas durante miles de años, en 2016 se generaron en el mundo 242 millones de toneladas de desechos de plástico, que representan el 12 % del total de desechos sólidos (Banco Mundial, 2018).

En la fabricación del papel y cartón se utiliza como materia prima los árboles, estos son descortezados, troceados y posteriormente en un proceso de digestión se obtiene la pasta, esta es lavada, blanqueada y finalmente se obtiene la hoja de papel o cartón (Cantanhede et al., 2006). El papel es un material básico para la civilización del siglo XXI, se utiliza en una amplia variedad de formas como en la impresión, embalaje, empaquetado y otros fines, cabe resaltar que los procesos realizados por la industria papelera emplea productos químicos, se consumen grandes cantidades de agua y energía (Fuentes y Leon, 2012). Por otra parte, la fibra reciclada es un material importante para la industria y su uso está creciendo rápidamente, la tasa de reciclaje de

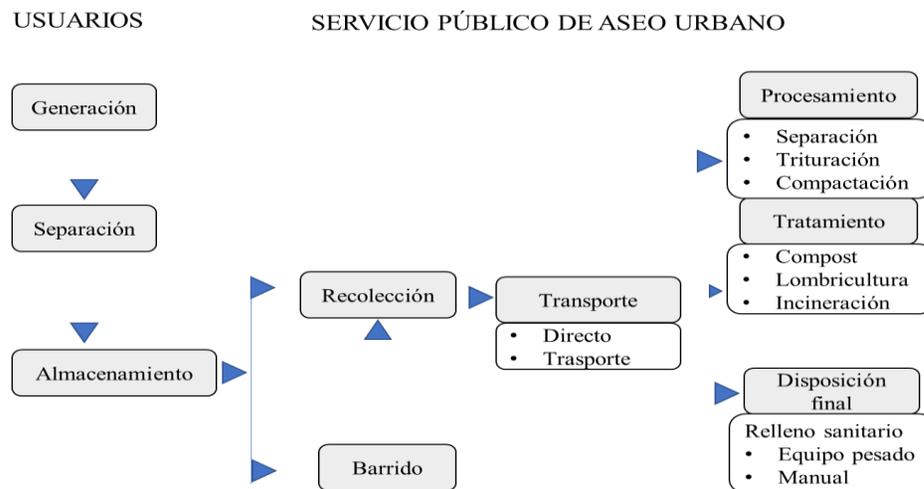
papel en Europa alcanzó el 71.7% en 2013 (la mayor tasa de reciclaje del mundo) la cual se ha mantenido (Area, 2017).

2.1.5 Gestión integral de residuos sólidos urbanos

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU), es la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de manejo más adecuados en todas las etapas de la cadena de manejo (Barradas, 2009). Las principales etapas son la generación, separación, almacenamiento, barrido, transporte, procesamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos (Figura 1). Su objetivo principal es minimizar la generación y maximizar el aprovechamiento, reduciendo los impactos a la salud y al medio ambiente producto de los residuos (Jaramillo, 1999).

Figura 1

Modelo de gestión integral de residuos sólidos



Fuente. Adaptado de Jaramillo, (1999).

En la opinión de Jaramillo y Zapata (2008), es importante la participación y colaboración en conjunto de diferentes actores como; el ente gubernamental, la ciudadanía, técnicos y trabajadores por su aporte positivo durante todo el proceso, además, es fundamental contar con una planificación, infraestructura y medios necesarios para el desarrollo de actividades.

2.1.6 Caracterización de los residuos sólidos

Se considera un método de estimación de los diferentes residuos sólidos producidos por la población, aporta elementos para entender las dimensiones de la producción, el manejo y su disposición final (Sotelo y Benítez, 2013). Según Montoya (2012), la caracterización de residuos se realiza mediante un estudio en el que se obtienen resultados tales como la densidad, la composición y la cantidad que tienen los residuos sólidos considerando su ámbito geográfico. Mediante esta técnica podemos cuantificar, clasificar y agrupar los subproductos en base a las muestras recolectadas, los componentes pueden variar entre los más comunes podemos encontrar, residuos orgánicos, papel, plástico, cartón, vidrio, entre otros (Figura 2) (Rendón, 2012). Además, esta técnica es muy útil en la planificación de un sistema de recolección urbana. De acuerdo con Marmolejo et al., (2009), es una herramienta base para la gestión de los residuos, proporciona información relevante para formular estrategias integrales a los diferentes componentes.

Figura 2

Caracterización de residuos sólidos metropolitanos



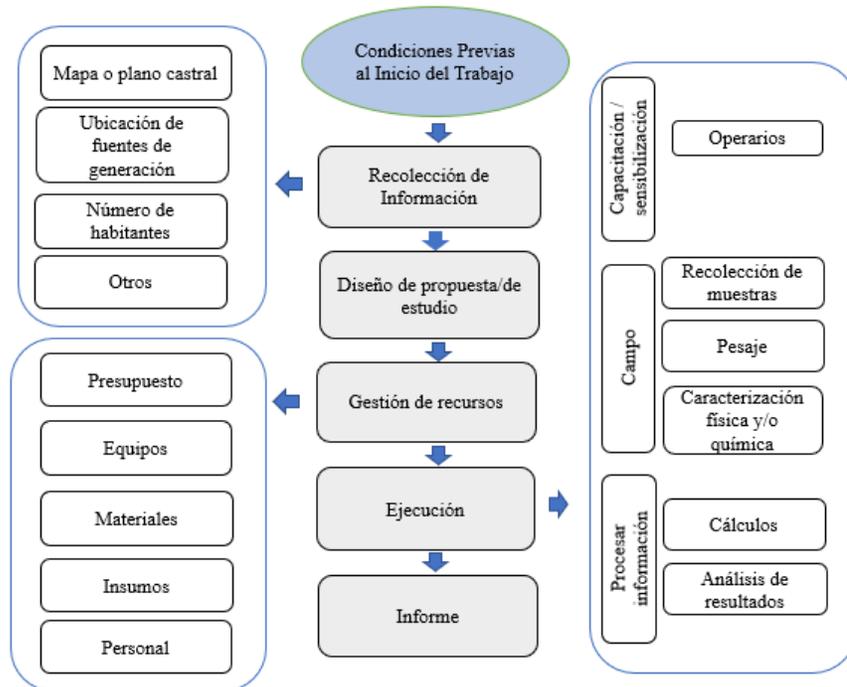
Fuente. EMGIRS– EP, (2013).

Según Jica (2017) las etapas para ejecutar un estudio de caracterización se pueden dividir en 6 partes: coordinaciones generales previas al inicio del trabajo, recolección

de información, diseño del estudio, gestión de los recursos, ejecución o trabajo de campo e informe (Figura 3). Un estudio de caracterización de RSU debe seguir una secuencia lógica para su ejecución de dicho estudio.

Figura 3

Estudio de caracterización de RSU.



Fuente. Adaptado de Jica, (2017).

2.1.7 Perfeccionamiento del sistema de recolección de RSU a través de las herramientas SIG

La recolección es la actividad que conlleva mayor tiempo dentro la cadena de gestión de residuos, consiste en labores de acopio y carga de productos, también es el proceso en el que se invierten mayores recursos económicos, se estima que puede llegar a representar el 40% y 80% del costo empleado en la limpieza (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2004). Además, el recorrido de los camiones a muy baja velocidad está asociado con la producción de mayores emisiones de gases contaminantes, ruido y congestión del tránsito vehicular (McLeod y Cherrett, 2008).

En este contexto, la optimización de estas operaciones es oportuno por la reducción de los costos operativos en la recolección de residuos (Schmidt y Zurbrügg, 2016). Los sistemas de información geográfica a través de datos geográficos y análisis espacial, permite reducir las distancias totales recorridas por los vehículos de la flota vehicular en el sistema de recolección, para este proceso el software emplea: rutas de recolección, número de calles, conexiones de carreteras, distribución y ubicación de los contenedores (Araiza y Zambrano, 2015).

2.1.8 Estación de transferencia

Una estación de transferencia es una infraestructura dedicada al manejo, recuperación de materiales y al traslado de residuos sólidos, mediante actividades orientadas a la adecuación y valorización de los recursos como la reutilización y el reciclaje (Eshet et al., 2007). Las estaciones de transferencia son edificios generalmente cerrados, parcial o totalmente, con el fin de eliminar los posibles impactos producidos por olores, ruidos, diseminación de residuos, entre otros (Rondón et al., 2016). Además, cumple la función de optimizar la eficiencia de recolección y transporte de residuos. Por ello, su función es muy importante dentro de la gestión integral de residuos sólidos, por el contrario, su inexistencia implica deficiencia en el tratamiento de residuos sólidos, acumulación de residuos en el relleno sanitario y reducción de la vida útil del mismo (Pérez, 2012).

2.1.9 Alternativas de manejo para residuos sólidos

Plan de manejo participativo de residuos sólidos.

La gestión ambiental implica un manejo participativo en la solución de los problemas (García et al., 2014). En este sentido, un plan de manejo participativo está diseñado y enfocado en reducir la generación de residuos, recuperarlos y reintroducirlos al ciclo productivo, a través de la participación integral de la sociedad (Espejo, 2018). Las actividades realizadas en conjunto como el trabajo en grupos de recolección, capacitación comunitaria, cursos básicos de educación ambiental, entre otros, son acciones esenciales para el manejo de residuos (Cruz et al., 2018). Además, la aplicabilidad de técnicas como las 4R es fundamental, para incentivar a la población al

cuidado de la estética del entorno, la protección de la naturaleza y la reducción de los impactos causados por los residuos (Cadena, 2010).

Estrategia 5R.

El manejo de los residuos sólidos urbanos comprende una tarea ardua, sin embargo, es la opción más viable para el tratamiento de los residuos sólidos (Vargas, 2012). Se ha evidenciado que la estrategia de las 5R ecológicas (Reciclar, Reutilizar, Reducir, Rechazar y Responsabilidad) es un coadyuvante importante en el manejo de residuos (Bermejo, 2012).

Al respecto, Vaquilema (2016) dice que:

[las] (R) es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. En pocas palabras, las R te ayudan a tirar menos basura, ahorrar dinero y ser un consumidor más responsable, así reduciendo tu huella de carbono. Y lo mejor de todo es que es muy fácil de seguir, ya que sólo tiene cinco pasos: reducir, reutilizar, reciclar, repensar, regular (p. 30).

Pucha (2014) expresa que una forma de compensar el problema de los residuos sólidos es poner en práctica de las 5R ecológicas, las cuales procuran cuidar el medio ambiente, con la aplicación práctica de estas acciones, se contribuirá a evitar el deterioro acelerado de nuestro planeta, el cual necesita de nuestro accionar responsable. Por otro lado, Chacín (2008) menciona que sera inútil preparar a los ciudadanos en conocimientos sobre manejo de residuos sólidos si no se implementa la legislación e infraestructura necesaria para ello y no se manifiesta la voluntad política para realizarlo.

Residuos sólidos orgánicos con potencial de aprovechamiento.

Según Pazmiño (2012), la composición de los residuos sólidos municipales más elevada corresponde a la materia orgánica alcanzando el 57%, luego están los residuos inorgánicos con el 43%, conformados por papel, cartón, plástico, etc. Los residuos

orgánicos de rápida degradación incluyen residuos de comida y de jardín, este contexto, a partir de la separación en la fuente se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de transformación de los residuos sólidos orgánicos nuevamente en materia prima (Marmolejo et al., 2009).

Las técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos más comunes son: la producción de abonos orgánicos sólidos y líquidos, generación de energía, bio fertilizantes, pellets, entre otros, por medio de metodologías como: bioabono, generación de biogás, compostaje, incineración con producción de energía, entre otros (Jaramillo y Zapata, 2008). En el Ecuador el compostaje es mayormente utilizado por 65 cantones, debido a la facilidad de su implementación, bajo costo de operación y mantenimiento, mientras que, 24 cantones emplean la lombricultura para el aprovechamiento de residuos orgánicos (PNGIDS, 2019).

Basura Cero.

Según Grass Roots Recycling Network (2013) “Basura Cero” es un principio de modelo para el siglo XXI, que pretende rediseñar la forma de los recursos y el flujo de materiales a través de la producción limpia, maximizar el reciclaje, disminuir los desechos, prevenir la contaminación, diseñar productos que puedan ser reutilizados y reincorporar materiales. Según Comber y Moriena (2013), la basura cero implica una combinación de prácticas en los ciudadanos y gobiernos tales como: la separación en el origen, la recolección puerta a puerta, el compostaje de residuos orgánicos, el reciclaje, reúso, plantear iniciativas de reducción, los incentivos económicos, separación de residuos, investigación, mejorar el diseño industrial y rellenos sanitarios.

Disposición final

Según el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente de (2019), comprende la última de las fases de la gestión integral de los residuos sólidos, en la cual son dispuestos de forma sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación definitiva en espacios que cumplan con los requerimientos técnicos establecidos en las normas secundarias correspondientes. Según Brito et al., (2017), la incorrecta disposición de los residuos

sólidos provoca alteraciones en las características físicas y químicas de los componentes ambientales tales como el agua, suelo y aire, así como también a la flora y fauna. En este contexto, la gestión y planificación técnica en la construcción de los rellenos, ubicándolos a mayor distancia posible de los poblados evita un sinnúmero de inconvenientes tanto para la salud como para el ambiente (Valencia et al., 2010).

Celda de confinamiento

De acuerdo con Flores (2009), una alternativa de confinamiento de residuos es a través de la celda, unidad funcional de los rellenos sanitarios la cual cumple con la función de minimizar los impactos ambientales producidos por los desechos, evitando la infiltración en el suelo de lixiviados. Según Guacho (2019), una celda que cumpla con todos los aspectos de la norma ambiental vigente en el Ecuador debe contener chimeneas, red de recolección de lixiviados y cunetas de coronación. Por otra parte, Viteri (2016) menciona que la vida útil de un relleno se prolongará, si la implementación de la celda de confinamiento es adecuada, además depende la cantidad de residuos que se generan y del tipo de manejo técnico que se lleve a cabo. En Latinoamérica son la opción más práctica y económica para el tratamiento de los residuos sólidos (Noguera y Olivero, 2010).

2.2 Marco Legal

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

2.2.1 Constitución del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 14 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

En el artículo 264, se establece que los Gobiernos Municipales serán el ente competente exclusivo de prestar los servicios básicos a la población como servicio agua potable, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley. Así mismo, se designa como ente competente a los GADs municipales los cuales tienen la obligación de la gestión de los residuos, mismos a través de sus disposiciones prestará los diferentes servicios a la población local (Constituyente, 2008).

2.2.2 Convenios y Tratados Internacionales

La agenda 21 es un plan de acción exhaustivo que habrá de ser adoptado universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, Gobiernos y Grupos Principales de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente, tiene como objetivo alcanzar el desarrollo sostenible. En lo que confiere al tema residuos sólidos se formularon cuatro áreas de programas: (a) reducción al mínimo de los residuos, (b) aumento al máximo de la reutilización y reciclado ecológico de los residuos, (c) promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racional de los residuos y (d) ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible y ecológicamente racional para el siglo XXI en todos los países (Ponte, 2008).

2.2.3 Código Orgánico Ambiental

Su objetivo es garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

El artículo 224 determina que la gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través

de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental.

El artículo 225 hace mención sobre las políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos, estas serán de cumplimiento obligatorio para las instituciones del Estado en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales: manejo integral de los residuo y desechos, responsabilidad extendida, fortalecimiento de la educación, cultura ambiental y fomento a la valorización.

En el artículo 226, se especifica la jerarquización que debe cumplir la gestión de residuos sólidos: prevención, minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización, eliminación y disposición final. La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles (Código Orgánico Ambiental, 2017).

2.2.4 Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental TULSMA

El Acuerdo Ministerial No. 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA), conforme el Art 47. “El cual se refiere a las Políticas Nacionales de Residuos Sólidos señala que el Estado declara prioridad la gestión integral de residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales”.

La responsabilidad compartida está enfocada en el involucramiento de la sociedad dentro del proceso, la participación de la ciudadanía es clave, ya que las prácticas como el reciclaje y separación de residuos empieza en el origen de generación de estos, y esto contribuye en la minimización de residuos, así como evitar impactos al ambiente.

El artículo 55 establece que “la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, como el conjunto de acciones y regulaciones con el objetivo de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más apropiado desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental” En este apartado la normativa establece la posibilidad de mejorar la gestión a través de diferentes prácticas y acciones que promuevan la separación y reciclaje de los materiales. Aquellas operaciones minimizarán el envío de gran cantidad de residuos a los rellenos evitando repercusiones al ambiente y la salud de la población. Además, estas acciones son provechosas para varias personas al beneficiarse del valor de comercialización de los materiales recuperados con el valor agregado de cada uno de los materiales (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.2.5 Ordenanza municipal

En lo que se refiere a ordenanzas municipales en temas de gestión integral de residuos sólidos, el Gobierno Autónomo Descentralizado de Pimampiro, cuenta con una ordenanza, en la cual se establece el cobro de la tasa por el servicio de recolección de basura, desechos sólidos y aseo.

En el artículo 4 se especifica que la tarifa que se aplicará será del diez por ciento (10%), calculado sobre el consumo de energía eléctrica de los usuarios de este servicio. Esta acción se realiza a través de la empresa EMELNORTE S.A. En el artículo 13 y 14 se establecen medidas dirigidas a la población sobre mantener limpia la ciudad; no arrojar residuos sólidos y líquidos, en la vía pública, orillas de los ríos y cunetas. Por otro lado, la municipalidad en la actualidad no cuenta con una ordenanza específica sobre la gestión integral de residuos sólidos (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pimampiro, 2014).

CAPÍTULO III

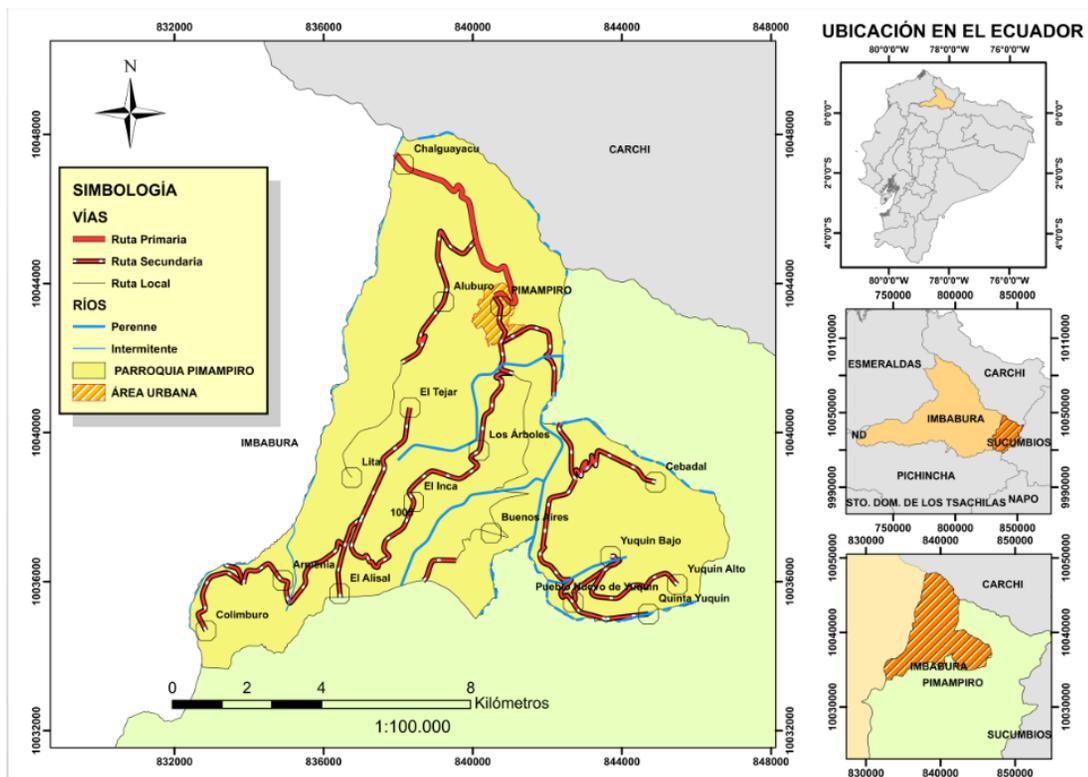
METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

El cantón Pimampiro está ubicado en el norte de Ecuador y forma parte de la provincia de Imbabura, pertenece a la zona 1 del Ecuador, el centro urbano se encuentra a una altitud de 2150 m.s.n.m (Figura 4). El cantón se encuentra dentro de los más productivos a nivel agrícola en la provincia, es conocido como “La tierra del sol”. Su temperatura anual media es de 21 °C.

Figura 4

Mapa de ubicación del área de estudio



La parroquia urbana posee una extensión de 9 176.52 ha, la cual conforma el 20% del cantón. Los barrios de los cuales se compone son: el Mirador, San Vicente, San Pedro, Monserrat, Santa Clara, El Rosal, Santa Cecilia, Santa Lucía, Santa Clara y San Isidro, limita al norte con el Cantón Bolívar provincia del Carchi, al sur con la parroquia Mariano Acosta, al este con las parroquias Chuga, San Francisco de Sigsipamba y el cantón Bolívar, al oeste con el cantón Ibarra (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pimampiro, 2014).

3.1.1 Componente biofísico

Relieve.

Posee un relieve de montaña, macro relieve de serranía, y en mayor proporción un meso relieve con vertientes disectadas. Además, se compone de depósitos aluviales en las partes altas en forma de terrazas y en las partes bajas de los valles. En lo que respecta a la geología del cantón, este tiene dos formaciones predominantes, la primera corresponde a las formaciones volcánicas del Angochagua, siendo su litología mayoritariamente andesitas con aglomerados. Para el caso de la segunda formación, está constituida por rocas metamórficas indiferenciadas con esquistos del paleozoico (Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas Minero Metalúrgicas, 2014).

Clima.

En el cantón se pueden diferenciar tres tipos de climas como el Ecuatorial mesotérmico semi- húmedo, mismo que se presenta en zonas que van desde los 1680 y los 2440 m.s.n.m. Ecuatorial de alta montaña, las características de este clima es que se presenta en zona media y alta que van desde los 2440 hasta los 3960 m.s.n.m. El clima mesotérmico a diferencia de los anteriores se presenta en zonas bajas con altitud menor a los 1680 m.s.n.m. (GAD-Pimampiro, 2014). La temperatura promedio es de 21 grados centígrados, los diferentes tipos de climas que presenta han dado lugar a que la producción agrícola sea muy variada (Instituto de Meteorología e Hidrología, 2011).

Suelos.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pimampiro (2014), el suelo está compuesto principalmente de componentes como material mineral, materia orgánica, agua y aire, los componentes inorgánicos disponen de fragmentos de roca y una amplia gama de minerales, el tipo de suelo franco arenoso predomina y está principalmente compuesto de limo, arcilla y arena en proporciones similares. En cuanto a la taxonomía de suelo está compuesto por suelos del orden entisol procedente de materiales aluviónicos como residuales, los suelos tipo molisol presentan topografías inclinadas, a extremadamente empinadas.

3.1.2 Variables socioeconómicas

Población.

Según el último censo de población y vivienda el cantón Pimampiro posee una población de 12 951 habitantes, siendo el número de pobladores más bajos de la Provincia de Imbabura, representa el 3.8% de la población Imbabureña. El 36% de la población se encuentra en la zona urbana constituida por 4654 habitantes, de los cuales 2271 son hombres y 2383 son mujeres. En la zona rural el número asciende a 8297 habitantes de los cuales 4223 y 4074 pertenecen a hombres y mujeres respectivamente. La población del cantón se define por una población joven menor a los 20 años la cual representa el 45.1% (INEC, 2010).

Vivienda.

En el cantón Pimampiro cuenta con un total de 4507 viviendas de las cuales 1493 viviendas se encuentran repartidas en la zona urbana y dentro de ellas 4648 personas la habitan, mientras que en la zona rural existen 3014 viviendas en total ocupadas por 8298 habitantes. La densidad poblacional es de 29.7 km² habitante. La zona rural comprende el 64% de la población mientras que la zona rural el 36% (INEC, 2010).

3.2 Métodos

Esta investigación se denomina tipo mixta ya que integra elementos de investigación cualitativa y cuantitativa, siendo un muestreo no probabilístico, también se aplicó el muestreo estratificado, técnica en la cual la población es dividida en subgrupos o también conocidos como estratos (Robledo, 2005).

Para la ejecución de la caracterización de residuos sólidos se utilizó los métodos establecidos por las normas mexicanas, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y CEPIS, muy comunes a nivel regional.

3.2.1 Fase I: Identificar la línea base para la gestión de los residuos sólidos urbanos del Cantón Pimampiro

Revisión de la normativa legal.

Se inició con la recopilación de información bibliográfica acerca de la gestión y manejo de los residuos sólidos del cantón Pimampiro, la documentación solicitada se basó en: ordenanzas, proyectos, gestión y manejo de residuos, entre otros. Por otra parte, la información nacional referente a la gestión de los residuos sólidos se tomó de las siguientes normativas: Código Orgánico Ambiental, el cual establece las competencias exclusivas a los GADs municipales, además las políticas que deben llevar a cabo los entes responsables. También se tomó información del Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente, el cual menciona el modelo de gestión de residuos sólidos y la prestación de servicio por el ente encargado. De igual forma se contó con la información de la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo de los Residuos Sólidos y el Acuerdo Ministerial 061.

Posteriormente con la información obtenida se procedió a hacer una evaluación del modelo de gestión local, frente a la normativa nacional, para determinar el cumplimiento de la normativa actual nacional vigente referente a la gestión de los residuos. Posteriormente se elaboró una matriz de cumplimiento legal como resultado de este proceso, la cual esta conformada de los siguientes aspectos: documento legal

asociado, artículo, extracto del artículo a cumplir a nivel nacional y grado de cumplimiento (Tabla 1).

Tabla 1

Matriz de cumplimiento legal

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
Normativa			

Para determinar el grado de cumplimiento, se utilizó la matriz de requisitos legales, de acuerdo con los siguientes niveles de evaluación correspondiente (Tabla 2).

Tabla 2

Matriz de requisitos legales

Satisfactorio	Se cumple el requisito legal totalmente	S
Parcialmente Satisfactorio	Se cumple el requisito legal en un 50%	PS
Insatisfactorio	No se cumple el requisito legal	IN

3.2.2 Fase II. Caracterizar los residuos sólidos urbanos para estimar la cantidad y composición de los materiales que se generan

Fuentes de generación local de residuos sólidos urbanos.

En el proceso de caracterización se identificó la mayor cantidad de fuentes de generación existentes en la parroquia Pimampiro (Tabla 3), con el objetivo de realizar un muestreo total y acercarse en lo posible a la realidad de la generación de RSU en la

actualidad. Si bien es cierto algunos estudios realizados en la localidad, solo se conoce la producción y toma de datos de la generación domiciliaria, excluyendo todas las demás fuentes de origen como instituciones educativas, públicas, mercados, barrido de calles, parques, etc. Estas fuentes son muy importantes en la generación de residuos y de las cuales se desconoce sus componentes, en esta investigación se incluyó la mayor cantidad de ellas, debido a que evidentemente juegan un papel importante en la generación de RSU (Ministerio del Ambiente Perú, 2013).

Tabla 3

Tipos y fuentes de generación de residuos sólidos urbanos de la parroquia Pimampiro

Tipos de Generadores	Fuentes de Generación	Clases /Nivel socioeconómico
Domiciliarios	Viviendas	Distribución por estratos
No domiciliarios	Establecimientos comerciales	Bodegas ferreterías, panaderías, bazares, cabinas de internet, librerías, locutorio, farmacias, salones de belleza, peluquerías, centros de entretenimiento (cines, discotecas, casinos, entre otros)
	Hoteles	Hostal, hotel, hospedaje
	Mercados	Mayorista y minorista
	Instituciones públicas y privadas	Entidades públicas y privadas, iglesias, bancos, oficinas administrativas
	Instituciones educativas	Colegios, universidades, institutos, academias
	Restaurantes	Chifas, cevicherías, picanterías, establecimientos de comida rápida, bares
	Barrido y limpieza pública	Servicio de barrido y limpieza de espacios públicos de calles.
Especiales	Lubricentros	Lubricadoras, mecánicas, lavadoras

Laboratorios de ensayos ambientales y similares	-
Centros veterinarios	-
Ferias	Eventuales

Fuente.. Adaptado de Tchobanoglous et al. (1994).

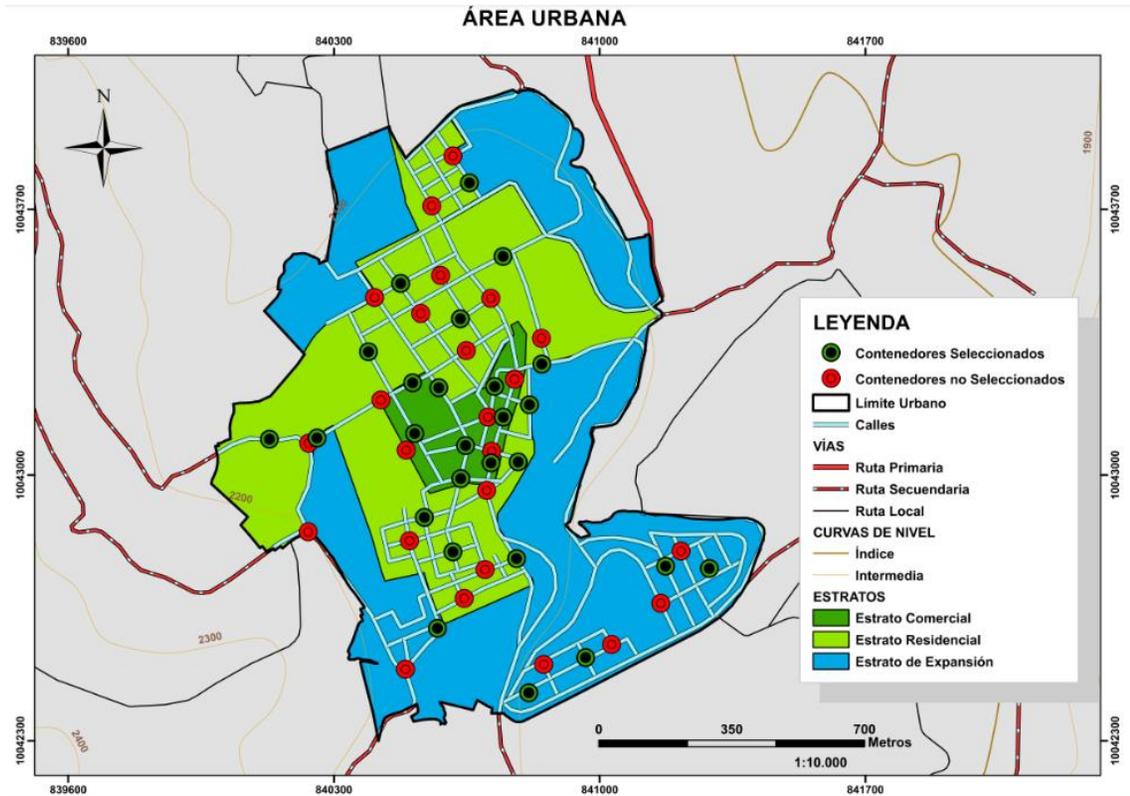
Identificación de estratos.

Para identificar los principales estratos de generación de residuos sólidos en la zona urbana, se recopiló datos de distribución y ubicación de los contenedores en la ciudad. Además, se solicitó información al departamento de gestión ambiental y avalúos y catastros de la municipalidad, con ello se determinó que existen tres zonas de diferente proporción; estrato comercial, estrato residencial y estrato de expansión, de los cuales se tomaron las muestras respectivas para efectuar la caracterización. Las diferentes metodologías de caracterización de residuos mencionan que los estudios deben realizarse de acuerdo a los factores demográficos, económicos, ambientales y sociales de la localidad. En base a esto, esta investigación se realizó de acuerdo a los estudios anteriores realizados por parte de la municipalidad.

En el proceso de planificación para la toma de muestras del área urbana, fue necesario conocer el número y la distribución en el área de estudio de los contenedores de RSU, para ello se elaboró un mapa en ArcGIS (Figura 5).

Figura 5

Mapa de ubicación de los estratos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro



Cálculo del tamaño de la muestra.

El cálculo de la muestra se efectuó de acuerdo con la metodología estadística aplicada en los estudios de caracterización en los países de la Región de América Latina y el Caribe (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2000).

Fórmula aplicada para el cálculo del tamaño de la muestra

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

Dónde:

n: es el número de viviendas a probar aleatoriamente.

V: es la desviación estándar.

E: es el error permisible gr/ hab.día entre 25 - 60 gr/ hab.día, recomendado.

N: es el número total de viviendas.

1.96: es el coeficiente para un nivel de confianza de 0.95 ($1-\alpha$)

Se colocó el número de contenedores en sustitución al número de viviendas N que son 50 contenedores, se empleó un nivel de confianza del 95%, el error permisible es de 50 gr/hab.día. La desviación estándar de 200 gr/hab.día, de acuerdo con estudios previamente realizados. Aplicada la fórmula se obtuvo un tamaño muestral de 28 contenedores. Por consiguiente, se estableció muestrear el universo 50 contenedores debido a que la muestra era muy pequeña, y esto se realizó en 2 meses, enero y febrero del 2020.

La selección de contenedores se realizó de manera proporcional, debido a que los estratos en nuestra área de estudio son de distintas proporciones en lo que respecta al tamaño, el estrato residencial posee una mayor extensión, y por ende mayor número de contenedores seguido está el estrato de expansión y de menor tamaño el estrato comercial.

Caracterización de residuos sólidos.

Para determinar la composición y cantidad de los subproductos de RSU generados en la zona urbana de la parroquia Pimampiro, se realizó en base a la metodología establecida por la Norma Mexicana NMX-AA-61, la cual es utilizada con mayor frecuencia, se realizó muestreos en dos meses, enero (ocupación total) y febrero (vacaciones) del 2020 con una duración de 8 días por mes, en la cual se caracterizó 25 contenedores, luego la repetición en la siguiente etapa en el mismo tiempo establecido, con el objetivo de determinar si existe cambios en las categorías en dos meses de muestreo.

Método del cuarteo.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1985) y la Norma Mexicana NMX -AA-61, para aplicar el método del cuarteo en el área de estudio la muestra debe ser representativa, este método de muestreo es aplicado especialmente para residuos sólidos municipales, además especifica que debemos contar con residuos de características homogéneas para establecerlo.

En la aplicación del método del cuarteo se contó con la participación de 4 personas, se tomó de cada contenedor una muestra de 50 kg de residuos y se depositó en una superficie plana formando un montículo, la cual se mezcló hasta conseguir una homogeneización de los diferentes componentes y se dividió en 4 partes iguales A, B, C y D. Luego se eliminaron las partes opuestas A y C o B y D, este procedimiento se repitió hasta conseguir un mínimo en peso de 25 Kg de residuos sólidos. Posteriormente con estos residuos se efectuó la clasificación de subproductos de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-AA x 022. A continuación, se pesó cada una de las categorías en la balanza electrónica, los resultados obtenidos se registraron de acuerdo con la ficha de clasificación de categorías (Tabla 4). Finalmente se etiquetó y tomó datos principales como: fecha, ubicación, estrato y peso.

Tabla 4

Ficha de campo para la caracterización de residuos sólidos

Categoría	Composición
Residuos Orgánicos	Restos de cocina, alimentos, carnes, huesos, frutas, cáscaras, hojas de árboles, etc.
Papel y Cartón	Papel, cartón rugoso y liso, con pintura y blanqueado
Plástico	Plástico rígido y de película, botellas, fundas de colores, polipropileno, poliestireno de baja densidad y transparentes.
Vidrio	Templado, laminado, verde, azul, rojo y ámbar.

Sanitarios	Textiles sanitarios, pañales desechables, en general productos sanitarios en base de algodón.
Peligrosos	Productos químicos, fundas y envases de plaguicidas, fungicidas, envases de aceites de cocina, aceites lubricantes, de combustibles, u otro producto peligroso.
Otros	Textiles, metales, electrónicos, piezas de electrodomésticos y madera de gran tamaño.
Hospitalarios	Gasas, guantes quirúrgicos, cubrebocas, mascarillas, jeringuillas y envases de medicamentos.

El centro de acopio designado para llevar a cabo la fase de campo fue el Cuerpo de Bomberos de San Pedro de Pimampiro, en la institución se adecuó una superficie plana de aproximadamente 6m² con techo, abierta a un extremo donde facilitaba el ingreso del vehículo, además se contaba con servicios básicos.

El horario establecido para realizar el proceso de caracterización fue de 6:00 am a 12:00 pm, con la participación diaria de 4 personas. Se utilizaron equipos de protección personal como mascarillas, doble pares de guantes y vestimenta. Luego se procedió a tomar la ruta de recolección de acuerdo con lo planificado, la toma de muestras se realizó diariamente de tres contenedores uno por estrato. Durante el muestreo se utilizó materiales de limpieza, con el propósito de recoger cualquier fragmento de residuos en la toma de muestras, de esta forma mantener limpia la vía pública.

Una vez tomadas las muestras y el peso requerido fueron llevadas al centro de acopio, en donde se realizó el proceso de caracterización ya propuesto. Culminado el proceso y luego del pesaje respectivo de las muestras se procedió a rellenar las fundas de mayor tamaño con los restos de subproductos, de esta manera reutilizar el material para el día siguiente. Finalmente se depositaron debidamente residuos en los contenedores cercanos a la institución y se realizó la desinfección de los materiales.

Cálculo del porcentaje de residuos sólidos.

Para el cálculo del porcentaje de residuos se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Cálculo de porcentaje de R.S.

$$WT = \sum_{i=1}^{\infty} Wi \qquad \%i = \frac{Wi}{Wt} \times 100$$

Donde:

Wt = Peso total de los residuos sólidos aforados.

Wi = Equivale al peso de cada categoría de residuos sólidos (orgánico, textiles, metal, papel, etc.).

%i = Porcentaje en peso de cada fracción de residuos sólidos en la muestra (Rendón, 2012).

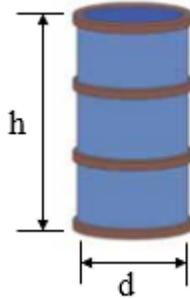
Determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos.

El peso volumétrico de los residuos sólidos es muy importante, ya que estos datos determinan el número de unidades para el transporte en función de la capacidad de las estas, además de servir como base para proyectar las necesidades del área para el diseño de un relleno sanitario (Loyola, 2005).

Para determinar la densidad de los residuos sólidos, se realizó de acuerdo con la metodología para caracterización de los residuos sólidos urbanos, se empleó un cilindro metálico el cual se llenó completamente con residuos sólidos previamente homogeneizados y sin hacer presión sobre ellos (Figura 6). Luego se dejó caer al piso tres veces a una altura de 10cm con el objetivo de llenar los espacios vacíos. Posteriormente, se tomó medidas de la altura del borde libre del cilindro, también se tomó el peso de los residuos en kg restándole el peso del cilindro, el diámetro del cilindro y la altura total.

Figura 6

Método para calcular la densidad de residuos



Fuente. OPS-CEPIS, (2005).

Para determinar la densidad de la muestra primero se calculó el volumen, empleando las siguientes fórmulas:

Fórmulas empleadas:

$$V_r = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H_f - H_o)$$

- π = Constante PI
- V_r = Volumen de residuos sólidos
- D = Diámetro del cilindro
- H_f = Altura total del cilindro
- H_o = Altura libre del cilindro

$$S = \frac{W}{V_r}$$

S = Densidad kg/m^3

W = Peso de los residuos sólidos en Kg

$$V_r = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H_f - H_o)$$

3.2.3 Fase III. Establecer alternativas de manejo de los residuos sólidos urbanos, enfocadas a la minimización de los impactos ambientales

Análisis FODA.

Se realizó el análisis situacional FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, este análisis es una herramienta útil en la planificación estratégica, además este permite establecer y plantear de manera más objetiva las alternativas más adecuadas respecto a la gestión de residuos (Ramírez y Rojas, 2017). Las alternativas se plantearon de acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización, posteriormente las alternativas de manejo se enfocaron en la educación ambiental, reducción de la producción, separación, el aprovechamiento, y la disposición final más adecuada de residuos. De acuerdo con Goicochea (2015), el desarrollo de modelos para el manejo sostenible de los residuos sólidos en los últimos años se ha caracterizado por buscar una mayor integración de las consideraciones económicas, sociales y ambientales.

Todas estas acciones llevadas a cabo permitirán modificar el modelo actual de gestión de residuos y reducir significativamente los impactos ambientales que generan. Por otra parte, las alternativas en primera instancia están dirigidas a la población, gobierno local y equipo técnico, los cuales desempeñan un papel muy importante dentro del proceso de gestión.

3.3 Materiales y Equipos

A continuación, se detallan los materiales de campo y de oficina utilizados en la investigación (Tabla 5).

Tabla 5*Materiales y equipos*

Materiales	Equipos
<ul style="list-style-type: none">• Matriz de registro• Software ARCGIS 10. 4• Software Microsoft Excel 2018• Software SPSS• Bolsas de polietileno de 1.10m x 0.90m• Overol• Mascarillas protectoras N95• Casco• Escoba y recogedor• Pala Curva• Guantes de neopreno y manuales• Libreta de campo• Cilindro metálico de 200 L.• Metro	<ul style="list-style-type: none">• Computadora portátil• Báscula de piso (capacidad 200 Kg.)• Impresora• Cámara fotográfica• GPS

CAPÍTULO IV

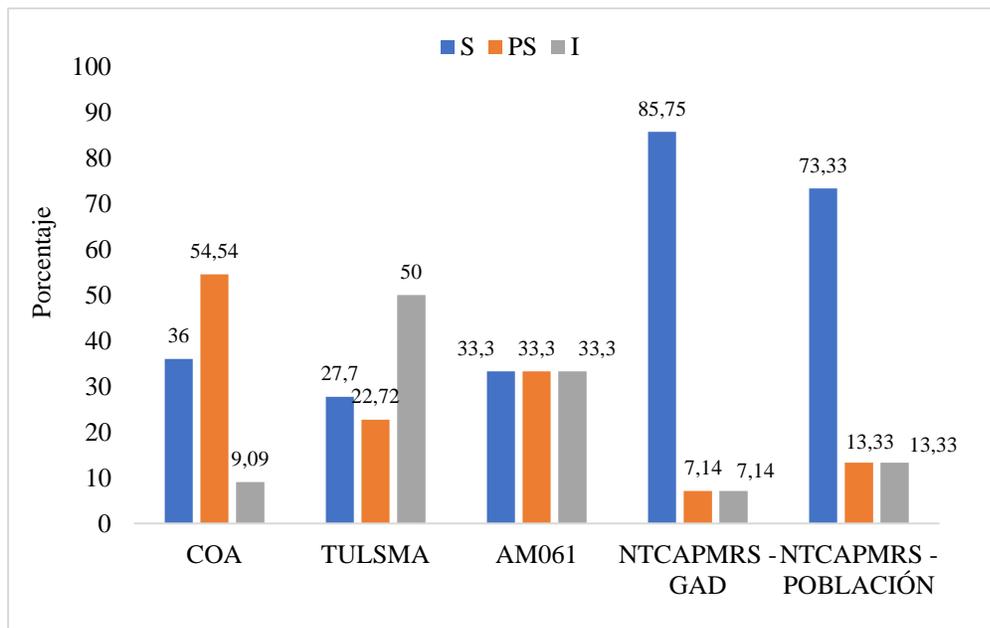
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificar la línea base para la gestión de los residuos sólidos urbanos del Cantón Pimampiro

A continuación, se detalla la normativa nacional en el tema residuos sólidos no peligrosos, mismo que se evaluó con respecto a la gestión integral de residuos sólidos del GAD municipal, de acuerdo con la documentación proporcionada por la municipalidad, específicamente del área departamento de Gestión Ambiental “Informe de Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos del Cantón San Pedro de Pimampiro”, y de acuerdo a las observaciones directas realizadas en campo (Figura 7).

Figura 7

Grado de cumplimiento de las leyes ambientales vigentes por el GAD Pimampiro



Los lineamientos establecidos por leyes orgánicas como el Código Orgánico Ambiental, en los artículos del 224, al 234, establece las responsabilidades de la gestión

y manejo integral de los residuos sólidos, a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en todas sus fases. Se determinó que la municipalidad cumple satisfactoriamente en un 36 %, parcialmente satisfactorio, e insatisfactorio el 9.09% (Anexo 1).

La gestión integral de los residuos sólidos establecido por el TULSMA en los artículos 49 y 57 y de obligatoriedad de cumplimiento para los GADs municipales, el cual aplicado a la gestión integral de residuos sólidos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro (Anexo 2, 3 y 4) muestran los siguientes resultados: se cumple satisfactoriamente el 27.7%, parcialmente satisfactorio el 22.72% e insatisfactoriamente el 50%. Claramente se evidencia la deficiencia en la gestión integral, dado que la norma se basa principalmente en la minimización de la generación, aprovechamiento y medidas en las cuales no se han establecido aún en la parroquia urbana.

Los resultados obtenidos en lo referente al Acuerdo Ministerial 061, (Anexo 5) evidencian un cumplimiento satisfactorio del 33.3%, parcialmente satisfactorio el 33.3%, e insatisfactoriamente el 33.3% del cuerpo legal. Estos resultados muestran incumpliendo en lo relacionado al establecimiento de una normativa local referente a la gestión de residuos, además existe deficiencia en promover la instalación y operación de centros de acopio, para recuperar materiales reciclables. De igual manera, existe deficiencia en el desarrollo de programas con instituciones educativas, para fomentar la minimización de la generación de residuos y desechos sólidos.

En lo que respecta a la Norma Técnica de Calidad Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos, y de acuerdo con la evaluación enfocada exclusivamente a la población que hace uso del sistema de recolección y transporte de residuos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro (Anexo 6). Se determinó lo siguiente: se cumple satisfactoriamente el 73.33%, parcialmente satisfactorio el 13.33%, e insatisfactoriamente el 13.33%, se evidencia que la población si cumple lo estipulado en esta normativa en su gran mayoría, debido a que los lineamientos

relacionados a prohibiciones acerca del manejo de residuos sólidos son imprescindibles de llevar a cabo.

Con respecto al cumplimiento de la norma técnica con enfoque a las operaciones, mecanismos, medios, maquinaria, equipo técnico, operadores y demás temas relacionados a la recolección transporte y disposición final de residuos sólidos, (Anexo 7) se cumple satisfactoriamente el 85.75%, parcialmente satisfactorio el 7.14%, e insatisfactoriamente el 7.14%. El grado de cumplimiento para los procesos técnicos y de recolección de residuos sólidos es bueno, ya que se recolecta adecuadamente el 96% de generación de residuos en condiciones adecuadas.

4.1.1 Modelo de gestión integral de residuos sólidos del Cantón Pimampiro

La información proporcionada por la Municipalidad del Cantón Pimampiro en formato físico y digital, acerca del modelo de gestión local, detalla los componentes para atender a las necesidades prioritarias del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Está conformado por la Dirección de Planificación, Desarrollo y Cooperación, Un director de Dirección de Planificación, Desarrollo y Cooperación, un Profesional a cargo de la Unidad de Gestión y Ambiental y Riesgos, 6 Jornaleros de la recolección de desechos sólidos y 2 Choferes Profesionales de recolección de residuos sólidos (Gobierno Autónomo Descentralizado-Pimampiro, 2019).

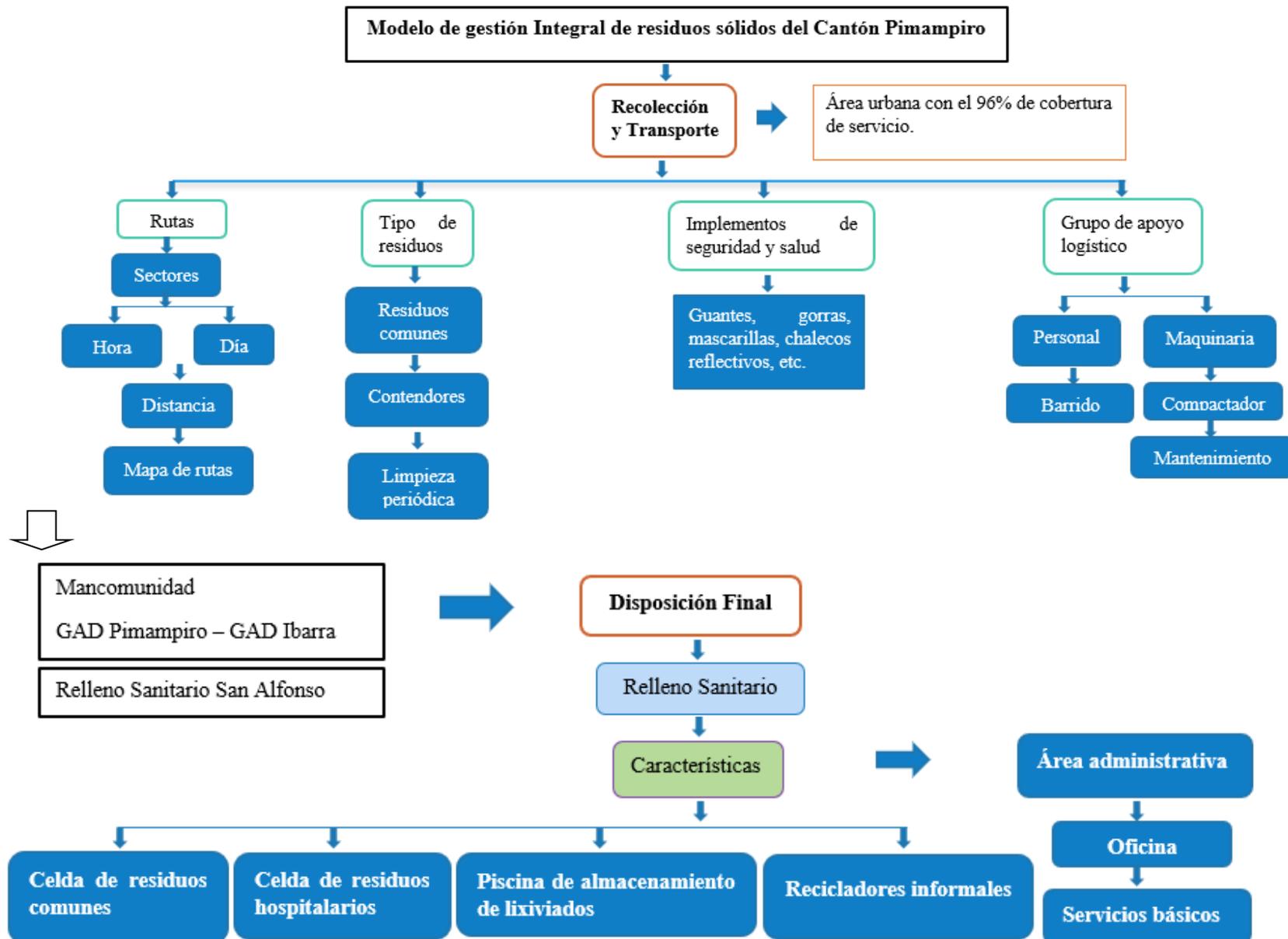
El modelo de gestión Integral de residuos sólidos del Cantón Pimampiro está enmarcado por las disposiciones regulatorias operativas, económicas, financieras y administrativas, que tienen como propósito proporcionar un destino más adecuado a los residuos sólidos no peligrosos generados diariamente. Todo esto desde el punto de vista; técnico, ambiental, socio económico, respetando la normativa ambiental, con el objetivo de garantizar a la población la seguridad a la salud y minimización de los impactos ambientales que pueden producir los residuos sólidos.

Luego del análisis con la matriz de cumplimiento legal, y de acuerdo con los cuerpos legales nacionales: Código Orgánico Ambiental, Texto Unificado de Legislación

Secundaria, Acuerdo Ministerial 061 y la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo de los Residuos Sólidos No Peligrosos, se determinó que a nivel municipal se cumple procesos de almacenamiento temporal, recolección, traslado y confinamiento de residuos sólidos. Mientras que no existen procesos de separación, tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos (Figura 8).

Figura 8

Modelo de gestión integral de residuos sólidos del Cantón Pimampiro



Según Moreira (2020), el análisis realizado la Gestión del Sistema de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos del cantón Babahoyo durante el periodo 2019, evidenció el poco o nulo compromiso con los nuevos estándares en relación al cuidado del medio ambiente, reduciendo la gestión de los RSU a procesos de recolección y disposición final, dejando a un lado una serie de elementos inherentes a la gestión, como la educación ambiental, la disminución en la generación y el reciclaje. Así mismo, Mora y Molina (2017), mencionan que la evaluación de las disposiciones de la normativa ambiental vigente respecto al manejo de residuos en áreas públicas como en el Parque Histórico Guayaquil, evidencian un cumplimiento del 36% y un incumplimiento del 64%, debido a que no existen iniciativas para reducir, minimizar y eliminar la cantidad de residuos generados.

Por otro lado, la OPS (2005), menciona que la realidad para ALC respecto a la separación de residuos en el origen se encuentra en estado incipiente, algunos países han regulado a través de leyes la implementación del sistema por parte de los generadores de residuos, pero en la práctica no ha sido aplicado. De igual manera, Tello (2010) asegura que en ALC un 51,9% de los municipios manejan los residuos a través de un plan de gestión integral, Ecuador no lo hace a pesar de poseer una normativa rigurosa. En la práctica existe deficiencia en la ejecución de políticas que verifiquen este cumplimiento, por ejemplo, el GAD-P no cuenta con una Ordenanza para el manejo de residuos.

En el país de acuerdo al MAE-PNGIDS (sf), desde el año 2012 al 2014, apenas el 28.96% de los GADs municipales realizan aprovechamiento orgánico (compostaje, lombricultura, bokashi), mientras que el 22.62% realiza aprovechamiento inorgánico. El MAE (2018) menciona que de los 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) 90 de ellos realizan algún tipo de aprovechamiento parcial de los residuos orgánicos, de estos la región que más realiza aprovechamiento es la sierra con 50 GADM, seguido de la región amazónica con 24 GADM, finalmente la región costa e insular con 13 y 3 GADM respectivamente.

De acuerdo con los datos del INEC-AME, (2018), a nivel nacional son recolectados de forma diferenciada aproximadamente 604 ton/día de residuos orgánicos. Sin embargo, durante los años 2015 al 2018 ha existido un incremento de las metodologías para el aprovechamiento de estos residuos, que pasaron del 38% en 2016 al 41% en 2017 y 2018 (MAE, 2018).

El GAD-P debería orientar su gestión al aprovechamiento de residuos, con algún tipo de tratamiento para sus diferentes componentes, como lo están haciendo algunos GADM en los últimos años. Ya que el modelo de gestión actual es deficiente, donde el municipio participa en la gestión de residuos sólidos realizando lo mínimo requerido para el sistema, el municipio debe enfocarse en poner en práctica y ejecutar de forma total normativa nacional, primero para acatar la ley y segundo más importante para llevar a cabo una adecuada gestión ambiental a nivel local.

4.2. Caracterizar los residuos sólidos urbanos para estimar la cantidad y composición de los materiales que se generan

Los siguientes resultados son a partir del muestreo de 36 contenedores del 17 al 24 de enero del 2020 (ocupación total), y una repetición con el muestreo de 37 contenedores del 20 al 27 de febrero del 2020 (vacaciones) (Anexo 8 y 9). El incremento en el número de contenedores muestreados se debe principalmente a que aquellos ubicados en los estratos de expansión y residencial no contaban con la suficiente cantidad de residuos, y se tomó de los contenedores más próximos al seleccionado hasta alcanzar los 50 kg de peso

En el análisis de los residuos sólidos urbanos, la valoración de las cantidades se realizó en términos de peso, para determinar de manera exacta la cantidad de residuos sólidos generados, residuos muestreados en la fuente de origen sin ningún grado de compactación, de los cuales se evaluó la composición física y el peso volumétrico (Tabla 6).

Tabla 6*Tabla de datos de la composición de los residuos sólidos del estrato comercial (febrero)*

Categoría	Muestra 1 (Kg)	Muestra 2 (Kg)	Muestra 3 (Kg)	Muestra 4 (Kg)	Muestra 5 (Kg)	Muestra 6 (Kg)	T1	T1/T*100
Residuos Orgánicos	19.50	18.70	20.15	16.95	15.45	10.25	101.00	66.91 %
Papel y Cartón	1.45	1.15	0.95	1.20	1.00	6.25	12.00	7.95 %
Plástico	2.80	2.50	2.55	2.10	3.15	2.50	15.60	10.33 %
Vidrio	0.20	1.20	0.00	1.05	2.95	2.90	8.30	5.50 %
Sanitarios	1.15	0.65	1.25	1.05	2.20	2.85	9.15	6.06 %
Peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 %
Otros	0.10	1.05	0.15	2.85	0.35	0.35	4.85	3.21 %
Hospitalarios	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03 %
Total	25.20	25.25	25.10	25.20	25.10	25.10	150.95	100 %

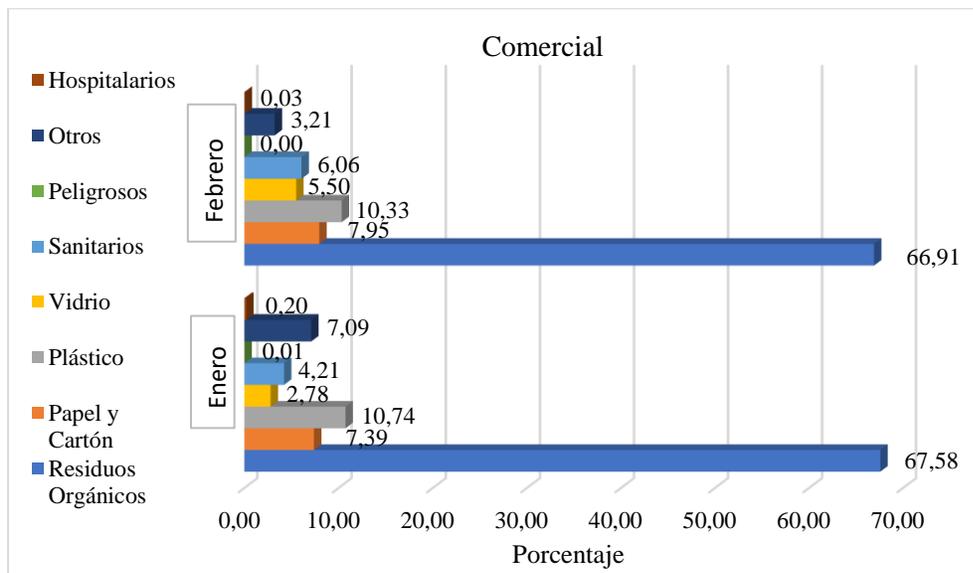
La distribución porcentual de la composición de los residuos sólidos se realizó acorde a lo establecido en la guía metodológica, se obtuvieron valores en peso y porcentaje para cada contenedor de almacenamiento temporal, posteriormente se realizó el cálculo de la media de todas las muestras obtenidas.

En lo que respecta a los porcentajes de residuos por categoría en los 2 meses, se determinó que el estrato comercial no muestra variación en el porcentaje de residuos: orgánicos, plásticos, papel y cartón, apenas se diferencian en valores menores al 1%, mientras que en las categorías como: vidrio, sanitarios, y otros existen diferencias en un 3, 2 y 4% respectivamente. Por otra parte, los residuos peligrosos y hospitalarios se producen en cantidades mínimas inferiores al 1%.

El estrato comercial a diferencia del residencial y expansión, es una fuente de generación de RSU mayormente estable, debido a que el comercio y demás actividades se desarrolla en los 2 meses sin distinción, no incrementan ni se reduce el número de comercios, mercados e instituciones principales generadores de residuos (Figura 9).

Figura 9

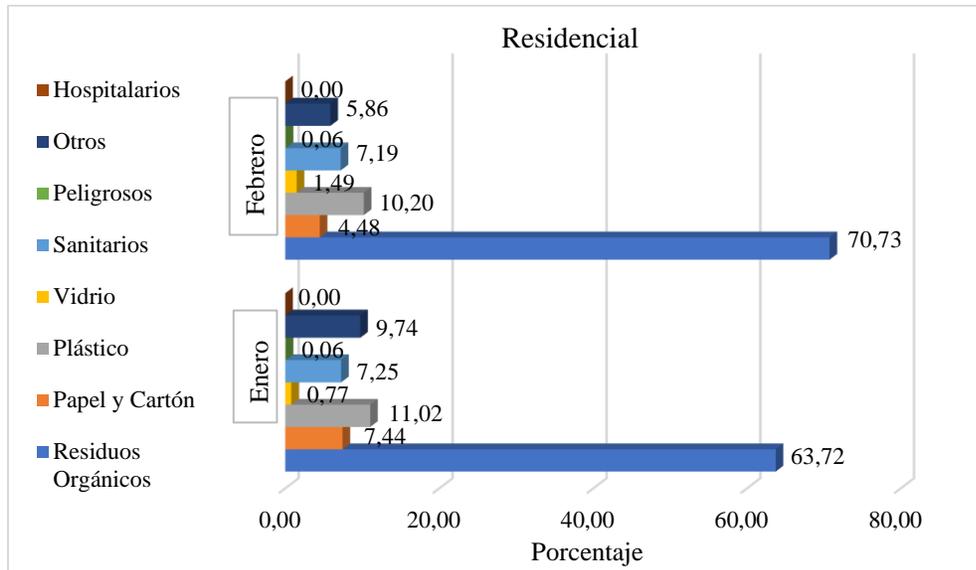
Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato comercial



Los resultados para estrato residencial revelan diferencias del 7% en la categoría orgánicos, de la misma forma, las categorías; plástico, papel y cartón y otros se diferencian en un 1, 3 y 4% respectivamente. Por otra parte, en los residuos sanitarios y vidrio no existen diferencias. Este estrato está compuesto principalmente de hogares, pequeños comercios e instituciones públicas fuentes de generación de RSU variables, además, en la ciudad el flujo de personas varía para cada periodo, y las actividades desarrolladas en la misma pueden verse afectadas dependiendo del número de habitantes productores (Figura 10).

Figura 10

Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato residencial

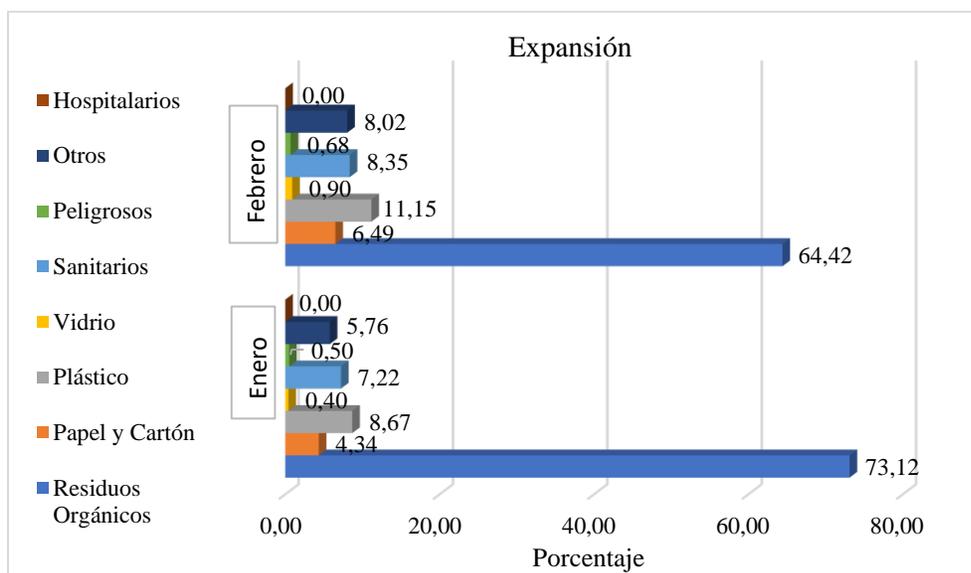


Existen diferencias menores en la calidad de residuos durante los 2 meses en los estratos residencial y expansión, y se deben principalmente en que la etapa vacaciones el número de habitantes productores varía con respecto al mes de enero, donde las actividades de las instituciones educativas realizan labores normales, mientras que en el muestreo realizado en febrero (vacaciones), las instituciones educativas cierran sus actividades muchas personas regresan a su lugar de origen, entre otros, de modo que estos factores inciden en la generación de componentes modificando el porcentaje de las categorías. En este contexto, Ceballos (2020), menciona que la cantidad de los residuos es muy variable, influyen parámetros como el movimiento de la población durante las vacaciones, época del año y ubicación geográfica de la población.

Con respecto al estrato de expansión, difiere en un 9% en la categoría orgánicos, mientras que las categorías: otros, plástico, papel y cartón se diferencian en un 3, 3 y 2 %, en lo que respecta a residuos sanitarios y vidrio los cambios fueron mínimos (Figura 11).

Figura 11

Composición de residuos sólidos mes de enero y febrero estrato expansión



Para determinar las diferencias de las categorías en los dos meses y estratos de generación, se realizó un análisis estadístico con el software SPSS, aplicando la prueba estadística análisis de varianza ANOVA y la prueba t-Student, los resultados de análisis revelan que no existen diferencias significativas en las principales categorías (Anexo 10 y 11).

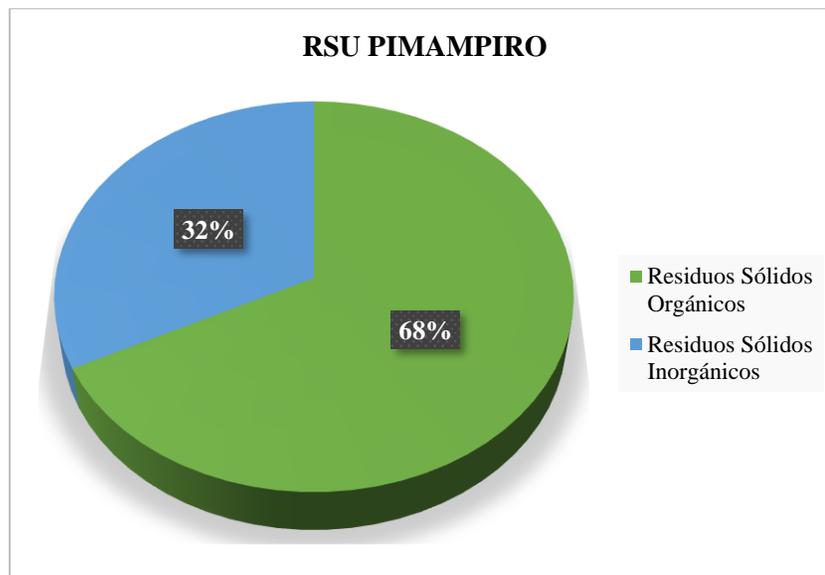
La caracterización de residuos sólidos urbanos realizada en la ciudad de Pimampiro demostró que el volumen general para residuos inorgánicos se destaca el plástico, papel y cartón. En el centro de la ciudad es mayor el porcentaje de plásticos, papel y cartón debido a una mayor presencia de áreas comerciales donde se genera este tipo de residuos. Además, la caracterización determinó que la producción de residuos es menor en el estrato de expansión que en el centro de la ciudad, debido al menor número de habitantes y personas que frecuentan esta zona. En el centro de la ciudad se genera una cantidad de residuos 1,5 veces mayor que en el límite urbano.

Los resultados globales revelan que la categoría residuos sólidos orgánicos alcanza el 68% (Figura 12), que corresponde un valor sobre la media nacional para zonas urbanas

del 56.6% (AME-INEC, 2019). La fracción de residuos orgánicos para esta localidad es amplia, de acuerdo con el INEC (2010), las actividades productivas que desarrolla la población de la parroquia urbana son principalmente agricultura, ganadería y acuicultura, las cuales infieren en la generación de residuos orgánicos.

Figura 12

Residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos totales



Según el BID (1997), los países en vías de desarrollo generan un mayor porcentaje de material orgánico biodegradable, a diferencia de los países altamente desarrollados. Además, Acurio et al. (1997), menciona que para América Latina y el Caribe la generación de residuos orgánicos oscila entre un 40 y 70 %.

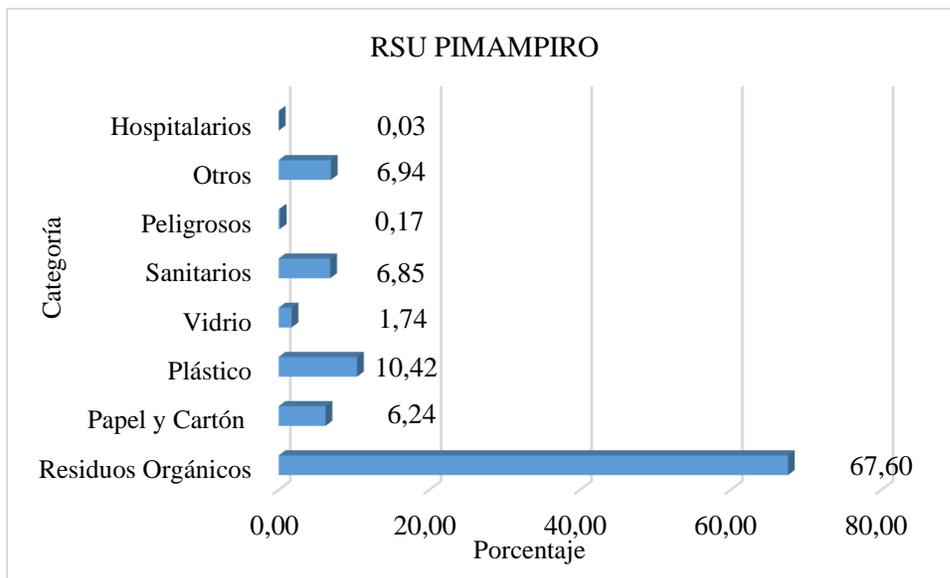
Los residuos inorgánicos ocupan el 32 % de generación, de acuerdo con el estudio de Pinto (2017), se determinó una generación del 36% para residuos inorgánicos, se puede apreciar que los resultados son similares. Además, Bandara et al. (2007), considera que un mayor desarrollo económico conduce a un aumento en la producción de residuos inorgánicos, y que al mismo tiempo un mayor poder adquisitivo incrementa y modifica los patrones de consumo, lo que podría inducir un aumento en la proporción de materiales inorgánicos como los residuos plásticos (Troschinetz y Mihelcic, 2009). Por

otra parte, el PNGIDS (2010), agrupa en potencialmente reciclables a los residuos (cartón, papel, vidrio, metal, plásticos) y no aprovechables (trapo, residuos de madera, cuero, etc.). El objetivo es identificar los residuos fácilmente comercializables y no comercializables.

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian características habituales en lo que respecta a la composición física de residuos sólidos para ALC (Figura 13). Esto concuerda con Peralta (2014), el cual menciona que, los estudios latinoamericanos sobre la calidad de los residuos sólidos municipales coinciden en destacar un alto porcentaje de materia orgánica putrescible (entre 50 y 80%), contenidos moderados de papel y cartón (entre 8 y 18%), plástico y caucho (entre 3 y 14%) y vidrio y cerámica (entre 3 y 8%).

Figura 13

Composición física general de los residuos sólidos urbanos Pimampiro



Análisis de la generación de residuos sólidos urbanos

En el análisis de la generación de residuos se tomó como referencia la investigación de Pinto (2017), tesis realizada en la ciudad de Ibarra barrio la Victoria, con el objetivo de evaluar la metodología aplicada en esta investigación, además de demostrar la

confiabilidad de los resultados, de acuerdo a los objetivos propuestos. En este contexto las 2 investigaciones se asemejan en factores como el número de habitantes, la toma de contenedores de almacenamiento temporal e instituciones educativas, además de la aplicación del método del cuarteo, como lo establece la metodología de caracterización de residuos sólidos. (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis comparativo de resultados de composición de los residuos sólidos urbanos

Categoría	Esta investigación	Pinto (2017)
	%	%
Residuos Orgánicos	67.60	64.41
Plásticos	10.42	7.55
Papel y Cartón	6.24	7.86
Vidrio	1.72	1.93
Sanitarios	6.85	11.85
Otros	6.94	1.80
Peligrosos	0.17	-
Hospitalarios	0.03	-

A partir de la información analizada, se determinó que las actividades desarrolladas en el área urbana de Pimampiro producen principalmente residuos sólidos orgánicos, los cuales superan ampliamente a las demás categorías, llegando a ocupar el 68%, residuos compuestos básicamente por restos vegetales, alimentos preparados, y no preparados, frutas, hojas, etc. Estos residuos deberían gestionarse de mejor manera, y no terminar en el relleno sanitario sin ningún beneficio.

Por otra parte, se puede apreciar que los datos muestran mucha similitud en las 2 investigaciones, en lo que respecta a las categorías residuos orgánicos y residuos plásticos se muestra una diferencia mínima del 3%. En segundo lugar, se encuentran los residuos plásticos compuestos principalmente de polietileno y poliestireno,

básicamente son las bolsas de plástico para empaque, botellas y cubiertos plásticos, lo que indica que es necesario educar a la población para disminuir este tipo de residuos sólidos.

De igual manera, los residuos papel y cartón apenas se diferencian en un 2%, mientras que el vidrio no muestra diferencias. Asimismo, la categoría sanitarios evidencian diferencias del 5%, cabe mencionar que en esta categoría el peso puede verse afectado al momento de aplicar el método del cuarteo, ya que los residuos sanitarios absorben considerable cantidad de agua, lo cual influye en su peso. No obstante, y de acuerdo con AME-INEC (2019), sobre la generación nacional para el área urbana, la categoría sanitarios ocupa el 6.9%, datos que no difieren a este estudio.

En lo que respecta a la categoría otros, se registra una diferencia del 4%, compuesta principalmente de subproductos como textiles, metales, piezas de electrodomésticos, residuos electrónicos, madera de gran tamaño, entre otros. Por otro lado, el 0.17 % y el 0.03% lo conforman las categorías peligrosos y hospitalarios respectivamente con porcentajes muy bajos. Para la categoría residuos hospitalarios se evidencia que no se gestiona la recolección diferenciada en su totalidad.

Luego se realizó un análisis y comparación con los valores para ALC y el Ecuador, los datos alcanzados para el año 2020 sobre la composición de los residuos sólidos urbanos se encuentra dentro de los valores planteados para Ecuador y ALC, a excepción de los residuos plásticos que no se encuentran dentro de del rango de ALC, pero si dentro de los valores emitidos por el Ecuador (Tabla 8).

Tabla 8*Análisis comparativo de resultados de composición de los residuos sólidos*

Categoría	ALC		Ecuador			Pimampiro
	Referencia: (Tchobanoglous, 1998)	Referencia: (OPS, 2012)	Referencia: (MAE- PNGIDS, 2014)	Referencia: (MAE, 2015)	Referencia: (AME- INEC, 2019)	Datos del presente estudio
Porcentaje	%	%	%	%	%	%
Residuos Orgánicos	45 – 85	71.4	62	61.4	56.6	67.6
Papel y cartón	1 – 10	9.6	8	9.4	9.3	6.24
Plástico	1 – 5	4.5	9	11	11.2	10.42
Vidrio	1 – 10	3.7	2	2.2		1.74
Sanitarios					6.9	6.85
Peligrosos						0.17
Otros					16.8	6.94
Hospitalarios						0.03

De acuerdo con Plastics Europe (2013), existe un incremento constante en la producción de plástico, que pasó de aproximadamente 99 millones de toneladas en 1989 a 288 millones de toneladas en 2012, con una participación del 4.9 % para Centro y Sudamérica, y de 19.9% para los países de América del Norte, estos datos explican el incremento en la producción de esta categoría en la actualidad.

4.2.1 Densidad de los residuos sólidos

La densidad promedio de los residuos sólidos urbanos para esta localidad es de 217.68 kg/m³ (Tabla 9), estos valores son menores a lo reportado para la ciudad de Ibarra de 273.49 kg/m³ (INEC-EIA, 2011). Esta variación de datos es razonable ya que la densidad sin compactar puede variar hasta en un 50.00% respecto a los valores representativos, de acuerdo con la naturaleza de los componentes y su contenido de humedad (CEPIS, 1997).

Tabla 9*Densidad de los residuos sólidos urbanos estrato residencial*

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Peso (kg)	21.85	31.2	30.4	27.5	30	36.18
Altura 1 (m)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Altura 2 (m)	0.11	0.08	0.09	0.11	0.1	0.1
Diámetro (m)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Volumen (m ³)	0.126	0.133	0.13	0.126	0.128	0.129
Densidad (kg/m ³)	172.98	235.13	233.59	217.71	235.13	280.76

Cointreau (1982), menciona que en el caso de los países de América Latina y el Caribe los residuos sólidos municipales tienen un mayor contenido de materia orgánica, y un mayor peso específico que alcanza valores de 125 a 250 kg/m³.

Se puede apreciar que la densidad puede variar por estrato (Tabla 10), esto se debe a que los estratos socioeconómicos más altos tienden a producir mayores plásticos y metales lo que hace que ocupen un mayor volumen, y por consiguiente su densidad sea menor, por el contrario, el estrato bajo genera más residuos orgánicos y menos plásticos, por lo que su densidad es mayor (MIGMA, 2009).

Tabla 10*Densidad de los residuos sólidos urbanos por estratos*

Estrato	Densidad
Estrato comercial	212.740 kg/ m ³
Estrato de expansión	217.977kg/m ³
Estrato residencial	222.330 kg/m ³

4.3 Establecer alternativas de manejo de los residuos sólidos urbanos, enfocadas a la minimización de los impactos ambientales

Se estableció el análisis FODA, con el objetivo de ordenar las opciones más viables debilidades, y oportunidades acerca de la GIRS para la parroquia urbana del cantón Pimampiro (Tabla 11).

Tabla 11

Matriz "FODA" parroquia Pimampiro

Fortalezas	Debilidades
F1: Manejo técnico satisfactorio de procesos de almacenamiento temporal, recolección, traslado y confinamiento de residuos sólidos urbanos.	D1: Leyes locales incompletas referente a la gestión integral de residuos sólidos.
F2: Generación de materia orgánica aprovechable en gran proporción (67.60%)	D2: Desconocimiento de la población sobre el manejo de residuos sólidos.
F3: Generación de residuos reciclables y reutilizables (10.41%)	D3: Insuficiente infraestructura para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.
F4: El GAD-P cuenta con un área de gestión ambiental.	
Oportunidades	Amenazas
O1: Alternativas propuestas que modificarán el modelo de gestión integral actual, para la adecuada gestión de los residuos sólidos.	A1: Impactos negativos al ambiente por el deficiente manejo de los RSU.
O2: Disponibilidad de información base para la planificación y toma de decisiones acerca de la GIRSU.	A2: Desvinculación de mancomunidad con el GAD de apoyo (GAD-Ibarra – GAD-Pimampiro)

O3: Apertura para desarrollar proyectos de educación ambiental, dirigido a la población urbana.

4.3.1 Alternativas de manejo

Objetivo general.

Establecer estrategias para optimizar el modelo de gestión de residuos sólidos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro.

Justificación.

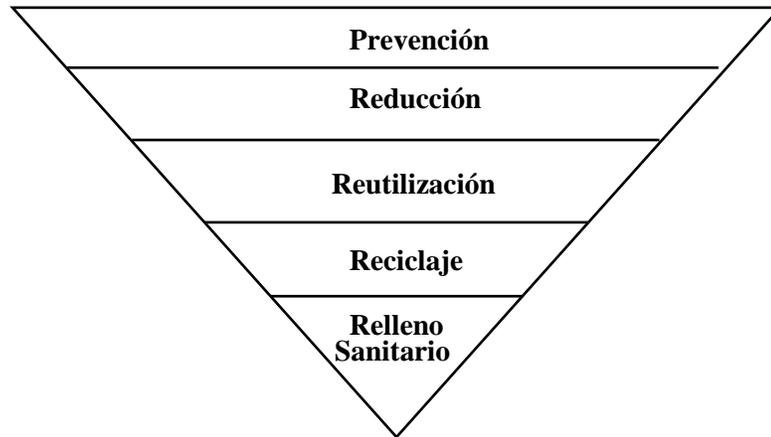
Los residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana del Cantón Pimampiro poseen características muy susceptibles de aprovechamiento y valorización, principalmente las categorías que corresponden a residuos orgánicos, plásticos y materiales como papel y cartón. A partir de los resultados obtenidos en campo sobre la caracterización física de los residuos sólidos urbanos, se plantea aprovechar la materia orgánica en primer lugar, por ocupar el 67.60% de los residuos producidos, de igual manera los materiales reciclables y reutilizables como plásticos con el 10.41%, luego papel y cartón que en conjunto ocupan el 6.24% de los residuos generados diariamente en la localidad. Estos residuos actualmente terminan su ciclo de vida en el relleno sanitario sin ningún tipo de tratamiento, u otra alternativa que permita su aprovechamiento o valorización.

4.3.2 Pirámide de gestión de residuos sólidos

La jerarquía de gestión de residuos sólidos revela un orden de preferencia de acción para reducir y gestionar los residuos, y por lo general se presenta esquemáticamente en forma de pirámide (Figura 14). El objetivo de la jerarquía de residuos es extraer los máximos beneficios prácticos de los productos y generar la mínima cantidad de residuos (Anzola, 2015).

Figura 14

Pirámide de gestión de residuos sólidos



Fuente. Adaptado de Anzola, (2015).

De acuerdo con la situación actual la cual atraviesa el GAD municipal, en lo referente a la gestión integral de residuos sólidos, y una vez analizado el cumplimiento legal respectivo el cual especifica cómo se debe llevar a cabo la correcta gestión de los residuos sólidos, se plantea en primera instancia y como propuesta básica fundamental, establecer un relleno sanitario para la disposición final de los residuos y desechos sólidos, para ello se plantea lo siguiente:

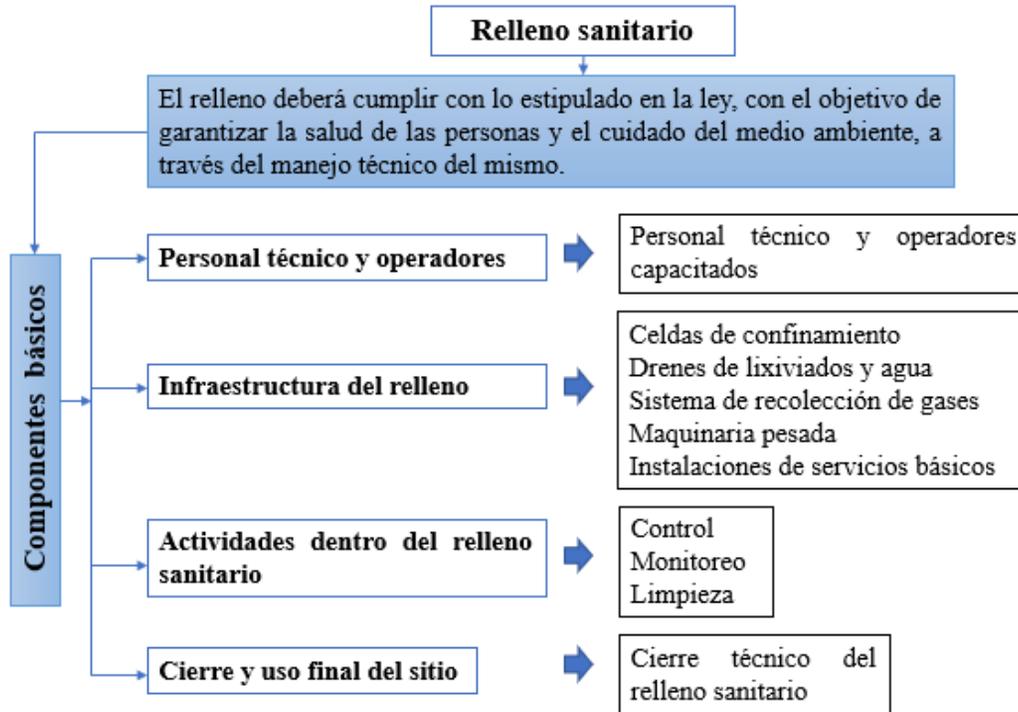
4.3.3 Establecimiento de un relleno sanitario para la correcta disposición final de residuos y desechos sólidos

El relleno deberá cumplir con lo estipulado en la ley, con el objetivo de garantizar la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente, a través del manejo técnico del mismo, el cual debe estar dotado de infraestructura básica para la correcta disposición final, tomando en cuenta las condiciones del lugar y aspectos básicos para la creación, instalación y funcionamiento del relleno (Figura 15).

Figura 15

Modelo de relleno sanitario para el manejo de residuos sólidos urbanos del Cantón

Pimampiro



Componentes básicos para la disposición de desechos sólidos, empleando la técnica de relleno sanitario semimecanizado

La disposición final consiste en colocar los desechos sólidos no peligrosos en un relleno sanitario, en el cual se realizan procesos de degradación y transformación de los constituyentes que contiene los residuos, producto de las actividades diarias del hombre. El relleno sanitario producto de la ingeniería debe contar con un diseño y manejo técnico para evitar problemas de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales, el aire, y los suelos. Precautelando la salud de los operadores dentro del mismo, como de las poblaciones que se encuentran más próximas a las instalaciones.

El municipio deberá expedir las regulaciones técnicas necesarias para el manejo y disposición sanitaria de los residuos sólidos no peligrosos en el relleno sanitario.

Además, deberá presentar obligatoriamente a la entidad de control un estudio de impacto ambiental.

Para la ejecución del proyecto de construcción se debe destinar un área de al menos 5 hectáreas de terreno, no debe construirse en lugares donde se ocasionen deterioros a los recursos hídricos, flora, fauna y zonas agrícolas, Asimismo, se debe evitar en lo posible modificar elementos del paisaje natural y ubicar el relleno sanitario a una distancia mínima de 500m de la vivienda más cercana.

En el establecimiento del relleno no deben escogerse lugares que presenten fallas geológicas, zonas inestables, arroyos de quebradas, zonas propensas a deslaves o inundaciones, los cuales a corto o mediano plazo pueden poner en riesgo la seguridad del personal o a las operaciones dentro relleno.

Debe estar ubicado cerca de vías de fácil acceso, para facilitar el recorrido de unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos, Igualmente el lugar seleccionado para el relleno sanitario debe contar con suficiente material de cobertura y de fácil extracción.

En lo que refiere a infraestructura debe contar con; cerramiento adecuado, rótulos y avisos que lo identifiquen, además de establecer rótulos para cada componente dentro del mismo como: celdas de residuos comunes, celda de residuos hospitalarios, piscina de lixiviados, lugar de almacenamiento de combustibles y maquinaria, oficinas, medidas de prevención para casos de accidentes y emergencias. Además de las actividades que en él se desarrollan, como entrada y salida de vehículos, horarios de operación o funcionamiento entre otros. También es indispensable contar con una vivienda la cual provea de servicios básicos. Por otra parte, se debe llevar un registro diario de datos acerca del volumen y peso de residuos y desechos sólidos, datos importantes que se emplearán para optimizar el sistema, además de servir como requisito para la Entidad Ambiental de Control.

Infraestructura del relleno.

La infraestructura básica funcional para llevar a cabo el proceso de confinamiento de residuos y desechos sólidos son:

Celda de confinamiento para residuos sólidos comunes

Celda de confinamiento para desechos hospitalarios

Instalación de geomembrana en las diferentes celdas

Colocación de drenes dentro de la celda de residuos comunes, para captación de líquidos producto de la descomposición de la materia orgánica.

Piscina de lixiviados para el almacenamiento de líquidos.

Instalación de chimeneas dentro de la celda de residuos comunes, para la captación de gases.

Contar con maquinaria pesada para el tapado diario de la celda residuos comunes

Actividades dentro del relleno.

Control del tapado diario con una capa de 60cm en la celda residuos comunes

Control del tapado diario con una capa de 60cm en la celda de residuos hospitalarios.

Monitoreo semanal del caudal de la piscina de lixiviados

Control semanal de vectores como ratas y mosquitos de la celda de residuos comunes

Control semanal de vectores como ratas y mosquitos de la celda de residuos hospitalarios.

Limpieza de vías de acceso al relleno sanitario

Mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada.

Lugar de abastecimiento constante de combustibles para la maquinaria pesada y vehículos

Cierre y uso final del sitio.

Terminada la vida útil del relleno, y cuando se plantea realizar un cierre total o parcial del mismo, se debe tomar en cuenta algunos aspectos importantes como la cobertura final. De esta manera tomar en cuenta la construcción y diseño de acuerdo con los siguientes aspectos:

Reducir la infiltración y percolación de líquidos al relleno sanitario durante el periodo de post clausura.

Aislar del medio ambiente los residuos sólidos rellenos, y los que se encuentran fuera del mismo.

Conducir el agua producto de la escorrentía, de modo que la misma no produzca cárcavas producto de la erosión del suelo.

Evitar la salida de gases tóxicos como el metano.

Es necesario realizar un monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

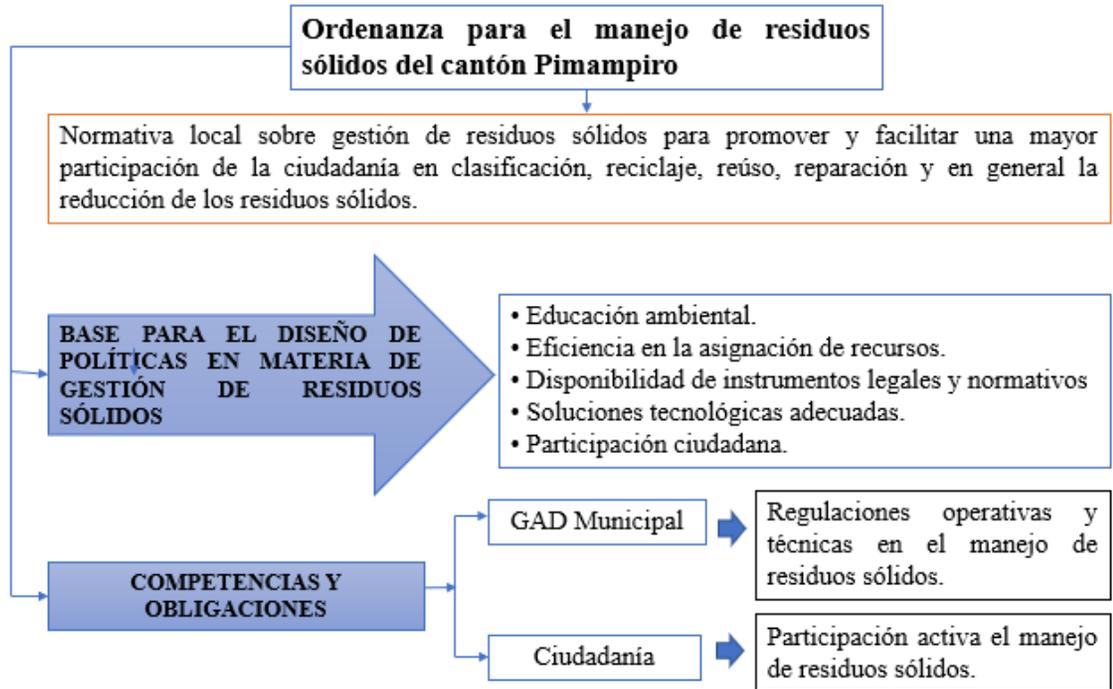
Establecer estaciones de monitoreo de la calidad del agua en aguas superficiales.

4.3.4 Establecer una ordenanza para el manejo de residuos sólidos urbanos del cantón Pimampiro

Una prioridad de la municipalidad actualmente en lo referente a gestión de residuos es plantear una ordenanza para el manejo de residuos sólidos, misma que deberán ser concordantes con la política y normativa ambiental nacional vigente, en esta ley local deberá estar compuesta por las regulaciones operativas y técnicas que serán implementadas para la correcta gestión de los residuos como: manejo técnico de los residuos orgánicos, además de las responsabilidades que toda persona natural o jurídica debe acatar, de acuerdo a lo estipulado en la legislación ambiental, se deberán establecer las medidas como: separación de residuos orgánicos e inorgánicos, el aprovechamiento de los componentes, además de mencionar los beneficios obtenidos a aplicar la normativa (Figura 16).

Figura 16

Modelo de ordenanza para la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón Pimampiro



Objetivos.

Establecer una política local para la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos

Replantear alternativas de recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos.

Disminuir la generación de residuos sólidos.

Crear conciencia en los ciudadanos acerca del manejo de residuos sólidos.

Instaurar un sistema de barrido que permita a la ciudad y a los centros parroquiales y poblados del cantón, mantenerse limpios, garantizando la salud de los habitantes y medio ambiente

Generalidades y Competencia.

La presente Ordenanza regula la generación, clasificación, barrido, recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad y sectores periféricos de conformidad a la Normativa Municipal y Leyes pertinentes.

La separación en origen de los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, es obligación de las instituciones públicas y privadas, así como de la ciudadanía, previa su entrega a los vehículos recolectores en los horarios y frecuencias establecidas para cada sector de la ciudad. El desalojo y eliminación de los residuos industriales y escombros, es responsabilidad de cada uno de los generadores.

El barrido, la recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos en general, es obligación de la municipalidad, con la participación de las instituciones públicas, privadas y habitantes en general.

Separación en la fuente de residuos sólidos.

Es obligación de los propietarios o arrendatarios de los locales ubicados en el área urbana de la ciudad y centros parroquiales y poblados del cantón, mantener limpio el frente de sus propiedades, tanto en el área de veredas como en el 50% de la calle.

Todos los propietarios o arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas, tienen la obligación de realizar la adquisición de recipientes de separación de residuos.

Los propietarios o arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas, tienen la obligación de entregar los residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) en la forma que establece esta Ordenanza de conformidad a lo que disponga para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal.

Todos los ciudadanos tienen la obligación de asistir y participar en las campañas y conferencias, y demás actividades relacionadas a la educación ambiental, llevado a cabo por el Gobierno Autónomo Descentralizado.

4.3.5 Propuesta: Programa para el manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana del cantón Pimampiro

Objetivo General.

Diseñar un programa de gestión integral de residuos sólidos a través del establecimiento de estrategias de educación ambiental, separación en la fuente, almacenamiento selectivo, dotación de basureros separadores y replanteo de contenedores, dotación de una planta de compostaje para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y conformación de una organización de recicladores para el rescate de residuos sólidos inorgánicos, y de esta forma minimizar los efectos negativos socioambientales asociados al manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos.

Objetivos Específicos.

- Capacitar a la población en temas de educación ambiental para el manejo de residuos sólidos.
- Clasificar y reducir los residuos sólidos generados en el área urbana, dentro de los hogares, comercios e instituciones, a partir de la educación ambiental impartida a la población.
- Proporcionar basureros selectivos y replanteamiento de los contenedores ubicados en las calles.
- Instalar y dotar de una planta de compostaje para aprovechar los residuos sólidos orgánicos producidos en el área urbana.
- Conformar una organización de recicladores para el rescate de residuos sólidos inorgánicos.

Justificación.

Se plantean propuestas viables y evaluables que tienen por objetivo mejorar y optimizar el modelo actual de gestión integral de los residuos sólidos del área urbana del cantón Pimampiro, de acuerdo con la normativa legal nacional establecida para este aspecto, a partir de la educación ambiental, reducción de la generación en la fuente, reciclaje de los materiales, valorización de productos y disposición final controlada. Para llevar a cabo estas alternativas se especifican diferentes programas, los cuales constan de objetivos cercanos y metas alcanzables, los cuales puestos en marcha por la entidad gubernamental y demás actores, promete mejorar en gran medida el modelo de gestión integral actual. Cada proyecto está conformado por un resumen de las metas, objetivos, mecanismos, y acciones sustanciales, además cuenta con indicadores, medios de verificación, supuestos y cronograma de ejecución (Anexo 12).

Tabla 12

Proyecto 1: EDUCACIÓN AMBIENTAL INTEGRAL BASADA EN LA SEPARACIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

TEMÁTICA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
META	<p>Porcentaje de personas que separan correctamente los residuos sólidos en la fuente.</p> <p>Capacitar y sensibilizar ambientalmente a la población urbana en un 80%, para la separación y minimización de la generación de residuos sólidos en el origen.</p>	<p>Registro del monitoreo por hogares sobre la correcta separación de residuos.</p> <p>Volumen de residuos inorgánicos producidos</p>	
OBJETIVO DIRECTO	<p>Número de capacitaciones ejecutadas en temas ambientales como: manejo, aprovechamiento y separación de residuos.</p> <p>Número de evaluaciones positivas con respecto a disminución de la utilización de materiales plásticos de un solo uso.</p> <p>Porcentaje de participación de los capacitados.</p>	<p>Registro de asistencia de ciudadanos a las capacitaciones</p> <p>Fotografías del uso de materiales alternativos por los pobladores.</p> <p>Registro de insumos y materiales empleados en las capacitaciones</p>	<p>Documentación legal existente, con los lineamientos aprobados por la municipalidad, como soporte al desarrollo del proyecto.</p> <p>Iniciativa e interés de la población en el desarrollo de actividades y puesta en práctica las propuestas.</p>

MECANISMOS

a). Sensibilizar a la población en temas de gestión y manejo de residuos sólidos mediante capacitaciones.	Número de hogares que realizan buenas prácticas ambientales, como reciclaje y reutilización de materiales.	Fotografías de los materiales reciclados y correcta separación de residuos en los basureros.	Compromiso y presupuesto destinado al desarrollo y ejecución del proyecto, por parte de la alcaldía y entidades contribuyentes.
b). Formar a la población urbana del cantón, en temas de separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente y aprovechamiento de residuos, a través de capacitaciones.	Número de personas ejecutando correctamente la separación de residuos orgánicos e inorgánicos.	Fotografías de los residuos clasificados	Capacitador calificado para el desarrollo de las conferencias y ponencias.
c). Capacitar a los niños y jóvenes de las instituciones educativas que conforman el área urbana.	Número de instituciones educativas capacitadas en temas ambientales y la importancia de la gestión integral de residuos sólidos.	Registro fotográfico de la asistencia a las capacitaciones	
d). Capacitar a los barrios que conforman el área urbana a través de reuniones con las juntas barriales.	Número de barrios capacitados en temas ambientales y la importancia de la gestión integral de residuos sólidos.	Registro del uso de materiales didácticos	Apertura y colaboración de las instituciones y barrios en las capacitaciones y actividades a desarrollar
		Registro de asistencia de participantes	
		Fotografías	

ACCIONES SUSTANCIALES

1). Gestión de recursos económicos con asociaciones y la alcaldía, para la ejecución del proyecto.	Número de asociaciones que aportan económicamente al proyecto.	Registro de recursos financieros aportados, para la compra de infraestructura.
2). Realizar campañas sobre separación en la fuente de residuos sólidos a través medios de comunicación como radio y redes sociales.	Porcentaje de familias que separan y reciclan materiales. Número de locales comerciales, instituciones y hogares que ponen en práctica la separación de residuos.	Registro de locales comerciales que separan correctamente los residuos. Registro de instituciones que separan correctamente los residuos.
3). Realizar salidas de campo para conocer experiencias significativas en temas de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	Número de salidas de campo	Fotografías de los basureros y contenedores con su respectivo contenido de residuos. Colaboración y apoyo logístico, económico y técnico de diferentes instituciones
4). Realizar de campañas de perifoneo por las calles sobre la importancia del manejo integral y aprovechamiento de los residuos sólidos.	Número de campañas y calles recorridas Número de personas que asisten a las ferias	Registro de asistencia de los participantes en las salidas de campo
5). Realizar una feria ambiental con productos artesanales, elaborados a partir de materiales reciclables.	Número de personas que asisten a la feria Número de instituciones comprometidas y que apoyan al proyecto.	Registro de participantes en las ferias ambientales. Fotografías de productos artesanales
6). Solicitud de apoyo logístico y técnico y de capacitación a instituciones educativas y gobiernos como MAATE.		Registro de instituciones participantes.

COSTO TOTAL APROXIMADO DEL PROYECTO: 30 700 USD

TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN: 1 año

Tabla 13

Proyecto 2: ESTABLECIMIENTO DE BASUREROS SELECTIVOS Y REPLANTEAMIENTO DE CONTENEDORES EXISTENTES EN EL ÁREA URBANA

TEMÁTICA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS	
META	Número de basureros selectivos para residuos inorgánicos proporcionados a los hogares.	Registro del monitoreo acerca del contenido de residuos sólidos inorgánicos en el basurero oscuro proporcionado.		
	Replantar la recolección de residuos sólidos en un 70%, a través de la dotación de materiales de recolección selectiva de residuos en el área urbana.	Peso y volumen de residuos sólidos inorgánicos clasificados en los basureros proporcionados.	Registro del monitoreo del contenido de residuos sólidos orgánicos en el contenedor verde de las calles.	
		Peso y volumen de residuos orgánicos clasificados en los contenedores.	Volumen de desechos dispuestos al relleno sanitario	
OBJETIVO DIRECTO		Registro de inspección por hogar de basureros selectivos (inorgánicos)		
	Proveer de basureros selectivos a los hogares y replanteamiento de contenedores ubicados en el área urbana, para facilitar la separación de residuos.	Número de basureros selectivos establecidos en los hogares, y que cumplen con la función de separación en la fuente de residuos sólidos inorgánicos.	Registro de inspección de contenedor de las calles (orgánico)	Compromiso y presupuesto destinado al desarrollo y ejecución del proyecto, por parte de la alcaldía y entidades contribuyentes
		Número de contenedores replanteados en el área urbana, y que cumplen con la función de separación en la fuente de residuos sólidos orgánicos.	Funcionamiento adecuado de los basureros y contenedores.	
			Estado de limpieza en las calles.	

MECANISMOS

a). Dotar de basureros de separación de residuos inorgánicos color oscuro a los hogares que conforman el área urbana.

b). Verificar el plano catastral de la ciudad para reubicar los contenedores de residuos orgánicos.

Volumen de residuos sólidos extraídos de los basureros y contenedores.

Volumen de residuos sólidos inorgánicos: plástico, papel y cartón, vidrio, metales, etc.

Volumen de residuos sólidos orgánicos: restos de comida, vegetales, frutas, etc.

Registro de volumen de residuos sólidos inorgánicos extraídos de los basureros de separación.

Registro de volumen de residuos sólidos orgánicos extraídos de los contenedores.

Entrevistas a personal de aseo involucrado en la recolección diferenciada

Fotografías de los residuos clasificados

Voluntad política, administrativa y financiera del gobierno local.

ACCIONES SUSTANCIALES

1). Gestión de recursos económicos con asociaciones y la alcaldía, para la compra de basureros de separación.

2). Difusión de información sobre separación en la fuente de residuos sólidos a través medios de comunicación local como radio e internet.

3). Realizar etiquetado de contenedores de residuos orgánicos, para personas ajenas a la localidad como turistas.

4). Realizar perifoneo por medios locales, sobre la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, para motivar a la ciudadanía.

Número de asociaciones que apoyan económicamente el proyecto.

Número de familias que separan correctamente los residuos sólidos

Número de contenedores etiquetados

Volumen de residuos sólidos clasificados correctamente.

Registro de recursos financieros aportados, para la compra de infraestructura.

Fotografías de los basureros y contenedores

Fotografías de los contenedores con etiqueta

Fotografías de los basureros de separación.

Fotografías de contenedores

Apoyo de entidades públicas y privadas, para obtener recursos financieros y logísticos para la puesta en marcha del proyecto.

Apoyo por parte de operadores y personal de aseo de la municipalidad.

COSTO TOTAL APROXIMADO DE PROYECTO: 45 600 USD

TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN: 1 año

Tabla 14

Proyecto 3. INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

TEMÁTICA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
META			
Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental en un 60%, a partir de la dotación de infraestructura para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos en el área urbana.	Reducción del peso y volumen de los desechos sólidos, destinados a la disposición final en el relleno sanitario.	Registro diario del peso y volumen de los desechos sólidos, destinados a la disposición final en el relleno sanitario.	
OBJETIVO DIRECTO			
Instaurar y dotar una planta de compostaje para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos producidos en el área urbana.	Planta de compostaje instalada y dotada de los componentes esenciales	Fotografías de la planta de compostaje Fotografía de materiales y equipos esenciales.	Compromiso administrativo municipal para la obtención de los recursos económicos, técnicos y operativos necesarios para la instalación de la planta.
		Fotografías de las condiciones de la planta.	
MECANISMOS			
a). Destinar un lugar apropiado dentro del nuevo relleno sanitario, para la instalación de la planta de compostaje.	Peso y volumen de residuos sólidos orgánicos ingresados a la planta de compostaje.	Registro del peso y volumen de residuos sólidos.	Apoyo de entidades gubernamentales y no gubernamentales para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto.
b). Dotación de equipos, materiales e infraestructura básica para el funcionamiento de la planta.	Peso y volumen de desechos sólidos orgánicos destinados a la celda de confinamiento.	Registro del peso y volumen de desechos sólidos.	
		Fotografías de los componentes esenciales	

Planta de compostaje dotada de
infraestructura y componentes esenciales:

Registro de inspección del funcionamiento
de los diferentes sistemas.

- Invernadero, con el objetivo de controlar el clima.
 - Sistema de riego y eléctrico
 - Banda transportadora
 - Picadora
 - Sistema de pesaje
 - Dotación de una mini retroexcavadora, utilizada en los volteos de los residuos orgánicos
 - Lugar para instalación de oficina y servicios básicos.
-

ACCIONES SUSTANCIALES		Presupuesto destinado a la creación de la planta de compostaje	Aporte económico
1). Gestión de recursos económicos de la alcaldía, a empresas u organizaciones para la adquisición de equipos materiales e infraestructura básica para la planta de compostaje	Número de organizaciones u empresas que apoyan económicamente el proyecto.		Registro del documento
2). Realizar un estudio técnico sobre el manejo de la planta de compostaje.	Resultado del estudio técnico		Registro del número de funcionarios capacitados
3). Capacitación técnica a funcionarios del área de gestión ambiental y operadores, acerca del manejo técnico de los residuos sólidos orgánicos.	Número de funcionarios capacitados		Apoyo de entidades de diferentes entidades, para obtener recursos financieros y logísticos para la implementación y dotación de la planta.
4). Realizar un análisis financiero sobre la planta de compostaje.	Número de operadores capacitados		Registro del número de operadores capacitados
	Resultado del análisis financiero		Fotografías de las conferencias realizadas.
			Registro del documento

COSTO TOTAL APROXIMADO DEL PROYECTO: 70 500 USD

TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN: 1 año

Tabla 15

Proyecto 4. FOMENTAR LA CONFORMACIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN DE RECICLADORES DE BASE ENFOCADA EN EL RESCATE Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS

TEMÁTICA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
META Contribuir con la reducción de la contaminación ambiental en un 60%, a través de la formación de una organización local para el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos.	Número de recicladores que separan los residuos inorgánicos aprovechables. Reducción del confinamiento de residuos inorgánicos.	Registro de la cantidad de residuos sólidos inorgánicos segregados. Volumen de residuos inorgánicos dispuestos en lugar de disposición final	
OBJETIVO DIRECTO Promover la formación de una organización local de recicladores de base para el rescate y aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos.	Conformación de una organización de recicladores de base, que está enfocada a la actividad del reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos.	Fotos de la organización de recicladores que trabajan en la actividad del reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos.	Compromiso e interés por parte de las personas que conforman la organización.

MECANISMOS

a). Conformar una organización de recicladores de base para el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.	Número de personas que conforman la organización de recicladores de base, para la actividad de reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos.	Fotografías y registro de las personas que conforman la organización.	Motivación de la organización para el desarrollo de la actividad del reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos
b). Capacitar a la organización en temas de gestión y manejo de residuos sólidos mediante capacitaciones.		Registro fotográfico de la asistencia a las capacitaciones	
c). Conseguir recursos económicos, logísticos y académicos para la conformación, capacitación y seguimiento de la organización de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.	Número de personas capacitadas en temas ambientales y la importancia de la gestión integral de residuos sólidos.	Registro de aportes por parte de empresas e instituciones de apoyo.	Apertura y colaboración de las instituciones, municipio y demás actores en las capacitaciones y actividades a desarrollar.
	Número de empresas e instituciones que apoyan el proyecto.		

ACCIONES SUSTANCIALES

1). Convocar a los recicladores independientes que viven de la actividad del reciclaje, a través de campañas de radio, redes sociales y perifoneo.	Número de asociaciones que aportan económicamente al proyecto.	Registro de recursos financieros aportados para el proyecto.	Colaboración y apoyo logístico, económico y técnico de diferentes instituciones
2). Capacitaciones en torno a temas de separación, valorización, adecuación y almacenamiento temporal de residuos inorgánicos.	Número de capacitaciones ejecutadas	Registro de asistencia a las capacitaciones	

3). Capacitación en temas riesgos laborales y uso de equipos de trabajo para la separación de residuos. Número de capacitaciones realizadas Fotografías

4). Solicitud de apoyo logístico y técnico y de capacitación a instituciones educativas, PNGIDS, MAATE, RENAREC y MIES. Número de instituciones comprometidas y que apoyan al proyecto. Registro de instituciones participantes.

COSTO TOTAL APROXIMADO DEL PROYECTO TIEMPO: 5 600 USD

ESTIMADO DE DURACIÓN: 1 año

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El modelo de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana del cantón Pimampiro presenta deficiencias en cuanto a infraestructura básica, marco legal de gestión de residuos, educación ambiental, separación, tratamiento y aprovechamiento de residuos, los cuales son determinantes para la adecuada gestión integral de residuos y desechos sólidos, por otro lado, se cumplen procesos de almacenamiento temporal, recolección, transferencia y confinamiento de residuos sólidos.

Los resultados de la caracterización física de residuos evidencian características comunes para ALC, la parroquia urbana de Pimampiro genera residuos orgánicos compostables en un alto porcentaje, ocupando el 67.60% del total de los residuos producidos diariamente, categoría compuesta a partir de subproductos como: restos vegetales, comida, frutas, hojas, etc.

La población local posee poco conocimiento acerca del manejo de residuos, en consecuencia, la generación del plástico suave y rígido es amplia, llegando a ocupar el 10.42%. Asimismo, el 6.24% de los residuos producidos están compuestos por papel y cartón, los cuales poseen valor económico.

La generación de residuos plásticos, papel y cartón en el área urbana con respecto al peso es del 16.66%, sin embargo, el volumen que estos poseen es considerable, por lo que dificulta su almacenamiento temporal y se acumulan rápidamente. Por otra parte, la densidad sin compactar de los residuos sólidos es de 217.682 kg/m³.

RECOMENDACIONES

La parroquia urbana del cantón Pimampiro debe basarse en las propuestas de esta investigación para optimizar el modelo de gestión actual, principalmente en el tratamiento de residuos orgánicos, que a su vez proporcionará recursos para el mejoramiento de la producción agrícola local, a través de la elaboración de abono orgánico, y de esta forma disminuir el costo por confinamiento y los impactos que pueden producir los residuos sólidos.

Realizar una caracterización de residuos sólidos en el área rural para complementar este estudio, debido a que la población del área rural representa el 60% del cantón. Se prevé que la generación de residuos sólidos puede variar al provenir de una zona diferente a la urbana. De esta manera, definir la generación cantonal de residuos sólidos, la cual será de gran interés para la toma de mejores decisiones en cuanto a la gestión integral de residuos y desechos sólidos para el cantón Pimampiro.

Para futuros estudios de caracterización se sugiere emplear metodologías alternativas de caracterización para esta localidad, debido a que estos residuos contienen gran cantidad de humedad, y esta es absorbida por las categorías sanitarios, papel y cartón, lo cual influye en el peso de estos subproductos.

REFERENCIAS

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P., Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Inter-American Development Bank.
- Asociación de Municipios del Ecuador e Instituto Nacional de Estadística y Censos (AME-INEC). (2019). *Registro de Gestión de Residuos Sólidos*. Boletín técnico N° 02-2019-Gads Municipales.
- Andrady, A. (2011). Microplásticos en el medio marino. *Boletín de contaminación marina*, 62, 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- André, F., y Cerdá, E. (2004). Construcción de vertederos y ampliación de capacidad. *Economía ambiental y de recursos*, 28 (4), 409-434.
- Anzola, D. (2015). *Estudio del manejo de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana con el fin de delinear un borrador de propuesta para el manejo integral de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá DC* (Tesis doctoral, Universidad del Rosario).
- Araiza, J., y Zambrano, M. (2015). Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG, un caso de estudio. *Ingeniería*, 19 (2), 118 – 128
- Area, M. (2017). El reciclado en la fabricación de papel y cartón. *La revista del corrugado*, 24, 18, 21.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2008). Decreto Legislativo. No.0. Constitución de la República del Ecuador 2008. Publicada en Registro Oficial No. 449, del 20 de octubre de 2008. Ecuador.
- Balboa, H., y Somonte, D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Informador técnico*, 78(1), 82-90.

- Banco Mundial. (2020). *Secretaría de la Comunidad del Pacífico: Programa de Estadísticas y Demografía*. Oficina de Censos de los Estados Unidos: Base Internacional de datos.
- Banco Mundial, (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersivestory/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-wastemanagement>Datos.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (1997). *Guía para la evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales*. En <http://www.iadb.org/sds/doc/envres-solidoss.pdf>
- Bandara, N., Hettiaratchi, J., Wirasinghe, S., y Pilapiiya, S. (2007). Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: a case study. *Environ. Monit Assess.* 135 (1-3), 31-39 DOI:10.1007/s10661-007-9705-3
- Barradas, A. (2009). *Gestión integral de residuos sólidos municipales: estado del arte*
- Benito, A., Masaguer, R., De Antonio, R. y Moliner, A. (2006). Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology*, 97: 2071-2076
- Bermejo, L. (2012). Envejecimiento activo, pedagogía gerontológica y buenas prácticas socioeducativas con personas adultas mayores. *Revista de Intervención Socioeducativa* (51):27-44. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/EducacioSocial/index>
- Bonilla, M. y Núñez, D. (2012). *Plan de manejo ambiental de los residuos sólidos del cantón Logroño* (Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador, Morona Santiago, Ecuador).
- Bosco, M. (2008). Geotecnia ambiental. Oficina de textos.

- Brito, H., Chariguamán, N. y Villota, V. (2017). *Cierre técnico de vertederos*. Riobamba
- Cadena, E. (2010). *Propuesta de un Plan de Manejo participativo de residuos sólidos domésticos en la parroquia Peña Herrera, cantón Cotacachi*. (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador).
- Cairo, M., Di Gregorio, M., y Convertini, B. (2017). Residuos Sólidos en Hoteles- Herramienta para la Gestión Sustentable. In Memoria Científicas del VIII Congreso Internacional Turismo, Hotelería, Ambiente (p. 147).
- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval, L., y Caycho, C. (2006). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. *Aidis, 1 (1)*, 1-5.
- Castro, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *INVENTUM, 15(29)*, 76-94.
- Castro, J. y Bernache, G. (2016). Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales. *Sociedad y Ambiente, 1 (9)*, 73-101.
- Ceballos, L. (2020). *Diagnóstico y Factibilidad del Sistema de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Jipijapa* (Tesis de Pregrado, Jipijapa. UNESUM).
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (CEPIS). (2000). Guía HDT 17: *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*. <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
- Chacín, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de investigación, (63)*, 173-200.

- Código Orgánico del Ambiente (COA). (2016). Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 983 del 12 de abril del 2017. Quito: Asamblea Constituyente.
- Cointreau, S. (1982). Environmental management of urban solid wastes in developing countries: a project guide (No. PB-83-264689). International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC (USA). Urban Development Depth.
- Comber, N. y Moriena, N. (2013). *Basura Cero en Buenos Aires* (Tesis Doctoral, Universidad Argentina de la Empresa).
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización del Ecuador (COOTAD). (2010). Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 303 del 19 de octubre del 2010. Quito: Asamblea Constituyente.
- Consejo Nacional de Competencias. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos*. Quito, Ecuador: Autor.
- Constituyente, A. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
- Cruz, R., Reyes, O. G., Espinosa, P. H. G., Somoza, F. H., Santos, G. L., Andreu, B. P., & Santos, A. G. (2018). Acciones de capacitación para la mejora del manejo de los residuos sólidos urbanos y la protección del agua. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 90-103.
- Dulanto, A. (2013). Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente.
- Durand, M. (2011). La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿cómo obtener beneficios de las dificultades actuales?. *Espacio y desarrollo*, (23), 115-130.

- Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos EMGIRS – EP. (2013) “*Consultoría para la caracterización de residuos sólidos urbanos receptados en las estaciones de transferencia norte y sur del distrito metropolitano de Quito*”
- Erazo, S. (2013). *Manejo integral de los residuos orgánicos del relleno sanitario de Antonio Ante, provincia de Imbabura* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador).
- Eshet, T., Baron, M., Shechter, M., y Ayalon, O. (2007) Measuring Externalities of Waste Transfer Stations in Israel Using Hedonic Pricing. *Waste Management*, 27(5), pp. 614-625.
- Espejo, P. (2018). *Impacto de la gestión ambiental del manejo participativo de los residuos sólidos urbanos*. San Juan Pampa del distrito de Yanacancha, Pasco 2017.
- Ezeah, C., Fazakerley, J. y Roberts, C. (2013). Tendencias emergentes en el reciclaje del sector informal en países en desarrollo y en transición. *Gestión de residuos*, 33 (11), 2509-2519.
- Fazenda, A., Tavares, P., y Russo, M. (2016). Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe, herramienta para la gestión de residuos. *Ciencias Holguín*, 22 (4), 1- 15.
- Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, (27), 121-144.
- Frías, A. C., Lema, I. I., y García, A. G. (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta ecológica*, (69), 67-82.
- Fuentes Medina, M. E., & Leon Nieto, C. M. (2012). *Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno* (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

- García, G. (2014). El manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos en los consultorios dentales. Estudio de campo. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 61 (4), 137-141.
- García, H., Toyo, L., Acosta, Y., Rodríguez, L., & El Zauahre, M. (2014). Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad universitaria. *Multiciencias*, 14 (3), 247-256.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Pedro de Pimampiro. (2019). “*Informe de Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos del Cantón San Pedro de Pimampiro*”. Pimampiro.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pimampiro. (2014). “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Pimampiro 2014 - 2027”. Pimampiro EC.
- González, R. y Buenrostro, O. (2012). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28, 15-20.
- Goicochea, O. (2015). Evaluación ambiental del manejo de residuos sólidos domésticos en La Habana, Cuba. *Ingeniería Industrial*, 36(3), 263-274.
- Grass Roots Recycling Network. (2013). *Zero Waste*. <http://www.grrn.org/page/zero-waste>.
- Guacho, I., Castillo, A., y Brito, H. (2019) *Diseño de una Celda para la disposición final de residuos sólidos. Design of a cell for the final disposal of solid waste*. Projeto de uma Celda para disposição final de resíduos sólidos.
- Henry, J. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería ambiental*. Pearson Educación.
- Hernández, M., Aguilar, Q., Taboada, P., Lima, R., Eljaiek, M., Márquez, L. y Buenrostro, O. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32: 11-22.

- Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2011). *Coberturas temáticas geográficas*. Quito-Ecuador
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2010). *Censo de población y vivienda*. Censo de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos*. Asociación de Municipalidades Ecuatorianas.
- Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas Minero Metalúrgicas (INIGEMN). (2014). *Mapa Geológico escala 1 000.000*. Quito-Ecuador.
- INEC - AME. (2015). Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales .
- Jara, J. (2014). *Manejo y caracterización de residuos sólidos urbanos de la Provincia del Chimborazo - Ecuador y su potencial uso en la agricultura* (Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica de Orihuela, Chimborazo, Ecuador).
- Jaramillo, G. y Zapata, M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.
- Jaramillo, J. (1999). *Gestión integral de residuos sólidos municipales-GIRSM. Medellín, Seminario Internacional: Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos Siglo XXI*.
- Jica, M. (2017). *Manual de caracterización y proyección de los residuos sólidos municipales*. Japan International Cooperation Agency- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, Do.
- Lorente, L., Collaguazo, G., Herrera, I., Lastre, A., y Cordovés, A. (2015). Metodología para la caracterización de los desechos sólidos municipales y asimilables: caso de estudio ciudad de Ibarra-Ecuador. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. ISSN, 1988, 5245.

- Loyola, M. (2005). *Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Ciudad de Vinces*, (Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica del Ejército, Los Ríos, Ecuador).
- Marmolejo, L., Torres, P., Oviedo, E., Bedoya, D., Amezquita, C., Klinger, R., y Diaz, L. (2009). Flujo de residuos: *Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales. Ingeniería y competitividad*, 11(2), 79-93.
- McLeod, F. y Cherrett T. (2008). Quantifying the transport impacts of domestic waste collection strategies. *Waste Manage.* 28, 2271-2278. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.09.041.
- MIGMA (2009). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Municipio de Neyba* (Rep. Dominicana).
- Ministerio del Ambiente y Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS). (s.f). Programa Nacional para la Gestión integral de los desechos sólidos. Quito-Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2019). Proyecto: Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS).
- Ministerio del Ambiente. (2015). Reforma del Texto Unificado de la Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA). Quito: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2015). Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Registro oficial No. 316, del 4 de mayo del 2015. Ecuador
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). (2018). Reporte: *Historial de aprovechamiento y reciclaje de los GAD's a nivel nacional (2015-2016-2018)*. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Ministerio del Ambiente Perú (MINAM). (2013). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*, Lima – Perú.
- Montoya, A. (2012). *Caracterización de Residuos Sólidos*. Medellín. Colombia. Tecnológico de Antioquia
- Mora, A., y Molina, N. (2017). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos en el Parque Histórico Guayaquil. LA GRANJA. *Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 72-83.
- Moreira, D. (2020). Análisis de la gestión del sistema de manejo de residuos sólidos urbanos del cantón Babahoyo, Los Ríos-Ecuador, 2019.
- Naranjo, A., Morán, C., Cárdenas, C., Macuy, J., y Behr, J. (2015). La inflación y el ingreso de los recolectores de desechos sólidos inorgánicos reciclables de la ciudad de Guayaquil. RETOS. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 5 (9), 73-84.
- Noguera, K., y Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2004). *Abordar la economía de los residuos*. Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo. París, Francia.
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS-OMS). (2005). División de Salud y Ambiente. *Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, DC
- Ortega, Y., y Torres Romero, S. (2016). Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos municipales para poblaciones pequeñas.

- Pazmiño, C. (2012). *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito*.
- Pedreño, J., Herrero, J., Lucas, I., y Beneyto, J. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante.
- Peralta, M. (2014). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Orcopampa, Provincia de Castilla*, Departamento de Arequipa.
- Pérez, G. (2012). El confinamiento de la basura urbana y la contaminación de las fuentes de agua en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 2(4), 36-53.
- Pinto, C. (2017). *Evaluación del manejo de residuos sólidos del barrio la Victoria del cantón Ibarra en base al proyecto de contenerización* (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador, Pichincha, Ecuador).
- Porras, C., y González, R. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia y virtualidad*, 9(2), 90-107.
- Plastics Europe (2013). *Plastics - the Facts*. Reporte. Bruselas, 40 pp.
- Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS). (2010). Ministerio del Ambiente Ecuador. [de://www.ambiente.gob.ec/programa-pgnids-ecuador](http://www.ambiente.gob.ec/programa-pgnids-ecuador).
- PNGIDS. (2019). Ministerio del Ambiente Ecuador. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pgnids-ecuador>.
- Ponte, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de investigación*, 32(63), 173-200.
- Pucha, M. (2014). *Las 5R-ecológicas, reciclaje de residuos sólidos y su relación con el aprendizaje de educación ambiental de los estudiantes de décimos años*

paralelos a y b de educación general básica de la unidad educativa “Riobamba” (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador).

Ramírez, J., y Rojas, L. (2017). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas.*

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA). (2019). Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial N° 507 del 12 de junio del 2019. Quito: Asamblea Constituyente.

Rendón, A. (2012). Caracterización de residuos sólidos. *Cuaderno Activa*, (4), 67-72.

República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2010). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos*. <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador>.

Robledo, J. (2005). Diseños de muestreo (II). NURE investigación: *Revista Científica de enfermería*, (12), 6.

Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.*

Ruiz, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28 (1), 93 – 97.

Sáez, A., Urdaneta, G., y Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20 (39), 121 – 135.

Saldaña, C., Hernández, I., Messina, S., y Pérez, J. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero Iztete de Tepic – Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29 (3), 25 – 32.

- Schwarz, O. (2002). *Ciencia de los plásticos*. Editorial Costa Nogal. Montevideo, Uruguay, 299 pp.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). Norma Mexicana NMX-AA 015-1985. *Protección al Ambiente, Contaminación del suelo – residuos sólidos municipales*. Método de Cuarteo. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. (1985). *Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación*. NMX-AA-061-1985, 3-16. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. (1985). NMX-AA-022-1985. Clasificación de subproductos. México: D.F., Autor.
- Schmidt, F., Zurbrügg, C. (2016) “Gestión municipal de residuos sólidos en países en vías de desarrollo – École Polytechnique Fédérale de Lausanne <https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management>
- Sotelo, C., y Benítez, O. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7-8.
- Tello, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Tello Espinoza, P., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. Monografía BID Sector Infraestructura y Medio Ambiente. División de Agua y Saneamiento); WSA-115.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. (Vol.1) Madrid: McGraw Hill/ Interamericana de España, S.A.
- Troschinetz, A. y Mihelcic J. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Manage.* 29 (2), 915-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.016>

- Valencia, J., Espinosa, A., Parra, A., y Peña, M. (2010). Percepción del riesgo por emisiones atmosféricas provenientes de la disposición final de residuos sólidos. *Revista de Salud Pública*, 13 (6), 930- 941.
- Vaquilema, J. (2016). *Elaboración y aplicación de una guía didáctica de educación ambiental para fomentar hábitos de reciclaje, de los estudiantes de segundo año del centro de educación básica "Simón Bolívar"*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador).
- Vargas, G. (2012). *Propuesta para la gestión de residuos sólidos urbanos a través de las 4R, en la actividad turística hotelera del Centro Histórico de Quito como fomento a la imagen turística* (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).
- Vesco, L. (2006). *Residuos sólidos urbanos: Su gestión integral en Argentina*. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Viteri, J. (2016). *Diseño de una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario del Tena*. (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba)
- Waisman, V. (2001). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México: Semarnat.
- Yanes, J. (2001). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. Instituto Nacional de Ecología.

ANEXOS

Tablas

A1. Matriz de cumplimiento legal con respecto al Código Orgánico Ambiental.

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
			Niveles: Satisfactorio Parcialmente S. Insatisfactorio
CÓDIGO ORGÁNICO AMBIENTAL	DISPOSICIONES GENERALES	Art. 224. Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental	Satisfactorio
		Art. 225. Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:	Parcialmente Satisfactorio
		Art. 226. Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:	Parcialmente Satisfactorio

	<p>Art. 227. Prohibiciones. Las personas que participen en la gestión de residuos y desechos en cualquiera de sus fases deberán cumplir estrictamente con lo establecido en las normas técnicas y autorizaciones administrativas correspondientes.</p>	<p>Satisfactorio</p>
<p>GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS</p>	<p>Art. 228. De la política para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno, estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional.</p>	<p>Parcialmente Satisfactorio</p>
	<p>Art. 229. Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases.</p>	<p>Parcialmente Satisfactorio</p>
	<p>Art. 230. De la infraestructura. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos proveerán de la infraestructura técnica de acuerdo con la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos.</p>	<p>Satisfactorio</p>
	<p>Art. 231. Obligaciones y responsabilidades. Responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional</p>	<p>Parcialmente Satisfactorio</p>
	<p>Art. 232. Del reciclaje inclusivo. La Autoridad Ambiental Nacional o los Gobiernos Autónomos Descentralizados, según su competencia, promoverán la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores a nivel nacional y local</p>	<p>Insatisfactorio</p>

	Art. 233. Aplicación de la Responsabilidad Extendida Productor sobre la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales. Los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida de este.	Parcialmente Satisfactorio
	Art. 234. De los movimientos transfronterizos de residuos sólidos no peligrosos. Todo movimiento transfronterizo de residuos sólidos no peligrosos sea por importación, exportación o tránsito, incluyendo lo relacionado a tráfico ilícito de los mismos, será regulado por la normativa ambiental específica.	Satisfactorio

A2. Matriz de cumplimiento legal con respecto al Texto Unificado de Legislación Secundaria Art. 49

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
TULSMA	Art. 49 Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos	a) Manejo integral de residuos y/o desechos	Parcialmente Satisfactorio
		b) Responsabilidad extendida del productor y/o importador.	Parcialmente Satisfactorio
		c) Minimización de generación de residuos y/o desechos.	Insatisfactorio
		d) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales;	Satisfactorio
		e) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con	Parcialmente Satisfactorio

		el manejo de los residuos y/o desechos.	
--	--	---	--

A3. Matriz de cumplimiento legal con respecto al Texto Unificado de Legislación Secundaria Art. 49

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
TULSMA	Art. 49 f) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización, principio de jerarquización:	1. Prevención de la generación de residuos	Insatisfactorio
		2. Minimización de la generación en la fuente de residuos	Insatisfactorio
		3. Clasificación de residuos	Insatisfactorio
		4. Aprovechamiento y/o valorización, incluye el reúso y reciclaje	Insatisfactorio
		5. Tratamiento de residuos sólidos	Insatisfactorio
		6. Disposición final controlada	Satisfactorio

A4. Matriz de cumplimiento legal con respecto al Texto Unificado de Legislación Secundaria Art. 57.

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
TULSMA	Art. 57 Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos	Garantizarán el manejo integral de RSU generados en el área de su competencia, por administración u contratos con empresas públicas o privadas.	Parcialmente Satisfactorio

Descentralizados Municipales	Promover la minimización en la generación de RS.	Insatisfactorio
	Separación en la fuente de residuos orgánico e inorgánicos	Insatisfactorio
	Procedimientos adecuados para la limpieza de áreas públicas	Satisfactorio
	Recolección de residuos	Satisfactorio
	Transporte de residuos	Satisfactorio
	Existe un centro de acopio	Insatisfactorio
	Existe una estación de transferencia	Insatisfactorio
	Fomentar su aprovechamiento	Insatisfactorio
	Correcta disposición final	Satisfactorio
	Dar seguimiento a residuos peligrosos y/o especiales, bajo parámetros que garanticen la sanidad y preservación del ambiente	Parcialmente Satisfactorio

A5. Matriz de cumplimiento legal con respecto al Acuerdo ministerial No 061

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
ACUERDO MINISTERIAL NO. 61	Los Gobiernos Autónomos Descentralizados	Elaborar e implementar un Plan Municipal de GIRS en concordancia con las políticas nacionales y PGIRS	Parcialmente Satisfactorio

Municipales deberán:	Promover y coordinar con las instituciones gubernamentales, no gubernamentales, empresas privadas, programas educativos, para fomentar la cultura de minimización de generación, separación, recolección diferenciada, limpieza de los espacios públicos, reciclaje y gestión integral de residuos.	Parcialmente Satisfactorio
	Garantizar que en su territorio el servicio de recolección de residuos, barrido y limpieza de aceras, vías, cunetas, acequias, alcantarillas, vías y espacios públicos, de manera periódica, eficiente y segura.	Satisfactorio
	Promover la instalación y operación de centros de recuperación de residuos sólidos aprovechables, con la finalidad de fomentar el reciclaje en el territorio de su jurisdicción.	Insatisfactorio
	Elaborar ordenanzas para el manejo de residuos y/o desechos sólidos, las mismas que deberán ser concordantes con la política y normativa ambiental nacional	Insatisfactorio
	Asumir la responsabilidad de la prestación de servicios públicos de manejo integral de residuos sólidos y/o desechos sólidos no peligrosos y actividades de saneamiento ambiental	Parcialmente Satisfactorio
	Eliminar los botaderos a cielo abierto existentes en el cantón en el plazo establecido por la autoridad ambiental, mediante cierres técnicos avalados por la	Satisfactorio

		Autoridad Ambiental competente.	
		Deberán determinar en su PDOT los sitios previstos para disposición final de RS, así como los sitios para acopio y/o transferencia de ser el caso.	Insatisfactorio
		Promover alianzas estratégicas para la conformación de mancomunidades con otros municipios para la GIRS, con el fin de minimizar los impactos ambientales, y promover economías de escala.	Satisfactorio

A6. Matriz de cumplimiento legal con respecto a la norma técnica de calidad ambiental para el manejo de residuos sólidos no peligrosos con enfoque a la población.

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	4.2 De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos. enfocado a la población	Prohibido arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento temporal.	Satisfactorio
		Prohibido limpiar en la vía o espacios públicos, vehículos livianos, de transporte pesado, hormigoneras, buses y otros.	Parcialmente Satisfactorio
		Prohibido la colocación de animales muertos, cuyo peso sea mayor a 40 Kg y de desechos sólidos de carácter especial.	Satisfactorio

	Prohibido quemar desechos sólidos en los contenedores de almacenamiento.	Satisfactorio
	Prohibido quemar desechos sólidos a cielo abierto.	Satisfactorio
	Prohibido la instalación de incineradores de desechos sólidos en edificios comunales o viviendas multifamiliares	Satisfactorio
	Prohibido la disposición o abandono de desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.	Satisfactorio
	Prohibido verter cualquier clase de productos químicos (líquidos, sólidos, semisólidos y gaseosos), que por su naturaleza afecten a la salud, seguridad o afecte al ornato de la ciudad.	Satisfactorio
	Prohibido abandonar animales muertos en los lugares públicos y cuerpos de agua.	Satisfactorio
	Prohibido abandonar muebles, enseres o cualquier tipo de desechos sólidos, en lugares públicos.	Satisfactorio
	Prohibido arrojar cualquier clase de desperdicio desde el interior de los vehículos, ya sea que éstos estén estacionados o en circulación.	Parcialmente Satisfactorio
	Prohibido entregar los desechos a persona natural o jurídica que	Satisfactorio

		no posea autorización de la entidad de aseo.	
		Prohibido a persona distinta a las del servicio de aseo público, destapar, remover o extraer el contenido parcial o total de los recipientes para desechos sólidos, una vez colocados en el sitio de recolección.	Satisfactorio
		Prohibido mezclar desechos sólidos peligrosos con desechos sólidos no peligrosos.	Insatisfactorio
		Prohibido la disposición de envases de medicinas, restos de medicamentos caducados, generados por farmacias, centros hospitalarios, laboratorios clínicos, centros veterinarios, etc., en el relleno sanitario.	Insatisfactorio

A7. Matriz de cumplimiento legal con respecto a la norma técnica de calidad ambiental para el manejo de residuos sólidos no peligrosos.

DOCUMENTO LEGAL ASOCIADO	Nro. ARTÍCULO	EXTRACTO DEL ARTÍCULO A CUMPLIR A NIVEL NACIONAL	GRADO DE CUMPLIMIENTO (GAD PIMAMPIRO)
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	Normas generales para el manejo técnico de los residuos sólidos, dedicada al ente gubernamental	Se prohíbe la localización de contenedores de almacenamiento de desechos sólidos en áreas públicas, con excepción de ciertas situaciones específicas lo exijan.	Satisfactorio
		Establecimiento de rutas y horarios para recolección de desechos sólidos, que serán dados a conocer a los usuarios.	Satisfactorio

	Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de aseo.	Satisfactorio
	El personal encargado de la recolección y transporte de desechos sólidos debe cumplir con sus jornadas de trabajo, utilizando la vestimenta y equipos adecuados para proteger su salud.	Satisfactorio
	Entrenamiento del personal comprometido en actividades de manejo de desechos sólidos en lo que respecta a la prestación del servicio de aseo y a las medidas de seguridad que deben observar.	Satisfactorio
	Mecanismos de información y educación a los usuarios del servicio, acerca de la entrega de los desechos sólidos en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta prestación del servicio.	Parcialmente Satisfactorio
	Los vehículos destinados para la recolección y transporte de desechos sólidos deben reunir las condiciones propias para esta actividad, el modelo debe cumplir con las especificaciones que garanticen la correcta prestación del servicio de aseo público.	Satisfactorio
	La recolección de los residuos sólidos y/o desechos no peligrosos, se realizará mediante los siguientes mecanismos: recolección manual, semimecanizada y mecanizada.	Satisfactorio

	La recolección de los residuos sólidos no peligrosos se realizará mediante las siguientes metodologías: de esquina, de acera, intradomiciliario y/o contenedores.	Satisfactorio
	Durante el proceso de recolección, los operarios del servicio deberán proceder la totalidad de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, evitando dejar residuos y lixiviados esparcidos en áreas públicas.	Satisfactorio
	El barrido, lavado y limpieza de los parques y demás áreas públicas debe realizarse de acuerdo con las frecuencias y horarios establecidos por la entidad de aseo, sin afectar el flujo de vehículos y peatones.	Satisfactorio
	Limpieza, desinfección y mantenimiento de los recipientes, vehículos de recolección y demás implementos utilizados en el transporte.	Satisfactorio
	Destinar únicamente residuos no peligrosos asimilables a domésticos al sistema de recolección local.	Insatisfactorio
	Los rellenos sanitarios u otra alternativa técnica como disposición final deberán cumplir lo establecido en la norma técnica emitida por la Autoridad Ambiental Nacional, de tal manera que se minimicen el impacto ambiental y los riesgos a la salud.	Satisfactorio

A8. Tabla de datos de la composición de los residuos sólidos del estrato de expansión (febrero)

CATEGORÍA	Muestra 1 (Kg)	Muestra 2 (Kg)	Muestra 3 (Kg)	Muestra 4 (Kg)	Muestra 5 (Kg)	Muestra 6 (Kg)	T1	T1/T*100
Residuos Orgánicos	16.85	13.45	18.25	18.80	13.30	16.15	96.80	64.42%
Papel y Cartón	1.30	2.50	3.15	1.55	0.65	0.60	9.75	6.49 %
Plástico	4.45	2.65	1.50	1.90	3.70	2.55	16.75	11.15 %
Vidrio	0.00	0.15	0.25	0.40	0.40	0.15	1.35	0.90 %
Sanitarios	1.20	0.75	1.70	0.65	3.95	4.30	12.55	8.35 %
Peligrosos	0.00	0.00	0.02	0.00	1.00	0.00	1.02	0.68 %
Otros	1.20	5.65	0.10	1.65	2.05	1.40	12.05	8.02%
Hospitalarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total	25.00	25.15	24.97	24.95	25.05	25.15	150.27	100%

A9. Tabla de datos de la composición de los residuos sólidos del estrato residencial (enero)

CATEGORÍA	M 1 (Kg)	M 2 (Kg)	M 3 (Kg)	M 4 (Kg)	M 5 (Kg)	M 6 (Kg)	M 7 (Kg)	M 8 (Kg)	M 9 (Kg)	M 10 (Kg)	M 11 (Kg)	M 12 (Kg)	M 13 (Kg)	T1	T1/T*100
Residuos Orgánicos	17.65	23.1	18.2	15.7	16.15	9.5	11.95	12.7	18.05	15.35	14.90	17.65	16.9	207.8	63.72%
Papel y Cartón	2.15	0.5	1.95	2.8	3.2	4.95	1.05	0.4	2.2	1.15	2.25	0.75	0.9	24.25	7.44%
Plástico	3.35	0.8	2.3	4.7	2,05	3.6	2.05	2.75	2.85	1.5	5.05	2.75	2.2	35.95	11.02%
Vidrio	0.0	0.0	0.15	0.15	0.0	0.35	0.1	0.4	0.0	0.35	0.0	0.05	0.95	2.5	0.77%
Sanitarios	1.75	0.45	1.35	0.75	0.25	2.8	3.85	4	1.55	1.65	2.05	1.5	1.7	23.65	7.25%
Peligrosos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.0	0.05	0.2	0.06%
Otros	0.2	0.05	1.05	0.8	3.45	4.05	6.25	4.65	0,3	5.1	1.05	2.25	2.55	31.75	9.74%
Hospitalarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00%
Total	25.1	24.9	25	24.9	25.1	25.35	25.25	24.9	24.95	25.1	25.35	24.95	25.25	326.1	100%

A10. Comparación de medias entre estratos por medio del ANOVA para el total de residuos en los dos meses de análisis enero y febrero

Residuos	Estratos	N	Media	Desviación estándar	Sig. ANOVA
Residuos Orgánicos	Comercial	12	16,91	3,12	0,912
	Residencial	26	16,86	2,81	
	En expansión	12	17,27	2,25	
Papel y Cartón	Comercial	12	1,93	1,54	0,479
	Residencial	26	1,49	1,18	
	En expansión	12	1,36	0,93	
Plástico	Comercial	12	2,65	0,54	0,830
	Residencial	26	2,66	0,93	
	En expansión	12	2,49	0,89	
Vidrio	Comercial	12	1,04	1,30	0,007*
	Residencial	26	0,28	0,49	
	En expansión	12	0,16	0,17	
Sanitarios	Comercial	12	1,29	0,96	0,268
	Residencial	26	1,81	0,95	
	En expansión	12	1,95	1,38	
Peligrosos	Comercial	12	0,00	0,00	0,053
	Residencial	26	0,01	0,03	
	En expansión	12	0,15	0,34	
Otros	Comercial	12	1,30	1,65	0,521
	Residencial	26	1,96	1,75	
	En expansión	12	1,73	1,39	
Hospitalarios	Comercial	12	0,03	0,06	0,019*
	Residencial	26	0,00	0,00	
	En expansión	12	0,00	0,00	

* Existen diferencias significativas entre las medias de los estratos al nivel 0,05.

A11. Comparación de medias entre meses por medio de la prueba t-Student para el total de residuos en los tres estratos: comercial, residencia y expansión

Residuos	Mes	N	Media	Desviación estándar	Sig. t-Student
Residuos Orgánicos	Enero	25	16,81	2,99	0,672
	Febrero	25	17,14	2,46	
Papel y Cartón	Enero	25	1,68	1,12	0,521
	Febrero	25	1,45	1,32	
Plástico	Enero	25	2,61	0,97	0,953
	Febrero	25	2,62	0,69	
Vidrio	Enero	25	0,29	0,68	0,201
	Febrero	25	0,58	0,88	
Sanitarios	Enero	25	1,64	1,15	0,581
	Febrero	25	1,81	1,00	
Peligrosos	Enero	25	0,04	0,15	0,855
	Febrero	25	0,05	0,20	
Otros	Enero	25	2,05	1,83	0,193
	Febrero	25	1,44	1,39	
Hospitalarios	Enero	25	0,01	0,04	0,277
	Febrero	25	0,00	0,01	

A12. Cronograma de ejecución de proyectos

PROYECTO	ACTIVIDADES	Periodo 2023- 2024											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Proyecto 1	Difusión de la información a través de medios de comunicación local	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Solicitud de apoyo logístico y técnico	■	■										
	Gestión de recursos económicos y logísticos		■	■	■								
	Capacitar, formar y sensibilizar a la población				■	■	■	■	■	■			
	Feria ambiental												■
Proyecto 2	Gestión de recursos económicos	■	■	■									
	Dotar de basureros de separación de residuos				■	■	■						
	Reubicación de los contenedores						■	■					
	Etiquetado de contenedores								■	■			
Proyecto 3	Gestión de recursos financieros y técnicos	■	■	■									
	Elección del lugar apropiado en el relleno sanitario			■	■								
	Dotación de la planta de compostaje				■	■	■	■					
	Capacitación técnica a funcionarios y operadores.								■	■			
	Realizar un estudio técnico sobre el manejo de la planta.										■	■	
Proyecto 4	Solicitud de apoyo logístico, técnico y de capacitación a instituciones	■	■										
	Convocar a los recicladores independientes			■	■	■	■	■					
	Capacitación sobre gestión y manejo de residuos sólidos							■	■	■			
	Capacitación sobre riesgos laborales y uso de equipos de trabajo									■	■		

Registro Fotográfico

A13. Toma de muestras de residuos sólidos del área urbana de la parroquia Pimampiro.



A14. Lugar de muestreo en el área urbana de la parroquia Pimampiro (Cuerpo de Bomberos Pimampiro).



A15. Muestra de residuos sólidos del área urbana.



A16. Muestra de residuos sólidos clasificada en el lugar de muestreo.



A17. Medio de transporte utilizado.

