UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto de investigación previo a la obtención del título en:

INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA:

"GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA, ECUADOR"

AUTOR:

Alvarado Espinoza Amaybe Janahela

DIRECTOR DE PROYECTO:

Msc. Diéguez Santana Karel

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe, Alvarado Espinoza Amaybe Janahela, con C.I. 2200259212, hace constar que es autora del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA"**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. Karel Diéguez Santana. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 22 días del mes de septiembre del 2020.



Alvarado Espinoza Amaybe Janahela
CI: 2200259212

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA".**



MSc. Billy Daniel Coronel Espinoza

Presidente del Tribunal

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

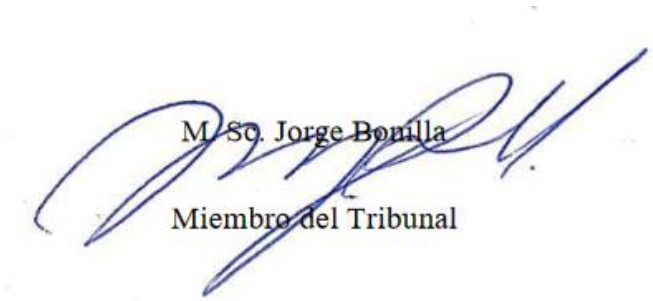
El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA".**



M.Sc. Danilo Pedro Sarabia Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA".**



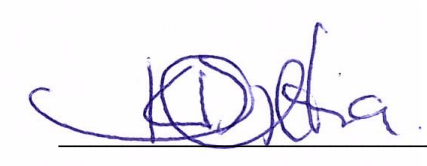
M. Sc. Jorge Bonilla

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

Quien suscribe el presente Msc: Karel Diéguez Santana con CI:1756444129, certifica que el Proyecto de Investigación titulado: "**GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. CASO DE ESTUDIO, CANTÓN PASTAZA, ECUADOR"**, ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 7 %.

En el cantón Pastaza, a los 22 días del mes de septiembre del 2020.



Msc: Karel Diéguez Santana

Director del Proyecto de Investigación

Oficio No. 295-SAU-UEA-2020

Puyo, 22 de septiembre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El proyecto de investigación correspondiente a la egresada ALVARADO ESPINOZA AMAYBE JANAHELA con C.I. 2200259212, con el Tema: **"Gestión de residuos sólidos en países en vías de desarrollo. Caso de estudio, cantón Pastaza, Ecuador.",** de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director del proyecto Ing. Karel Dieguez Santana, M.Sc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 21 de septiembre de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por acompañarme y bendecirme cada día, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por permitirme concluir una meta más en mi vida, llena de aprendizajes y experiencias. A mis queridos padres por todo su esfuerzo, apoyo y confianza depositada en mi a lo largo de este tiempo.

De igual manera hago extensivo el agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica, por enriquecerme de conocimientos y por ser una institución que forma profesionales comprometidos con la sociedad. A el MSc. Diéguez Santana Karel, en calidad de tutor, quien con sus sabios conocimientos y experiencias me guio y ayudó a llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza, por la colaboración brindada a lo largo del desarrollo de la investigación.

Finalmente, quiero hacer efusivo el agradecimiento a mis familiares, amigos y compañeros por su apoyo brindado en todo momento, sin duda en mi mente y corazón quedaran grabadas muchas experiencias y anécdotas compartidas.

Amaybe Janahela Alvarado Espinoza

DEDICATORIA

El presente trabajo de integración curricular está dedicado especialmente a Dios por protegerme y cuidarme en todo momento.

A mis padres: Franco Alvarado y Janneth Espinoza por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, sobre todo por su compresión y paciencia que siempre me brindan; a mis hermanos por el aliento para seguir y no rendirme al cumplir mis sueños.

A mis amistades, quienes pude conocer en el transcurso de este camino, llevaré conmigo los mejores recuerdos compartidos.

Amaybe Janahela Alvarado Espinoza

RESUMEN

La gestión de los residuos sólidos es uno de los principales problemas actuales que enfrentan las ciudades de los países en desarrollo. El siguiente trabajo de investigación presenta un análisis a partir de las estadísticas ambientales, marcos normativos, y la literatura científica de la gestión de los residuos sólidos, con el fin de proponer estrategias de mejoras en las etapas de gestión en un caso de estudio, Cantón Pastaza, Ecuador. La metodología utilizada en esta investigación tiene un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo utilizando como base la investigación bibliográfica. Para dar cumplimiento al objetivo general se llevó a cabo el levantamiento de información primaria y secundaria sobre la gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza. Posteriormente, se desarrolló la evaluación de indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos sobre la gestión integral de los residuos sólidos. A partir de este análisis se determinó que, en los últimos cinco años, existe un ligero incremento de la producción per-cápita de residuos sólidos (fluctúa desde 0.74-0.76 kg/hab/día), y el promedio de la cantidad de residuos sólidos recolectados en el cantón es de 36.89 ton/día, de los cuales (16.97 ton/día) son orgánicos y (19.92 ton/día) inorgánicos. Finalmente, se propusieron estrategias de mejoras en las etapas de gestión de los residuos sólidos que se encontraron deficientes y requieren de atención inmediata, con la finalidad lograr una gestión ambientalmente adecuada.

Palabras claves: Gestión, generación, residuos, servicio, indicadores

ABSTRACT

Solid waste management is one of the main problems that cities in developed countries. are currently facing. This research presents an analysis based on environmental statistics, regulatory frameworks, and the scientific literature on solid waste management to propose strategies for improving solid waste treatment. Taking into consideration a study case in the Canton Pastaza, Ecuador this study uses qualitative, exploratory and descriptive approach as well as bibliographic research as the basis. To comply with the general objective the collection of primary and secondary information on solid waste management in the Pastaza canton was carried out. Subsequently the evaluation of technical, environmental and socioeconomic indicators on the integral management of solid waste was developed. From this analysis, it was determined that in the last five years there has been a slight increase in the per-capita production of solid waste (fluctuates from 0.74-0.76kg/hab/day), and the average amount of solid waste collected in the canton is 36.89 ton/day, of which (16.97 ton/day) are organic and (19.92 ton/day) inorganic. Finally, strategies for improvements in the solid waste management stages that were found to be deficient were proposed because it requires immediate attention to achieve environmentally adequate management.

Keywords: Management, generation, waste, service, indicators

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 1

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2. OBJETIVOS 3
1.2.1. Objetivo General 3
1.2.2. Objetivos Específicos 3
1.3. JUSTIFICACIÓN 4

CAPÍTULO 2 6

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 6
2.1. RESIDUOS SÓLIDOS 6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS 6
2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS 6
2.3.1. Clasificación de los residuos según su riesgo 6
2.3.2. Clasificación de los residuos según su origen 7
2.3.3. Clasificación de los residuos según su composición química. 8
2.3.4. Por su utilidad o punto de vista económico. 8
2.4. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 8
2.5. PRODUCCIÓN PER CÁPITA (PPC) 9
2.6. RECICLAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS 9
2.7. INDICADORES 9
2.8. MARCO LEGAL 10
2.8.1. Constitución de la República del Ecuador 10
2.8.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) 10
2.8.3. Código Orgánico del Ambiente (CODA) 10
2.8.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), ... 12
2.8.5. Acuerdos Ministeriales 15
2.8.6. Ordenanza para la gestión integral de residuos sólidos del cantón Pastaza. 15

CAPÍTULO 3 16

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 16
3.1. LOCALIZACIÓN 16

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 16
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 16
CAPÍTULO 4 19
4. RESULTADOS 19
4.1. INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA RECOPILADA DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN PASTAZA. 19
4.1.1. Generación de Residuos Sólidos 19
4.1.2. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos 20
4.1.3. Barrido de Calles 21
4.1.4. Aprovechamiento 22
4.1.5. Disposición Final 23
4.1.6. Educación Ambiental 24
4.1.7. Gastos y Presupuesto Económico de la Gestión de los Residuos Sólidos 24
4.2. INDICADORES TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS PARA EVALUAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PASTAZA 25
4.3. MEJORAS EN LAS ETAPAS DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN PASTAZA, ECUADOR. 33
CONCLUSIONES 35
RECOMENDACIONES 36
5. BIBLIOGRAFÍA 37

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Generación de residuos sólidos.....19
Tabla 2. Residuos Sólidos Recolectados 21
Tabla 3. Barrido de calles 21
Tabla 4. Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos.....22
Tabla 5. Composición de los Residuos Sólidos Inorgánicos 23
Tabla 6. Cantidad de Residuos Sólidos a Disposición Final 23
Tabla 7. Eventos de Educación Ambiental.....24
Tabla 8. Gasto y Presupuesto Económico de la Gestión de los Residuos Sólidos, expresado en dólares de Estados Unidos 25
Tabla 9. Indicadores aplicables a las condiciones del Cantón Pastaza 27
Tabla 10. Resumen de resultados de los indicadores de referencia del sistema de gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza. 30

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La gestión inadecuada de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los mayores problemas no solo medioambientales, sino también de salud y económicos en todo el mundo. Cada año, se generan entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos incluyendo urbanos, industriales, de construcción y demolición; alrededor de 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones controladas de una adecuada gestión de residuos.

En los países en vías de desarrollo la generación de residuos sólidos ha aumentado constantemente a lo largo de los últimos años y la composición tiene características similares, la cantidad exacta varía entre los diferentes países según el nivel de vida promedio y diversos factores climáticos, culturales, industriales, de infraestructura y legales. No obstante, existen por esta misma razón motivos para focalizar esfuerzos en la mejora de la gestión de los residuos e incidir positivamente en las condiciones higiénicas y, por lo tanto, en mejorar el nivel de vida de las personas (Sharma & Jain, 2019),

En Ecuador, según estadísticas ambientales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), cada habitante genera diariamente alrededor de 0.58 kilogramos de residuos sólidos, y en el año 2016, la recolección fue 12 mil 897.98 toneladas diarias de residuos sólidos. De ellos el 58.5 % son residuos orgánicos y el 41.5 % de residuos inorgánicos (INEC, 2016). Mientras, solamente el 43% de municipios del Ecuador dispone sus residuos sólidos en relleno sanitario; un 36%, en botaderos; y, el 21%, en celda emergente (INEC, Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos, 2017). Por su parte, la generación de las zonas rurales es inferior, pues un ciudadano genera 0.35 kg de basura por día, pero existen menores facilidades para depositarlo en los rellenos sanitarios (CNC, 2019).

En la región Amazónica, Provincia de Pastaza, cantón Pastaza, se produce gran cantidad de residuos sólidos por el acelerado proceso de urbanización seguido durante las últimas décadas, así como el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo de las sociedades modernas, que han originado la explotación sin límites de valiosos recursos naturales y un considerable incremento en la generación de residuos, los cuales solo se

recolectan y se transportan al relleno sanitario municipal, lo cual es una de las principales causas de contaminación y deterioro del medio ambiente (contaminación del aire, suelo y agua) (Colomer & Gallardo, 2007).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción diaria de residuos sólidos ha excedido la capacidad de manejo de los municipios y los organismos locales urbanos, especialmente en los países en vías de desarrollo. Estos han sido los más afectados por el aumento de la población, el acelerado proceso de urbanización, la creciente industrialización y el desarrollo económico, pues generalmente, no se realiza una adecuada gestión de los residuos sólidos (Valizadeh & Hakimian, 2019), lo que conduce a efectos adversos para la salud, el medio ambiente, la estética y la economía (Mohammadi, Jämsä-Jounela, & Harjunkoski, 2019).

Por lo regular, el cuidado del medio ambiente se ha convertido en una de las prioridades para toda sociedad que busca su crecimiento y desarrollo. En Ecuador, la gestión de los residuos sólidos, es un tema que ha adquirido un gran valor en los últimos años, es por ello que, para impulsar la gestión en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, el Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente creó el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDs), con la finalidad de optimizar los procedimientos y tratamientos desde la generación hasta su disposición final.

Por otra parte, las provincias amazónicas ecuatorianas, han crecido demográficamente, y por ende han incrementado la generación de residuos. En el Cantón Pastaza, se producen grandes cantidades de residuos, producto de actividades antropogénicas, los cuales solo se recolectan y se transportan al relleno sanitario municipal, siendo una de las principales causas de contaminación y deterioro del medio ambiente.

A partir del análisis de la situación actual sobre la gestión de los residuos sólidos que desempeñan los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en países en vías de desarrollo, especialmente en Ecuador, en el cantón Pastaza, se desean proponer estrategias de mejoras, a partir del empleo de indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos, qué permitan evaluar los modelos de gestión y determinar mecanismos de acción; posibilitando un cambio de actitud positiva frente a la conservación del medio ambiente.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Analizar los principales elementos de la gestión de los residuos sólidos en los países en vías de desarrollo, para proponer estrategias de mejora en el caso de estudio, Cantón Pastaza, Ecuador.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información primaria y secundaria relacionada con la gestión de los residuos sólidos en el Cantón Pastaza.
- Seleccionar indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos que sean aplicables a las condiciones del Cantón Pastaza, como herramienta de evaluación de la gestión de residuos sólidos.
- Proponer mejoras en las etapas de gestión de los residuos sólidos de países en vías de desarrollo, específicamente a las condiciones del Cantón Pastaza, Ecuador.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento económico y demográfico de los países han incrementado la tasa de generación de residuos sólidos, y ha creado una nueva amenaza para la agenda global de sostenibilidad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Ayeleru, Okonta, & Ntuli, 2018). En América Latina y el Caribe, pues en el 2014 se generaban diariamente 541,000 t/día (de ellos, 145,000 t/día de residuos a basurales) y se estima para el año 2050, que las cifras lleguen a las 671.000 t/día. La tasa promedio de generación actual de la región es de 1.04 kg/hab.-día, alrededor de 40 millones de personas carecen de acceso a la recolección de residuos y el 50% de los residuos urbanos generados son orgánicos (Environment, 2018).

Las partes interesadas en la gestión adecuada de residuos sólidos son principalmente los gobiernos locales, municipales, nacional, empresas y contratistas privados de las ciudades, las organizaciones no gubernamentales, los hogares, y las empresas de reciclaje (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013). Sin embargo, requieren de herramientas que les permitan determinar eficiencia tanto de la perspectiva sanitaria-ambiental como económica y así tomar las decisiones más apropiadas para el mejoramiento del servicio.

En Ecuador, para fomentar el establecimiento de mecanismos exitosos, sostenibles y eficientes de la gestión de residuos sólidos, existen políticas públicas y normativas desde la constitución, los códigos orgánicos, los reglamentos y las normas técnicas, con variados aspectos reguladores para proteger el medio ambiente (Diéguez-Santana, Sarduy-Pereira, Decker, Arteaga-Pérez, & Casas-Ledón, 2020), aunque al igual que en otros países en vías de desarrollo, la implementación en la práctica es inadecuada en muchos lugares, donde los servicios de recolección de residuos simplemente no están disponibles para todos los ciudadanos (Rodić & Wilson, 2017).

En el caso de estudio de la Amazonía Ecuatoriana, Cantón Pastaza, el sector domiciliario, esta como primer eslabón en la cadena de consumo. La mejor forma de resolver la inadecuada gestión de los residuos sólidos de una comunidad es utilizando un sistema integrado, empleando una combinación de técnicas y programas de manejo, en el cual pueda hacerse un seguimiento y control de su funcionamiento, para ello surge la elaboración y uso de indicadores que permiten el mejoramiento de la calidad del servicio que se proporciona.

Los indicadores son herramientas muy útiles para la toma de decisiones, además de permitir comparaciones más adecuadas entre servicios similares teniendo en cuenta la calidad del servicio prestado y las características de la población, la misma que estará involucrada y podrá beneficiarse del análisis realizado dentro de la investigación sobre la gestión de los residuos sólidos, en virtud de la medición de todos los parámetros e indicadores existentes, lo cual le otorga a la población de la provincia de Pastaza una visión integral del campo de acción para la adecuada toma de decisiones en el corto y largo plazo.

El presente proyecto de investigación pretende realizar un análisis a partir de las estadísticas nacionales, provinciales y cantonales, marcos normativos, y la literatura científica indexada, de la gestión de los residuos sólidos, con el fin de proponer futuras métricas o indicadores adecuados para mejorar los modelos de gestión en países en vías de desarrollo, entre ellos para Ecuador, según dificultades que no sean frecuentes en otras regiones y si sean identificadas en la Amazonia Ecuatoriana, considerando como caso de estudio al Cantón Pastaza.

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Según (Castrillón & Puerta, 2004) los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre y se han producido desde los albores de la humanidad, los que comúnmente son sólidos y que se desechan como inútiles o no requeridos. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial. Existen muchas categorías de Residuos Sólidos como Residuos Sólidos Municipales, desechos comerciales, desechos institucionales, desechos de barrido de calles, desechos industriales, desechos de construcción y demolición y desechos de saneamiento.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS

Es importante determinar ciertas características de los residuos sólidos para los procesos y/o tratamiento a la que pueden ser sometidos:

- Humedad
- Densidad
- Poder calorífico

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Hay diversas formas para clasificar los residuos, en función de su peligrosidad, según su origen, su composición química, su utilidad o punto de vista económico.

2.3.1. Clasificación de los residuos según su riesgo

- **Residuos Peligrosos**

Residuos que, por sus características tóxicas o peligrosas, o debido a su grado de concentración, requieren un tratamiento específico y un control periódico de sus efectos nocivos potenciales.

- **Residuos Inertes**

Residuos que, una vez depositados en un vertedero, no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas y cumplen con los criterios de lixiviación determinados por reglamento (Bonmatí & Gabarrell, 2008).

- **Residuos No Inertes**

Características tales como inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad.

2.3.2. Clasificación de los residuos según su origen

La clasificación según el origen de los residuos se puede realizar de manera genérica en grandes grupos, como pueden ser: residuos domiciliarios, residuos municipales, residuos industriales, residuos ganaderos, residuos de construcción, residuos hospitalarios.

- **Residuos domiciliarios**

Son los que de acuerdo a su origen se clasifican en los siguientes tipos: domiciliarios, comerciales, de mercados, institucionales, de vía pública, de sitios de reunión pública, y de parques y jardines (Rischmagui, 2017).

- **Residuos municipales**

Son una masa heterogénea compuesta de los desechos provenientes de las viviendas, el comercio, la industria (pequeña industria y artesanía) e instituciones y los desechos resultantes del barrio de vías y áreas públicas, cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales

- **Residuos industriales**

Son todos aquellos generados en los procesos productivos de la industria y del comercio en general y que por sus características, composición y volumen no son asimilables a residuos domésticos (Rischmagui, 2017).

- **Residuos de construcción**

De origen pétreo y cerámico (aproximadamente el 75%) con una presencia importante de otros materiales. En la fracción pétrea (los escombros) se encuentran fundamentalmente restos de hormigón y cerámicos procedentes de recortes o materiales rotos (Santos, Delgado, & Martínez, 2011).

- **Residuos Hospitalarios**

Son generados por la atención médica que recibe la ciudadanía y resultan del área de curaciones, hospitalización, medicina general y también de los laboratorios, este grupo se divide en tres categorías.

- Residuos infecciosos: son aquellos residuos que contienen material biológico y fluidos; como gasas, jeringas y también tejidos resultantes de operaciones que contienen patógenos que causan enfermedades cuando se ponen en contacto con estos residuos.
- Residuos especiales: son aquellos que presentan características de corrosividad, toxicidad, inflamación, explosividad, por ejemplo, residuos químicos y peligrosos; residuos farmacéuticos, residuos radiactivos.
- Residuos comunes: resultan de las actividades administrativas y no se consideran como peligrosos, sus características son asimilables a los residuos domésticos comunes,

dentro de estos se incluye papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de la preparación de alimentos y desechos de la limpieza, entre otros (Martínez et al., 2005).

2.3.3. Clasificación de los residuos según su composición química.

- **Orgánicos**

Todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

- **Inorgánicos**

Todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, entre otros.

2.3.4. Por su utilidad o punto de vista económico.

- **Reciclables:** son los productos que se utilizan como materia prima para la fabricación de nuevos productos.
- **No reciclables:** por las características que presentan ciertos productos como lo es la radiactividad no se pueden utilizar como materia prima, esto también se debe a que no se cuenta con las tecnologías necesarias para la reutilización de todos los materiales que son asimilables a los residuos sólidos urbanos (RSU).

2.4. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La Gestión Integral de los Residuos Sólidos se conciben como un conjunto de operaciones y disposiciones técnicas, comunitarias y de políticas encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Internacional-Avina, 2012).

Para diseñar y dimensionar un sistema integrado de gestión para una determinada zona es necesario conocer algunos factores: cantidad y tipo de residuos, estacionalidad de la población, vías de comunicación y recursos económicos disponibles; con estos datos se puede confeccionar un sistema integrado de gestión de residuos sólidos que engloba todas las actividades comprendidas desde los puntos de generación hasta los lugares de eliminación, reciclaje, recuperación o valoración buscando siempre la combinación más adecuada para las condiciones que tenemos. Se puede dividir en seis elementos funcionales: generación de residuos,

pre-recogida, recogida, transferencia y transporte, tratamiento y disposición final (Colomer & Gallardo, 2007).

2.5. PRODUCCIÓN PER CÁPITA (PPC)

La producción per-cápita y la composición de residuos no es generalizable. Estas no dependen únicamente del número de habitantes de una población, sino que se ve afectada por aspectos económicos, políticos y sociales, como es el ingreso per-cápita, cultura, hábitos de consumo, conciencia ambiental, nivel de desarrollo, entre otros. Por esta razón se puede esperar que la producción per-cápita entre un país desarrollado y uno en vías de desarrollo difiera significativamente (Taboada, Aguilar, & Ojeda, 2011).

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas. La estimación de las cantidades generadas de RSU, normalmente se basa en la cantidad de residuos producidos por una persona por día. Esta producción específica o per cápita, en la mayoría de los casos no refleja la cantidad de residuos generada, sino la cantidad de residuos recolectada (Zafra, 2009).

2.6. RECICLAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Son todos aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias, las cuales mediante un tratamiento los utilizan como materia prima, reintegrándolos posteriormente al ciclo de consumo. El reciclaje se considera como una opción viable para innovar y emprender nuevas formas de producción alternativas, fomentando su reutilización, creando y fortaleciendo una conciencia de manejo adecuado de desechos y especial cuidado del ecosistema (Sanmartín Ramón, Zhigue Luna, & Alaña Castillo, 2017).

2.7. INDICADORES

Un indicador es un parámetro que señala, proporciona información y describe el estado de un fenómeno, entorno, área, con una importancia que se extiende más allá de la asociada directamente con un valor de parámetro, el cual sirve para sintetizar información relevante sobre fenómenos complejos (función descriptiva) y para tomar decisiones (cuando se compara con un punto de referencia) o medir el cumplimiento de objetivos (función evaluativa).

Existen diversas clases de indicadores: los de cumplimiento (nos mostrarán lo está en proceso de investigación), de efecto (miden el cumplimiento de objetivos) y de impacto (mide cumplimiento de objetivos generales) (Ucha, 2013).

2.8. MARCO LEGAL

2.8.1. Constitución de la República del Ecuador

Art 14.- La Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art 264.- Establece como competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

2.8.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Art 55.- Establece las competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales; siendo la de interés en nuestro tema establecido en el literal:

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art 137.- En concordancia con la Constitución, señala que "Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas" (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

2.8.3. Código Orgánico del Ambiente (CODA)

Art 23.- Designa al Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional atribuyéndole la rectoría, planificación, regulación y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Art 27.- Trata sobre las atribuciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y establece que en el marco de sus competencias ambientales, exclusivas y concurrentes los municipios, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los gobiernos autónomos descentralizados provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional, deben

elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos; así como generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos.

Art 225.- Se determinan las políticas públicas generales de la gestión integral de los residuos y desechos y establece la obligatoriedad de su cumplimiento.

1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente;
2. La responsabilidad extendida del productor o importador;
3. La minimización de riesgos sanitarios y ambientales, así como fitosanitarios y zoosanitarios;
4. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;
5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;
6. El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana;
7. El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, en todas las fases de la gestión integral de los residuos o desechos;
8. La aplicación del principio de responsabilidad compartida, que incluye la internalización de costos, derecho a la información e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique;
9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;
10. La sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y desechos entre todos los sectores;
11. La jerarquización en la gestión de residuos y desechos; y,
12. Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.
13. Uno de los principios importantes que reconoce el CODA es la responsabilidad extendida de los productores sobre la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales, en todo su ciclo a lo que establece “La Autoridad Ambiental

Nacional, a través de la normativa técnica correspondiente, determinará los productos sujetos a Responsabilidad Extendida del Productor (REP), las metas y los lineamientos para la presentación del programa de gestión integral (PGI) de los residuos y desechos originados a partir del uso o consumo de los productos regulados. Estos programas serán aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional" (CODA, Art 233).

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

a. Corrección en la fuente: Adoptar todas las medidas pertinentes para evitar, minimizar, mitigar y corregir los impactos ambientales desde el origen del proceso productivo, así como para prevenir los impactos en la salud pública.
b. Minimización en la fuente: La generación de residuos y/o desechos debe ser prevenida prioritariamente en la fuente y en cualquier actividad. Se adoptarán las medidas e implementarán las restricciones necesarias para minimizar la cantidad de residuos y desechos que se generan en el país.
c. Responsabilidad común pero diferenciada: Cada actor de la cadena de producción y comercialización de un bien, tendrá responsabilidad en la gestión de residuos y desechos de acuerdo a su alcance.
d. De la cuna a la cuna: Procurar la calidad, ecodiseño y fabricación de productos con características que favorezcan el aprovechamiento y minimización de la generación de residuos y desechos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular.
e. Consumo de bienes y servicios con responsabilidad ambiental y social: Implementar patrones de consumo y producción sostenible para proteger al ambiente, mejorar la calidad de vida, lograr el desarrollo sostenible y el buen vivir (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

2.8.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA),

En el Acuerdo Ministerial No. 061, publicado en el Registro Oficial el lunes 04 de mayo de 2015, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), conforme al:

Art 47.- El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y de interés público la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos en el país, esto implica una responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad para que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales en todos los ámbitos de gestión.

Art 55.- Describe a la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, como "La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final. Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

Una gestión apropiada de residuos contribuye a la disminución de los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas de manejo de éstos".

Art 57.- Se establecen las Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales: Garantizarán el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración o mediante contratos con empresas públicas o privadas; promoviendo la minimización en la generación de residuos y/o desechos sólidos, la separación en la fuente, procedimientos adecuados para barrido y recolección, transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y/o transferencia; fomentar su aprovechamiento, dar adecuado tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente a un ciclo de vida productivo; además dar seguimiento para que los residuos peligrosos y/o especiales sean dispuestos, luego de su tratamiento, bajo parámetros que garanticen la sanidad y preservación del ambiente.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán:

a) Elaborar e implementar un Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos en concordancia con las políticas nacionales y al Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
b) Promover y coordinar con las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y empresas privadas, la implementación de programas educativos en el área de su competencia, para fomentar la cultura de minimización de generación de residuos, separación en la fuente, recolección diferenciada, limpieza de los espacios públicos, reciclaje y gestión integral de residuos.

c) Garantizar que en su territorio se provea un servicio de recolección de residuos, barrido y limpieza de aceras, vías, cunetas, acequias, alcantarillas, vías y espacios públicos, de manera periódica, eficiente y segura para todos los habitantes.
d) 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.
e) Elaborar ordenanzas para el manejo de residuos y/o desechos sólidos, las mismas que deberán ser concordantes con la política y normativa ambiental nacional, para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y de los residuos que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.
f) 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, en todas sus fases en las áreas urbanas, así como en las parroquias rurales.
g) Eliminar los botaderos a cielo abierto existentes en el cantón en el plazo establecido por la autoridad ambiental, mediante cierres técnicos avalados por la Autoridad Ambiental competente.
h) Realizar la gestión integral de los residuos sólidos y/o desechos no peligrosos, asegurando el fortalecimiento de la infraestructura necesaria para brindar dichos servicios. Además de implementar tecnologías adecuadas a los intereses locales, condiciones económicas y sociales imperantes.
i) Reportar anualmente y llevar un registro de indicadores de técnicos, ambientales, sociales y financieros, de la prestación del servicio de la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos del cantón y reportarlos a la Autoridad Ambiental Nacional a través de los instrumentos que esta determine.
j) Garantizar una adecuada disposición final de los residuos y/o desechos generados en el área de su competencia, en sitios con condiciones técnicamente adecuadas y que cuenten con la viabilidad técnica otorgada por la Autoridad Ambiental competente, únicamente se dispondrán los desechos sólidos no

peligrosos, cuando su tratamiento, aprovechamiento o minimización no sea factible.

k) Deberán determinar en sus Planes de Ordenamiento Territorial los sitios previstos para disposición final de residuos y/o desechos no peligrosos, así como los sitios para acopio y/o transferencia de ser el caso.

l) Promover alianzas estratégicas para la conformación de mancomunidades con otros municipios para la gestión integral de los residuos sólidos, con el fin de minimizar los impactos ambientales, y promover economías de escala (Ministerio del Ambiente, 2017).

2.8.5. Acuerdos Ministeriales

Acuerdo Ministerial 031.- Para los procesos de cierre técnico y saneamiento de botaderos de los desechos sólidos y viabilidad técnica

Acuerdos Ministeriales 026, 142 y 161.- Para los procesos de tratamiento de desechos peligrosos.

2.8.6. Ordenanza para la gestión integral de residuos sólidos del cantón Pastaza.

Capitulo III: Competencias del GADM de Pastaza

Capitulo IV: Principios que rigen el sistema de gestión integral de residuos sólidos

Capítulo VI: Clasificación de los residuos sólidos

Capitulo VII: Separación, clasificación y almacenamiento

Capitulo IX: Recolección y transporte de residuos o desechos sólidos no peligrosos

Capitulo X: Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos

Capítulo XI: Disposición final de los residuos o desechos sólidos no peligrosos

Capitulo XII: Manejo de restos de demolición, excavaciones, desalojos de tierras

Capitulo XIII: Recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos peligrosos.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en el cantón Pastaza (el más extenso del país 19.727 km²), perteneciente a la provincia de Pastaza. La población según el censo de Población y Vivienda del año 2010, es de: 62.016 habitantes (INEC, 2010). La ciudad del Puyo es la capital y se encuentra ubicada aproximadamente a los 950m sobre el nivel del mar, entre 01°30´ Latitud Sur y 77°57´ Longitud Oeste. Está conectado con dos contrastes de ambientes, los lados noreste, este y sureste son influenciados por la selva tropical del Amazonas, mientras que el noroeste, oeste y el suroeste interactúa con un cinturón volcánico (Millán, Kalauzi, Llerena, Sucoshañay, & Piedra, 2009). El clima es tropical húmedo, las temperaturas oscilan entre los 17° C y 24° C. Entre los ríos más importantes están: Puyo, el Pindo Grande; el Pindo Chico, el Pambay, el Sandalias y el estero La Talanga.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación se planteó una metodología con enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo utilizando como base la investigación bibliográfica; con la finalidad de recopilar la información necesaria para analizar la gestión actual de los residuos sólidos en países en vías de desarrollo y proponer estrategias de mejoras en el caso de estudio, Cantón Pastaza, Ecuador.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Como fue mencionado anteriormente, en este estudio se utilizó un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, basado en la revisión de una muestra de documentos y normas pertinentes sobre la gestión de residuos sólidos en Ecuador. Seguidamente se realizó un análisis de los diferentes indicadores de desempeño de los sistemas de gestión de residuos sólidos en países en vías de desarrollo, y como pueden ser aplicables a las condiciones reales de Ecuador. Para ello, se revisó las estadísticas del sector, regularizaciones y políticas nacionales de los Residuos Sólidos. El mismo que contribuyó en la discusión académica sobre los indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos de los sistemas de gestión, como criterios de evaluación. Estos son los siguientes procedimientos que se siguieron por cada etapa del proyecto:

Recopilación de información primaria y secundaria relacionada con la gestión de los residuos sólidos en el Cantón Pastaza: En esta primera parte del estudio, se realizó una recopilación de datos estadísticos de la gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza. Para obtener esta información, primeramente, se realizó un oficio dirigido al alcalde del Cantón para su autorización correspondiente y apertura para el desarrollo de este estudio, se procedió al acceso de información en la Dirección de Servicios Municipales y Sociales, mediante entrevistas virtuales a técnicos encargados del control y manejo de la unidad de residuos sólidos. En este caso, se revisaron los registros históricos de los últimos 5 años de los residuos no peligrosos, y se complementó con estadísticas disponibles del Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC), Ministerio del Ambiente (MAE), Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), y otros documentos publicados. Para ello se agrupó información como: Generación de residuos sólidos generados, Recolección y Transporte de residuos, Composición, Evolución del grado de cobertura de barrido de calles, Aprovechamiento de residuos sólidos Orgánicos e Inorgánicos, Disposición final en el relleno sanitario, Reciclaje, Número de eventos de conciencia ambiental, Gastos y Presupuesto económico destinado a la gestión de residuos sólidos, entre otras.

Selección de indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos aplicables a las condiciones de países en vías de desarrollo: En este punto del trabajo se realizó una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en países en vías en desarrollo de la región, indicadores aplicables a los mismos, específicamente a Ecuador. Para ello, la búsqueda de la información se realizó en literatura revisada por expertos e indexada, se definió términos de búsqueda en inglés y con operadores booleanos " Y "indicador" O "índice", según los términos de búsqueda específicos. Se priorizaron los artículos publicados por editoriales académicas de gran prestigio como ScienceDirect, Taylor & Francis, Springer, Emerald Insight, Wiley Online Library, etc. Los principales términos que se incluyeron fueron: “solid waste management”, “developing countries”, “social”, “economic”, “technical’’, “environmental”, “indicator”. Los artículos recuperados fueron revisados por relevancia. En base al número de documentos encontrados, se depuró con restricciones de años (documentos más actuales), y con otros términos más específicos, aplicados a la región. Por ejemplo: “Latín América”.

Una vez agrupados los indicadores, se procedió a definir cuáles pueden ser evaluados y constatados con la información primaria obtenida de la primera sección de la investigación. De igual manera, se identificó las principales cualidades que debe lograr este conjunto de indicadores para permitir su posible estandarización.

Propuestas de mejoras en las etapas de gestión de los residuos sólidos, caso de estudio, Cantón Pastaza, Ecuador: Como tercer y último aspecto de la presente investigación, se realizó una propuesta de mejoras a la gestión actual de los residuos sólidos del cantón Pastaza, como instrumento para la toma de decisiones. Esta información se obtuvo a partir de los resultados obtenidos de los indicadores de los residuos sólidos. Se identificaron las fortalezas y debilidades de la gestión de residuos sólidos en el cantón. Se realizaron comparaciones con la bibliografía consultada de otros países en vías de desarrollo y se propusieron mejoras en cada una de las etapas de la gestión actual de residuos sólidos, haciendo hincapié en el marco normativo, experiencias internacionales y en el funcionamiento en las condiciones reales (según el registro histórico). También se abordaron perspectivas futuras a considerar para potenciar la gestión actual en el cantón Pastaza.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Información primaria y secundaria recopilada de la gestión de los residuos sólidos en el Cantón Pastaza.

Se realizó la recopilación de datos estadísticos sobre la gestión de residuos sólidos, en la Dirección de Servicios Municipales y Sociales del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza, oficina encargada de la gestión de los residuos dentro del cantón, previa autorización del director Ing. Jimmy Garcés y mediante una entrevista virtual al técnico encargado de Residuos Sólidos, el Ing. Elvis López. Este departamento lleva la competencia de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos. El estudio se centró en los residuos sólidos no peligrosos.

El cantón Pastaza cuenta con 14 parroquias, representa el 67.2% del territorio de la provincia de Pastaza (aproximadamente 19.9 mil km^2). La población, según el último censo en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) es de 62,016 habitantes; de los cuales, el 49.86% de sexo masculino y el 50.14% de sexo femenino; así mismo el 54.1% de población representa el área Urbana y el 45.9% el área Rural (INEC, 2010).

4.1.1. Generación de Residuos Sólidos

De la población total que tiene el cantón Pastaza, se tomó el total de la población que cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos. La tabla 1 muestra la población que recibe el servicio y la generación de residuos sólidos en los últimos cinco años (período 2015-2019).

Tabla 1. Generación de residuos sólidos

Año	Población servida	Generación (kg/hab/día)
2015	41499	0.74
2016	42705	0.75
2017	43845	0.75
2018	44946	0.76
2019	46006	0.76

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, existe un ligero incremento de la generación per-cápita de residuos sólidos con relación a la población servida anualmente (fluctúa desde 0.74-

0.76), esto ratifica que en general la generación por habitante tiende a aumentar con el tiempo a raíz de que las ciudades incrementan su desarrollo.

4.1.2. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos

Según varios archivos facilitados y de acuerdo a la información proporcionada por el departamento de Servicios Municipales y Sociales del GAD Municipal del cantón Pastaza, el servicio de recolección de forma general, cubre un 90% la parroquia Puyo, así como también destina días para el servicio de recolección en barrios rurales, cabe recalcar que el servicio de recolección como barrido de calles lo realiza en su totalidad el GAD Municipal del cantón Pastaza de lunes a domingo.

El equipamiento y maquinaria con que cuenta la Dirección de Servicios Municipales y Sociales para el manejo de los residuos sólidos en el cantón Pastaza es el siguiente:

- 5 recolectores de carga posterior compactadores, los cuales abastecen al 100% la recolección de residuos en la ciudad y tienen una capacidad de 13.5 toneladas.
- 1 volquete que se encarga de la recolección de bagazo de caña en el centro agrícola de Puyo.
- 1 excavadora contratada la cual está destinada para la movilización de los residuos, material de cobertura y compactación.
- 1 furgón para recolección de desechos peligrosos hospitalarios.
- 1 recolector de carga lateral.

La tabla 2 a continuación presenta que respecto al servicio de recolección se emplean 6 horas diarias de labor, en cuanto a las rutas recorridas por día del año 2015 al 2019 se ha incrementado 2 más con la finalidad de brindar un mejor servicio a la sociedad y por último, la cobertura de recolección, seno mantiene en un 90%, cabe recalcar que el gobierno ha intentado en los últimos años aumentar la cobertura, pero muchas de las zonas se encuentran un poco distante y con dificultad de vías de acceso, eso impide realizar dicha actividad, además se considera que en algunas parroquias el servicio no puede realizarse diariamente, por tanto incide también en el % de cobertura del cantón Pastaza y del sistema de gestión de residuos sólidos.

Tabla 2. Residuos Sólidos Recolectados

Año	Horas diarias de labor en la recolección	Recolectados (ton/día)	Total, Recolectado (ton/año)	Cobertura Recolección (% - ton)	Total, rutas recorridas por día	Total, kilómetros recorridos al año
2015	6	34.59	12,452.40	90%	6	16184
2016	6	35.78	12,880.80	90%	6	17760
2017	6	36.92	13,291.20	90%	6	19296
2018	6	38.03	13,690.80	90%	7	22128
2019	6	39.12	14,083.20	90%	8	23040

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

4.1.3. Barrido de Calles

El servicio de barrido de calles lo efectúa la Dirección de Servicios Municipales y Sociales del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza, el cual es de tipo manual y se lo realiza únicamente en las calles adoquinadas y asfaltadas pertenecientes a la cabecera cantonal en sectores preestablecidos de la zona urbana (barrios con mayor generación de residuos sólidos en las calles), mientras que en la zona rural no se realiza. Trabajan cuadrillas de jornaleros de sexo femenino y masculino; la técnica que aplican consiste en ir barriendo los dos lados de la calle, en algunos casos con palas de recolección y en otros tachos móviles de barrido, los cuales son vaciados en fundas plásticas y colocados en sitios determinados, para posteriormente ser llevados a su disposición final dentro del relleno sanitario. La frecuencia del servicio de barrido es diaria, de domingo a domingo y el horario es de 04H00 a 10H00 y de 14h00 a 17H00.

Tabla 3. Barrido de calles

Año	Longitud de calles barridas manualmente en la zona urbana (km/día)	Rutas de barrido Manual tiene	Jornaleros	Kilómetros barridos por jornalero
2015	30	11	11	2.72
2016	75	13	13	5.76
2017	80	14	14	5.71
2018	96	16	21	4.57
2019	113	11	23	4.91

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

Mediante la información obtenida en la tabla anterior, se puede observar que desde el año 2015 al 2019 se muestra un incremento de 83 kilómetros de longitud de calles barridas manualmente en la zona urbana, así mismo ha aumentado el número de rutas de barrido del año 2014 al 2018,

para en el 2019 se disminuye 5 rutas, esto se debe por despido de personal y costo operacional mayor. Por último, el crecimiento de kilómetros barridos por jornalero anualmente (fluctúa desde 2.72 - 4.91)

4.1.4. Aprovechamiento

En cuanto al aprovechamiento según información obtenida por técnicos de la Dirección de Servicios Municipales y Sociales y varios informes, se conoce que la población del cantón Pastaza no aprovecha los residuos, especialmente los de naturaleza orgánica, son pocas las personas que utilizan como alimento para animales y elaboran compost para sus tierras. Referente a los residuos inorgánicos al igual no reciclan, actualmente en el cantón Pastaza no existe centros de acopio municipales. Sin embargo, hay personas que se trasladan por las callas con un triciclo acondicionado recolectando residuos para reciclarlos y venderlos. Es importante destacar que el municipio de Pastaza años atrás ha facilitado la creación de una asociación de recicladores ‘‘El sol sale para todos’’ los mismos que hoy en día se encuentran laborando dentro del relleno sanitario donde reciclan los residuos que son depositados ahí. En la siguiente tabla 4 podemos observar el total anual de residuos orgánicos e inorgánicos recolectados y dispuestos en el relleno sanitario.

Tabla 4. Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos

Año	Residuos orgánicos recolectados ton/día	Residuos orgánicos recolectados ton/año	Residuos orgánicos compostados ton/año	Residuos inorgánicos recolectados ton/día	Residuos inorgánicos recolectados ton/año
2015	15.92	5,731.2	364.80	18.67	6,721.20
2016	16.46	5,925.6	324	19.32	6,955.20
2017	16.98	6,112.8	373.32	20.46	7,365.60
2018	17.5	6,300	579.84	20.53	7,390.80
2019	18	6,480	4,503.12	21.12	7,603.20

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

Seguidamente se presenta la tabla 5, en dónde se puede encontrar la composición de los residuos sólidos inorgánicos en los últimos 5 años; el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pastaza tiene adecuado un canchón para la asociación de recicladores mencionada anteriormente ‘‘El sol sale para todos’’, dónde realizan las diferentes actividades de reciclajes y está constituida por 13 trabajadores, entre ellos de sexo masculino y femenino.

Tabla 5. Composición de los Residuos Sólidos Inorgánicos

Año	Total Ton/día Papel	Total Ton/día Cartón	Total Ton/día Chatarra	Total Ton/día Botellas plásticas	Total Ton/día Fundas plásticas	Total Ton/día Vidrio	Total Ton/día Textil	Total Ton/día otros
2015	0.26	1.40	0.50	0.70	1.42	0.45	0.14	13.83
2016	0.27	1.45	0.52	0.72	1.47	0.47	0.15	14.31
2017	0.28	1.50	0.54	0.75	1.52	0.48	0.15	14.76
2018	0.29	1.54	0.55	0.77	1.56	0.49	0.16	15.21
2019	0.29	1.58	0.57	0.79	1.61	0.51	0.16	15.65

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

4.1.5. Disposición Final

En la gestión integral de residuos sólidos, la disposición final, segura y confiable de los residuos sólidos es un componente muy importante. Uno de los métodos más conocidos para la disposición de los mismos, es considerado actualmente el relleno sanitario, como la mejor solución técnica, económica y ambiental (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Alejandro, 2016).

El relleno sanitario es una técnica para la disposición final de desechos sólidos urbanos, los cuales son depositados en el suelo y posteriormente compactados y reducidos a menor volumen posible para disminuir el área de ocupación. En el año de 1994 el municipio de Pastaza adquirió el predio donde inicialmente se lo utilizó como botadero a cielo abierto, desde el año 2012 empezó a funcionar como un relleno sanitario, y desde abril del 2014 cuenta con licencia ambiental. Se encuentra ubicado en la provincia y cantón Pastaza, parroquia Puyo en el km 7 de la vía Puyo – Diez de Agosto; dentro de un lote de aproximadamente 45 ha, perteneciente al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza. La Dirección de Servicios Municipales y Sociales son los encargados de dar su respectivo control y seguimiento. La tabla 6 muestra el total de toneladas de residuos sólidos que anualmente van a disposición final.

Tabla 6. Cantidad de Residuos Sólidos a Disposición Final

Año	Cantidad de residuos a disposición final (T/año)
2015	10,800
2016	11,880
2017	12,830.40
2018	13,263.20
2019	14,076

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

4.1.6. Educación Ambiental

La Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pastaza, trabaja por un ambiente sano y saludable, el mismo que promueve a realizar eventos anuales de educación ambiental sobre el manejo de residuos sólidos para aumentar la concienciación y el conocimiento a los ciudadanos de Pastaza.

Tabla 7. Eventos de Educación Ambiental

Año	Número de eventos de educación ambiental
2015	2
2016	2
2017	2
2018	2
2019	2

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

Como se puede reflejar en la tabla anterior, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza realiza un número muy pequeño de eventos sobre educación ambiental hacia la sociedad, teniendo en cuenta que es una actividad muy importante ya que permite la formación y capacitación formal, no formal e informal, basado en el respeto a todas las formas de vida, por el que las personas, individual y colectivamente, toman conciencia y se responsabilizan del ambiente y sus recursos, mediante la adquisición de conocimientos, aptitudes, actitudes, valores y motivaciones que le facilitan comprender las complejas interrelaciones de los aspectos ecológicos, económicos, sociales, políticos, culturales éticos y estéticos que intervienen en el medio ambiente.

4.1.7. Gastos y Presupuesto Económico de la Gestión de los Residuos Sólidos

A continuación, en la tabla 8, se muestra valores en dólares sobre los gastos y el presupuesto económico anual destinado para la gestión de los residuos sólidos del cantón Pastaza. Esta información se logró obtener por medio del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM); es muy importante que la municipalidad documente (y respalde) los costos que considera para definir la tasas que cobra por los servicios de la gestión de los residuos sólidos. En este caso, las tarifas que cobra la municipalidad de Pastaza son: aseo de vías, recolección de basura, disposición final y también se ha incluido la actividad relacionada con

mantenimiento de parques y zonas verdes, porque igualmente son áreas generadoras de residuos que se deben tratar.

Tabla 8. Gasto y Presupuesto Económico de la Gestión de los Residuos Sólidos, expresado en dólares de Estados Unidos

Año	Ingresos mensuales por concepto de tasa de la GIRS	Presupuesto anual del Gad Municipal	Inversión anual en residuos sólidos	Costo total de operación y mantenimiento involucrado en la recolección y transporte de residuos
2015	17000	23365923	250000	312049
2016	16000	26064124.20	159349.84	250000
2017	17449.00	442761840.27	568060.23	87218.00
2018	16848.02	52667698.60	582920.16	87239.00
2019	16898.00	52667698.60	582420.16	85119.00

Fuente: (AME-SNIM, 2015-2019)

Como se puede apreciar los ingresos mensuales por el cobro de la tasa de la GIRS se mantiene entre los $16000 y $17449. En cuanto a la inversión anual estos valores son más variables, pues dependen de actividades específicas, como implementación de celdas de disposición en el relleno sanitario, adquisición de nuevos equipos y camiones recolectores, entre otros. De la misma manera fluctúan los costos de operación y mantenimiento, donde sobresalen los primeros años (2015-2016), donde los costos fueron más elevados, producto de inversiones en la disposición final y otras infraestructuras. Mientras que en el periodo (2017-2019) fluctúan en torno a los $87,000 anuales.

4.2. Indicadores técnicos, ambientales y socioeconómicos para evaluar la gestión de residuos sólidos del Cantón Pastaza.

Los resultados de la búsqueda bibliográfica mostraron una gran cantidad de estudios sobre indicadores de la gestión de los residuos sólidos aplicados en países en vías de desarrollo. En cuanto a los estudios de la región sobresalen principalmente en México, Brasil, Perú, Colombia y Chile, donde aparecen algunos documentos que agrupan información del funcionamiento de sistemas de gestión de residuos sólidos y emplean indicadores para evaluar su funcionamiento.

La información obtenida de la literatura especializada con los términos de búsqueda específicos empleados (“solid waste management”, “developing countries”, “social”, “economic”, “technical’’, “environmental”, “indicator”, Latin America”, fue muy amplia, por ejemplo), los artículos recuperados fueron revisados por relevancia y se restringió a los últimos cinco años. Paes et al. (2020) analizan el del desempeño de la gestión de residuos sólidos, pero con una

herramienta basada en análisis de ciclo de vida (ACV). El enfoque de este documento fue integrar indicadores ambientales y económicos para la gestión de los residuos sólidos de la ciudad de Sorocaba, Brasil, considerado un municipio de tamaño mediano típico de países en desarrollo. Los elementos económicos considerados los costos operativos, las externalidades y el costo social total. Mientras que, los impactos ambientales se analizaron considerando la expansión del sistema, y el compostaje, tratamiento biológico mecánico y reciclaje fueron las mejores opciones futuras planteadas.

Por su parte Deus, Bezerra, & Battistelle (2020), también en Brasil, analizan una serie de indicadores que ayuden a evaluar el impacto ambiental e identificar mejores prácticas de gestión de residuos sólidos urbanos. En este caso, los recicladores son encontrados como actores importantes para la recolección de residuos reciclables. Algunos de estos trabajos presentan enfoques muy interesantes, pero limitaciones como la ausencia de herramientas de evaluación del ciclo de vida, inventario de emisiones de CO_2, estadísticas de consumo energético y otros que no son cuantificadas en los sistemas de gestión de residuos a nivel nacional regularmente, dificultan la incorporación de algunos de estos indicadores.

Sin embargo, recientemente en México, Olay-Romero et al. (2020) propusieron un conjunto básico de indicadores para analizar aspectos técnicos de la limpieza, generación, recolección y disposición final de residuos sólidos, aplicables a los países en vías de desarrollo, los mismos que se pueden calcular con la información disponible en municipios; son indicadores enmarcados en materia de sostenibilidad para mejorar la gestión de residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo. Para verificar su aplicabilidad monitorearon la operación los sistemas de gestión de 66 casos de estudio mexicanos.

En cuanto al tema social este ha sido consultado en Ibáñez-Forés, Bovea, Coutinho-Nobréga, & De Medeiros García (2019), donde específicamente, evaluaron el desempeño social de los sistemas de gestión de residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo, tomando como caso de estudio el sistema de gestión de Joao Pessoa (Brasil). En este trabajo surgieron categorías sociales como la "relación entre los actores de la cadena de valor" y se destaca con gran potencial de mejora los "beneficios laborales". Este sistema llevaba varios años con la implementación de la recolección selectiva de residuos sólidos urbanos, realizada en gran

medida por la colaboración de los recicladores informales, que posteriormente se reorganizaron en asociaciones o cooperativas de recolectores de materiales reciclables.

De estos documentos y de las fuentes nacionales, se agruparon indicadores que se estandarizaron a las condiciones específicas de Ecuador. La tabla 9, muestra los principales indicadores seleccionados que pueden ser aplicables a las condiciones del cantón Pastaza, primeramente, se agruparon desde las principales etapas de la gestión de los residuos sólidos. Una vez agrupados los indicadores, se procedió a definir cuáles pueden ser evaluados y constatados con la información primaria obtenida de la primera sección de la investigación. De igual manera, se identificó las principales cualidades que debe lograr este conjunto de indicadores y por último se colocaron los enfoques sociales, económicos, financieros, normativos, gobernanza y educación ambiental.

Tabla 9. Indicadores aplicables a las condiciones del Cantón Pastaza

Indicador	Unidad de medida	Descripción	Valores de referencia por cada nivel de funcionamiento			Referencia
			Bueno	Regular	Deficiente	
Generación						
Generación de residuos sólidos per cápita.	kg / hab / día.	Cantidad de RS ingresados por año / 365 x Población total	<0.65	0.65-0.87	≥0.87	(AME-INEC, 2018)
Barrido de calles						
Eficiencia de limpieza de calles:	km/trabajador/día	Evalúa la eficiencia diaria promedio en limpieza de calles por empleado.	1.3-1.5	0.8-1.3 o 1.5-2	<0.8 o >2	Olay-Romero et al. (2020)
Recolección						
Cobertura de recolección.	%	Porcentaje de la población atendida por el servicio de recolección	≥90	70-90	<70	Wilson et al. (2015)
Eficiencia en la recolección.	t/h	Relación entre la cantidad de desechos recolectados y la cantidad de horas efectivas de trabajo.	≥0.5	0.2-0.5	< 0.2	(Olay-Romero, y otros, 2020)
Velocidad de operación del equipo de recolección.	km/t	Relaciona los desechos recolectados con la capacidad de los vehículos de recolección y transporte.	80-100	50-80	<50 o >100	(Turcott Cervantes, López Martínez, Cuartas Hernández, & Lobo

						García de Cortázar, 2018)
Eficiencia de la ruta de recolección.	km/t	Muestra la distancia recorrida por los vehículos / Cantidad de residuos de transporte.	≤15	15-30	> 30	(Munizaga Plaza, 2016)
Reciclaje						
Tasa de reciclaje de residuos sólidos.	%	Cantidad de residuos reciclados / Cantidad de residuos generados aprovechables x 100	≥55	17-55	0-16	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019) (Wilson, y otros, 2015)
Tratamiento						
Tasa de aprovechamiento de orgánicos	%	Cantidad de RSU orgánicos compostados, digeridos anaeróbicamente o aprovechado por otros tratamientos / Cantidad de residuos orgánicos totales generados x 100	≥55	17-55	0-16	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019) (Wilson, y otros, 2015)
Cantidad de RSU tratados per cápita	t/hab/día	Cantidad de RSU procesados por día / Cantidad total de población	151	44-151	0-44	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019)
Disposición final						
Tipo de sitio de disposición.	Tipo de sitio	Muestra el nivel de protección ambiental otorgado al sitio de disposición final de RSU.	Relleno sanitario o celda emergente	Botadero controlado	Botadero a cielo abierto	(AME-INEC, 2018)
Residuos sólidos municipales dispuestos en vertederos:	%	Porcentaje de RSU que se eliminan en vertederos con respecto al total de residuos generados	≥90	80-90	<80	(BID, 2016)
Vida útil del sitio de eliminación.	Año	Muestra la relación entre la demanda de eliminación de RSU y la capacidad restante del vertedero.	≥8	5-8	<5	(BID, 2016)

Económico						
Gastos en gestión de residuos per cápita	$ / hab / año	Gastos con gestión de RSU / Población local total	0-17	17-24	>24	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019)
Costo total de la recolección de residuos.	$/hab/año	Costo total de operación y mantenimiento involucrado en la recolección y transporte de residuos / Población atendida	0-3.4	4.8	>4.8	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019)
Financiero o Sostenibilidad financiera						
Grado de sostenibilidad financiera.		Grado en el que el servicio de gestión de residuos sólidos de una ciudad es financieramente sostenible.	Tiene ganancias	No es subsidiado ni tiene ganancias	Es subsidiado	(AME-INEC, 2018) (Wilson, y otros, 2015)
Marco legal						
Grado en que las leyes y / u otros instrumentos legales están vigentes e implementados a nivel nacional o local.		legislación nacional o local vigente que refleje la inclusión y participación tanto del sector público como del privado en la gestión. Existencia de normativas y directrices claras para los contratos de servicios.	Alto cumplimiento (Enuncia la participación sector público/privado en legislaciones N y L)	Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)	Sin cumplimiento No existe	(AME-INEC, 2018) (Wilson, y otros, 2015)
Factores de Gobernanza						
Instituciones sólidas, políticas proactivas		Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Existen y se aplican	A veces se aplica	No existen claramente	(AME-INEC, 2018) (Wilson, y otros, 2015)
Educación ambiental y movilización social						
Realización de eventos municipales/campañas con temática ambiental.	# / año	Número de eventos de conciencia ambiental por año.	>5	1-5	0	(da Silva, Marques Prietto, & Pavan Korf, 2019)

Fuente: Modificado de Olay-Romero et al. (2020); Wilson et al. (2015).

Además, de los rangos de valores de los indicadores mostrados en la tabla anterior, los resultados evaluados, se codificaron por colores usando un sistema de ‘‘semáforos’’, para ayudar con una evaluación visual rápida de los datos tabulados según los criterios planteados

por Wilson et al. (2015). En este caso, el color rojo refleja las áreas de rendimiento que requieren atención inmediata, los valores de los indicadores son bajos o deficientes. Mientras, el color amarillo, muestra los valores regulares, donde pueden considerarse mejoras, pero no son muy preocupantes. Por su parte, el color verde se empleó para indicadores con resultados altos o de buen comportamiento (se consideran que son prácticas adecuadas, según los diferentes criterios empleados).

La siguiente tabla 10 muestra los resultados obtenidos de los 18 indicadores de referencia del sistema de gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza, en la cual se procederá a evaluar según los valores de referencia por cada nivel de funcionamiento, así mismo se codificarán por su respectivo color (verde, amarillo y rojo) para conocer si el sistema de gestión de residuos sólidos en el cantón en bueno, regular o deficiente.

Tabla 10. Resumen de resultados de los indicadores de referencia del sistema de gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza.

Indicador	Unidad de medida	Años				
		2015	2016	2017	2018	2019
		Generación				
Generación de residuos sólidos per cápita.	kg / hab / día.	0.74	0.75	0.75	0.76	0.76
		Barrido de calles				
Eficiencia de limpieza de calles:	km/trabajador/d	2.72	5.76	5.71	4.57	4.91
		Recolección				
Cobertura de recolección.	%	90%	90%	90%	90%	90%
Eficiencia en la recolección.	t/h	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
Velocidad de operación del equipo de recolección.	km/t	30.75	31.80	32.82	33.80	34.77
Eficiencia de la ruta de recolección.	km/t	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
		Reciclaje				
Tasa de reciclaje de residuos sólidos.	%	0.90	1.25	0.12	1	0.97
		Tratamiento				
Tasa de aprovechamiento de orgánicos	%	6.36	5.47	6.11	9.20	69.49
Cantidad de RSU tratados per cápita	t/hab/día	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31
		Disposición final				
Tipo de sitio de disposición.	Tipo de sitio	Relleno Sanitario	Relleno Sanitario	Relleno Sanitario	Relleno Sanitario	Relleno Sanitario

Residuos sólidos municipales dispuestos en vertederos:	%	86.73	92.23	96.53	96.88	99.95
Vida útil del sitio de eliminación.	Año	10	9	8	7	6
Económico						
Gastos en gestión de residuos per cápita	$ / hab / año	4.03	2.57	9.16	9.39	9.39
Costo total de la recolección de residuos.	$/hab/año	0.75	0.58	1.99	1.94	1.85
Financiero o Sostenibilidad financiera						
Grado de sostenibilidad financiera.		Es subsidiado	Es subsidiado	Es subsidiado	Es subsidiado	Es subsidiado
0Marco legal						
Grado en que las leyes y / u otros instrumentos legales están vigentes e implementados a nivel nacional o local.		Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)	Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)	Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)	Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)	Bajo o medio cumplimiento (Existe alguna restricción)
Factores de Gobernanza						
Instituciones sólidas, políticas proactivas		Existen y se aplican	Existen y se aplican	Existen y se aplican	Existen y se aplican	Existen y se aplican
Educación ambiental y movilización social						
Realización de eventos municipales/campañas con temática ambiental.	# / año	2	2	2	2	2

Elaborado por: Autor.

Los valores obtenidos en la tabla anterior sobre los indicadores evaluados en referencia al sistema de gestión de residuos sólidos del cantón Pastaza en los últimos cinco años, muestra que la Generación de residuos sólidos per cápita es regular, pues su incremento es leve, el mismo que ratifica que en general la generación por habitante tiende a aumentar con el tiempo a raíz de que las ciudades incrementan su desarrollo (Montero-Vega, Molina-Cedeño, Pillco-Herrera, Sarduy-Pereira, y Diéguez-Santana, 2020; Soto-Cabrera, Panimboza-Ojeda, Ilibay-Granda, Valverde-Lara, y Diéguez-Santana, 2020).

En cuanto a la eficiencia del barrido de calles del cantón, es deficiente, esto se debe a la falta de personal de limpieza, así mismo por no tener rutas bien estructuradas. La cobertura y eficiencia del servicio de recolección de residuos sólidos es buena, sin embargo, la velocidad de operación del equipo de recolección es mala, puesto que la capacidad de los vehículos recolectores no cubre la demanda del total de residuos recolectados diariamente. Por último, la eficiencia de la ruta de recolección es buena, por motivo de que el relleno sanitario se encuentra

en una zona relativamente cerca, es decir, no se cubre grandes distancias ni los residuos se recolectan de manera dispersa.

El reciclaje en el cantón Pastaza es deficiente, por el motivo de que no es una práctica cotidiana ni se destinan recursos para generar conciencia sobre su importancia; lo que conlleva a generar más contaminación y problemas de salud derivados de la mala calidad del aire. También se puede conocer que, dentro del tratamiento de residuos sólidos, la tasa de aprovechamiento de orgánicos del año 2015 al 2018 es mala, por la falta de colaboración de la comunidad, sin embargo, para el 2019 su valor de referencia es bueno, por la mejor gestión que ha realizado la administración vigente en la municipalidad de Pastaza. También se puede apreciar que la cantidad de residuos sólidos tratados per cápita es deficiente, porque no se realiza un tratamiento adecuado (incineración, compostaje, recuperación), lo cual tiene como propósito reducir el volumen de los desechos.

La Disposición Final de los residuos sólidos es buena porque el tipo de sitio de disposición es un relleno sanitario, el cual es considerado como mejor solución técnica, económica y ambiental para el manejo de residuos; Aunque para el año 2015 el porcentaje de residuos sólidos municipales dispuestos en vertederos es regular, pero desde el 2016 a 2019 es deficiente porque no se logra que los residuos sean eliminados en su totalidad con respecto al total de residuos generados.

En cuanto a los gastos en gestión per cápita y costo total de recolección del cantón Pastaza es bueno, porque el costo de recolección es inferior al costo total de gestión. Seguidamente tenemos el grado de sostenibilidad financiera el cual es deficiente, esto se debe a que la tasa que se cobra por el servicio de recolección de residuos sólidos por medio de la planilla de luz en la empresa eléctrica tan solo es el 8% y del total recaudado por este servicio la empresa eléctrica retiene el 12% y la municipalidad de Pastaza subsidia el 80%.

El grado en que las leyes y otros instrumentos legales aplica la municipalidad del cantón Pastaza a la gestión de residuos sólidos, es regular, es decir, refleja una inclusión y participación tanto del sector público como del privado en la gestión. Sin embargo, no se cumplen en su totalidad las responsabilidades establecidas en la normativa ecuatoriana sobre el manejo de residuos sólidos.

Por último, la educación ambiental y movilización social respecto a la realización de eventos municipales y campañas con temática ambiental es regular, sin embargo, se cree que es un número muy pequeño, el cual es afectado por la falta de recursos económicos.

4.3. Mejoras en las etapas de gestión de los residuos sólidos en el Cantón Pastaza, Ecuador.

Es importante tener en cuenta que las estrategias de mejoras para la gestión municipal de residuos sólidos no solo implican la reorganización y fortalecimiento del área específica sino también el fortalecimiento de otras direcciones y departamento para que la interacción permita una mejor administración de los recursos humanos, financieros y operativos.

Según el análisis realizado, el barrido de calles del cantón Pastaza resultó ineficiente, por lo que se recomienda contratar a más jornaleros con respecto a los kilómetros diarios a barrer en el casco urbano de la ciudad, es decir el número de jornaleros por equipo, donde lo más factible serían tres: uno que barre, otro que recoge y otro mueve el carro. Por último, se deben rediseñar las rutas y por razones de seguridad, en sentido contrario del flujo vehicular.

En cuanto a la etapa de recolección de residuos sólidos en el cantón Pastaza, la cobertura y eficiencia de este servicio es bueno. Sin embargo, cabe recalcar que no se hace de manera diferenciada, pues la falta de conocimiento y colaboración de la comunidad hace que entreguen los residuos orgánicos mezclados con los inorgánicos y viceversa, por lo que se evidencia la necesidad de emprender una campaña de separación en origen y entregar los residuos de manera separada. En este caso se deben recolectar los residuos orgánicos compostables o putrescibles un día, otro día los residuos reciclables (papel y cartón limpios, plástico, metales, vidrio) y al posterior día los residuos no aprovechables y así alternadamente.

Seguidamente, para mejorar la etapa de tratamiento y reciclaje de los residuos sólidos en Pastaza, se debe implementar el fortalecimiento de la unidad encargada de manejar el servicio por parte del municipio y la contratación de una microempresa conformada por los actuales minadores. Esto no solo permitirá mejorar la eficiencia del servicio, sino que las labores de reciclaje y compostaje se realizarán en términos ambientales y de salud adecuados, que minimicen los riesgos y permitan una inclusión social y legalización de las personas que en la actualidad realizan estas labores de manera informal.

El cantón Pastaza cuenta con un relleno sanitario, el cual es considerado como uno de los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, y como la mejor solución técnica, económica y ambiental. Sin embargo, se conoce que actualmente el relleno sanitario se encuentra con grabes problemas debido a la poca capacidad que tiene para recibir los residuos generados por los ciudadanos de Pastaza, se estima que aproximadamente le queda un 40% de espacio; por lo que se propone trabajar de manera inmediata en la construcción de una nueva celda emergente para la disposición final de los residuos sólidos.

Adicionalmente, se deben reducir los costos asociados con el manejo de los residuos sólidos y la protección al medio ambiente, incentivando a los trabajadores a desarrollar innovaciones para reducir la generación de residuos. También lograr una adecuada disposición final, y disponer los residuos según las regulaciones vigentes en Ecuador.

Seguidamente en el tema de educación ambiental se propone desarrollar más programas anuales de educación y participación en la gestión de los residuos sólidos, donde se aproveche la potencialidad en todos los grupos sociales (ya sean cívicos, comerciales, académicos, entidades religiosas, medios de comunicación, entre otros). Esto puede ser posible a través de la promoción de acciones positiva en el área de los residuos, mediante reuniones, eventos especiales, conferencias, materiales promocionales, boletines, exhibiciones, concursos, actividades de recolección y otros que puedan generarse.

CONCLUSIONES

- Se recopiló a partir de diversas fuentes información primaria y secundaria relacionada con la gestión de los residuos sólidos en el Cantón Pastaza.
- La producción per-cápita de residuos sólidos del cantón Pastaza en los últimos cinco años, fluctúa entre 0.74-0.76 kg/hab/día, en general muestra un ligero incremento asociado a que las cantidades de residuos aumentan unido al desarrollo urbano.
- La evaluación de la gestión de los residuos sólidos del cantón Pastaza en los últimos cinco años, se realizó por medio de varios indicadores, utilizados en países en vías de desarrollo, especialmente en México, Brasil, Perú, Colombia y Chile, de los cuales se seleccionaron 18 indicadores aplicables a las condiciones del cantón Pastaza, y los resultados obtenidos se codificaron por colores usando un sistema de ‘‘semáforos’’, (verde, amarillo y rojo), para conocer si el sistema de gestión de residuos sólidos en el cantón es bueno, regular o deficiente.
- La cobertura del servicio de recolección en el cantón Pastaza de forma general, cubre un 90% la parroquia Puyo, y el 10% restante no se logra porque varias zonas se encuentran un poco distante y con dificultad de vías de acceso, lo cual impide realizar dicha actividad, además se considera que en algunas parroquias el servicio no puede realizarse diariamente.
- Mediante los resultados obtenidos se conoce que la población del cantón Pastaza no aprovecha los residuos orgánicos, son pocas las personas que los utilizan como alimento para animales y elaboran compost para sus tierras.
- De igual manera es importante saber que en el cantón Pastaza no existe una clasificación diferenciada de residuos sólidos, para su recolección respectiva y posterior reutilización o reciclaje, la forma y el sitio actual de disposición le falta mejorar en algunos aspectos.
- Según la información obtenida en la presente investigación, se deduce que no existe mucho interés por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza en realizar eventos sobre educación ambiental hacia la sociedad, pues el número de eventos anuales que se han realizado en los últimos cinco años es muy pequeño, a pesar de que es una actividad muy importante, que permite la formación y concientización de las personas sobre el medio ambiente y sus recursos.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza no cumple con todas las responsabilidades establecidas para el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos

generados en el área de su competencia, estipuladas en el Art 57 del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta los resultados obtenidos en la investigación para la implementación de estrategias de mejoras en las etapas de gestión de los residuos sólidos del cantón Pastaza que necesitan atención inmediata.
- Considerando la gran cantidad de residuos orgánicos que se generan en el cantón Pastaza, se recomienda aprovechar este potencial mediante la elaboración de compost, que serviría como abono orgánico.
- Para un buen manejo de los residuos sólidos del cantón Pastaza, primeramente, se necesita concientizar a la población en realizar una clasificación diferenciada desde la fuente, así mismo: reducir, reciclar y reutilizar, para de esta manera contribuir con el cuidado del medio ambiente.
- Realizar un fortalecimiento institucional y varios eventos de sensibilización y educación ambiental para reforzar las etapas de gestión de los residuos sólidos.
- De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del análisis realizado en las etapas de gestión de los residuos sólidos del cantón Pastaza, es necesario y factible aplicar cada una de las estrategias de mejora propuestas, ya que se tendrán grandes beneficios, tanto ambientales como económicos, por lo que se recomienda a las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza su ejecución.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alegre, M. (1997). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. Obtenido de http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/pequena.pdf

AME-INEC. (2018). *Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos* . Obtenido de Tabulados e Indicadores: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/

AME-SNIM. (2015-2019). *Gestión Integral de Residuos Sólidos en Pastaza*. Obtenido de https://www.snim.ame.gob.ec/girs/app_Login/#no-back-button

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador.* Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (10 de Febrero de 2014). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Ayeleru, O. O., Okonta, F. N., & Ntuli, F. (2018). Municipal solid waste generation and characterization in the City of Johannesburg: A pathway for the implementation of zero waste. *Waste Management, 79, 87-97*. Obtenido de 10.1016/j.wasman.2018.07.026

BID. (2016). *Guía metodológica*. Obtenido de Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles..: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edici%C3%B3n.pdf

Bonmatí, A., & Gabarrell, X. (2008). Capítulo 7, Conceptos Generales sobre Residuos. En P. Andrés, & R. Rodrígez, *Evaluacion y Prevencion de Riesgos Ambientales en Centroamérica* (págs. 207-2013). España.

Castrillón, O., & Puerta, S. (2004). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Lasallista*, 15-21.

CNC. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos (1ra ed.).* Quito, Ecuador: Consejo Nacional de Competencias.

Código Orgánico del Ambiente. (6 de Abril de 2017). Obtenido de http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf

Colomer, M. F., & Gallardo, I. A. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos.* España: Universidad Politécnica de Valencia.

daSilva, L., Marques, P. D., & Pavan, E. (2019). Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117802: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117802.

Deus, R., Bezerra, B., & Battistelle, R. (2020). Solid waste indicators and their implications for management practice. *Int J Environ Sci Technol, 16*. Obtenido de: https://doi.org/10.1007/s13762-018-2163-3

Diéguez-Santana, K., Sarduy-Pereira, L. B., Decker, M., Arteaga-Pérez, L. E., & Casas-Ledón, Y. (2020). La gestión de los residuos sólidos en áreas rurales, un análisis desde una parroquia de la amazonia ecuatoriana. *Revista Internacional de Contaminación*.

Environment, U. (2018). *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean.* Panama.

Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management, 33(1), 220-232*. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008

Ibáñez-Forés, v., Bovea, M. D., Coutinho-Nobréga, C., & De Medeiros García, H. R. (2019). Assessing the social performance of municipal solid waste management systems in developing countries: Proposal of indicators and a case study. *Ecological Indicators*, 98, 164-178. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.031

INEC. (2010). *Información de Censo de Población y Vivienda* . Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/

INEC. (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2015. Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/639

INEC. (2017). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_

Internacional-Avina, C. (2012). *Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 9. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).* Ecuador .

Jaramillo, G. (1999). *Seminario Internacional: Gestión integral de residuos sólios y peligrosos, siglo XXI.* Medellín.

Martínez et al. (Septiembre de 2005). Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas. *Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe*. Montevideo.

Millán, H., Kalauzi, A., Llerena, G., Sucoshañay, J., & Piedra, D. (2009). Meteorological complexity in the Amazonian area of Ecuador: an approach based on dynamical system theory. *Ecological Complexity*, 278-285.

Ministerio del Ambiente. (29 de Marzo de 2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/TEXTO_UNIFICADO_LEGISLACION_SECUNDARIA_i.pdf

Mohammadi, M., Jämsä-Jounela, S. L., & Harjunkoski, I. (2019). Optimal planning of municipal solid waste management systems in an integrated supply chain network. *Comput Chem Eng, 123*. Obtenido de: https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.12.022

Montero-Vega, S. F., Molina-Cedeño, C. S., Pillco-Herrera, B. M., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2020). Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Caso río Pindo Chico, Puyo, Pastaza, Ecuador. Ciencia, Ambiente y Clima, 3(1), 23-39. doi: https://doi.org/10.22206/cac.2020.v3i1.pp23-39

Munizaga Plaza, J. A. (2016). *Metodología para la evaluación integral de los sistemas de gestión de residuos domésticos.* Obtenido de (Universidad de Cantabria, Santander, Cantabria, España). .

Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos Orgánicos y Agricultura.* España: Espagrafic.

Olay-Romero, E., Turcott-Cervantes, D. E., Hernández-Berriel, M. d., Lobo-García de Cortázar, A., Cuartas-Hernández, M., & de la Rosa-Gómez, I. (2020). Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico. *Waste Management*, 107, 201-210.: Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.039

Paes, M. X., deMedeiros, G. A., Mancini, S. D., Bortoleto, A. P., Puppim, J. A., & Kulay, L. A. (2020). Municipal solid waste management: Integrated analysis of environmental and economic indicators based on life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 254,119848: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119848.

Rischmagui, G. (Marzo de 2017). *Manual para el manejo de Desechos Sólidos. Tegucigalpa.* Obtenido de https://www.ndf.fi/sites/ndf.fi/files/attach/05._manual_desechos_solidos.pdf

Rodić, L., & Wilson, D. C. (2017). Resolving Governance Issues to Achieve Priority Sustainable Development Goals Related to Solid Waste Management in Developing Countries. *Sustainability, 9(3), 404*. Obtenido de https://doi.org/10.3390/su9030404

Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Alejandro, G. (2016). *Guía General para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

Sanmartín Ramón, G. S., Zhigue Luna, R. A., & Alaña Castillo, T. P. (2017). El reciclaje: Un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Universidad y Sociedad*, 9 (1), pp. 36-40.

Santos, D., Delgado, B., & Martínez, A. (2011). *Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición.* Madrid: Tornapunta Ediciones, S.L.U.

Sharma, K. D., & Jain, S. (2019). Overview of Municipal Solid Waste Generation, Composition, and Management in India. *Journal of Environmental Engineering*, 145 (3). Disponible en: https://www.google.com/search?q=10.1061%2F(ASCE)EE.1943-7870.0001490&oq=10.1061%2F(ASCE)EE.1943-7870.0001490&aqs=chrome..69i57.948j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Soto-Cabrera, A. I., Panimboza-Ojeda, A. P., Ilibay-Granda, C. G., Valverde-Lara, C. R., & Diéguez-Santana, K. (2020). Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador. Prospectiva, 18(1), 60-68. doi: https://doi.org/10.15665/rp.v18i1.2101

Taboada, P., Aguilar, Q., & Ojeda, S. (2011). Análisis Estadístico De Residuos Sólidos Domésticos En Un Municipio Fronterizo De México Statistical Analysis of Domestic Solid Waste in a Border Municipality of Mexico, *ACI 2(1), 9–20.* Obtenido de file:///C:/Users/dell/Downloads/Dialnet-AnalisisEstadisticoDeResiduosSolidosDomesticosEnUn-3624167.pdf

Turcott Cervantes, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., & Lobo García de Cortázar, A. (2018). Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management:. A critical review. *Waste Management,* 80, 51-63.: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046

Ucha, F. (Julio de 2013). *Definición ABC*. Obtenido de https://www.definicionabc.com/economia/indicador.php

Valizadeh, S., & Hakimian, H. (2019). Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand. Iran. *Int J Environ Sci Technol, 16.* Obtenido de https://doi.10.1007/s13762-018-1713-z

Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., & Scheinberg, A. &. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management,* 35, 329-342.: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006

Zafra, C. A. (2009). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). *Ingeniería e Investigación. 29,* 119-126.

ANEXOS:

Anexo 1 Pedido de Acceso a Información Pública al alcalde del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza.

Puyo, 22 de Junio de 2020

GADM.- DEL CANTON PASTAZA
RECEPCIÓN
Número: 35036
Fecha: 22 JUN 2020 Hora: 11:39
Firma:

Ingeniero
Oswaldo Zuñiga Calderón
ALCALDE GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA
Presente.-

Asunto: PEDIDO DE ACCESO A INFORMACIÓN PÚBLICA.

De mi consideración:

Yo, **AMAYBE JANAHELA ALVARADO ESPINOZA**, con cedula de ciudadanía No. **220025921-2** en calidad de estudiante de la Universidad Estatal Amazónica, de la carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, tengo a bien dirigirme a Usted para hacerle llegar un cordial y atento saludo, augurándole el mejor de los éxitos en el desarrollo de sus funciones.

Mediante la presente, me permito solicitar de la manera más comedida, su Autorización para acceder a información en la Dirección de Servicios Municipales y Sociales del GADMCP, sobre la Gestión de Residuos Sólidos en la provincia de Pastaza; en virtud que me he enfocado en el tema en mención y me encuentro realizando mi Proyecto de Integración Curricular denominado: "LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN VIAS DE DESARROLLO, CASO DE ESTUDIO, PASTAZA, ECUADOR", proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental, una vez culminado el mismo, haré llegar a la Municipalidad en formato físico y digital para su interés.

Por la favorable atención que se digne dar a la presente, anticipo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente,

Srta. Amaybe Janahela Alvarado Espinoza
ESTUDIANTE EGRESADA
DE INGENIERIA AMBIENTAL "UEA"