



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Valorización material y económica de los residuos sólidos municipales de la  
Ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTORA:**

**Leidy Diana Collazos Flores**

**ASESOR:**

**Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo**

**Código N° 6059319**

**Moyobamba – Perú**

**2021**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE ECOLOGÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Valorización material y económica de los residuos sólidos municipales de la  
Ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba**

**AUTORA:**

**Leidy Diana Collazos Flores**

**Sustentada y aprobada el 17 de setiembre del 2021, por los siguientes jurados:**

**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**

**Presidente**

**Econ. Wilhelm Cachay Ortiz**

**Miembro**

**Ing. Angel Tuesta Casique**

**Secretario**

**Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo**

**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad

**Leidy Diana Collazos Flores**, con DNI N° 73390766, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Valorización material y económica de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 17 de setiembre del 2021.



.....  
**Bach. Leidy Diana Collazos Flores**

DNI N° 73390766

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

|                      |                             |           |           |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| Apellidos y nombres: | Collazos Flores Leidy Diana |           |           |
| Código de alumno :   | 73390766                    | Teléfono: | 984547769 |
| Correo electrónico : | lcollazosflores@gmail.com   | DNI:      | 73390766  |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| Facultad de:            | Ecología              |
| Escuela Profesional de: | Ingeniería Ambiental. |

3. Tipo de trabajo de investigación

|                                    |                                     |                          |                          |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tesis                              | <input checked="" type="checkbox"/> | Trabajo de investigación | <input type="checkbox"/> |
| Trabajo de suficiencia profesional | <input type="checkbox"/>            |                          |                          |

4. Datos del Trabajo de investigación

|                     |   |
|---------------------|---|
| Título :            | Valorización material y económica de los Residuos Sólidos municipales de la Ciudad de Sonitor de la Provincia de Moyobamba. |
| Año de publicación: | 2021  |

5. Tipo de Acceso al documento

|                       |                                     |         |                          |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Acceso público *      | <input checked="" type="checkbox"/> | Embargo | <input type="checkbox"/> |
| Acceso restringido ** | <input type="checkbox"/>            |         |                          |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

|  |
|--|
|  |
|--|

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

  
Firma del Autor



## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

18 / 01 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología  
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.

  
Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, al creador de todas las cosas, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación Profesional. A mis padres, a quienes amo con todo mi corazón, por ser ellos el pilar más importante de mi vida, por su cariño, sacrificio, esfuerzo y su apoyo incondicional. A mi amado hermano por ser mi fuente de motivación e inspiración. A mis Abuelitas, Tías, Tíos, Primas y Primos, por esas palabras de aliento que no me dejaban decaer para seguir adelante con mis ideales. A mi enamorado, quien, en todo momento sin importar el tiempo ni la hora me mostró su apoyo infinito, me brindó su paciencia y amor. A mis amigos, quienes sin esperar nada a cambio, compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas conmigo. Gracias a todos ustedes, porque estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.*

## **Agradecimiento**

*Quiero agradecer a Dios por la vida y la salud que me permitió llegar a esta etapa tan importante de mi vida. A mis padres, hermano y familia en general por no dejarme caer en ningún momento y sostenerme en todo tiempo. A mi enamorado y amigos por esas palabras y consejos que nunca olvidaré en búsqueda de este sueño. A mis docentes que siempre mostraron su calidad profesional para compartir sus conocimientos. Y quiero agradecer a mi Universidad Nacional de San Martín, a mi alma mater, de donde me llevo cada alegría, tristeza, logro y grandes amistades a quienes llevaré por siempre en mi corazón.*

*Con todo mi amor y cariño, gracias a todos.*



## Índice

|   |        |
|---|--------|
| Dedicatoria.....  | vi     |
| Agradecimiento.....   | vii    |
| Índice .....  | viii   |
| Índice de tablas .....  | ix     |
| Índice de figuras .....   | x      |
| Resumen .....   | xi     |
| Abstract.....   | xii    |
| <br>Introducción.....   | <br>1  |
| <br>CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....  | <br>3  |
| 1.1. Antecedentes de la investigación .....   | 3      |
| 1.2. Marco teorico .....  | 9      |
| 1.3. Definición de términos .....   | 18     |
| <br>CAPÍTULO II MATERIAL Y METODOS .....  | <br>21 |
| 2.1. Material .....   | 21     |
| 2.2. Métodos.....   | 22     |
| <br>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | <br>24 |
| 3.1. Características y cantidad de los residuos sólidos municiplaes de la ciudad de Soritor.....  | 24     |
| 3.1.1. Características de los residuos sólidos municipales .....                                  | 24     |
| 3.1.2. Cantidad de los residuos sólidos municipales .....   | 31     |
| 3.2. Valor material y económico de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor ..... | 35     |
| 3.3. Valor energético de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.....            | 41     |
| 3.4. Discusiones.....   | 42     |
| <br>CONCLUSIONES .....  | <br>44 |
| <br>RECOMENDACIONES.....  | <br>45 |
| <br>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | <br>46 |
| <br>ANEXOS .....  | <br>49 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Materiales y equipos.....  | 21 |
| Tabla 2: Precios de los residuos sólidos con valor material .....   | 22 |
| Tabla 3: Poder calorífico de los residuos sólidos urbanos.....  | 22 |
| Tabla 4: Composición de los residuos sólidos domiciliarios.....   | 25 |
| Tabla 5: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales.....   | 27 |
| Tabla 6: Composición de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.<br>(Total de residuos sólidos).....                           | 29 |
| Tabla 7: Cantidad de residuos sólidos que se generan en las viviendas de la ciudad<br>de Soritor .....  | 32 |
| Tabla 8: Cantidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales.....  | 33 |
| Tabla 9: Cantidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.....  | 34 |
| Tabla 10: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Soritor con<br>potencial de valor material. ....                           | 35 |
| Tabla 11: Cantidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Soritor con<br>potencial de valor material. ....                           | 36 |
| Tabla 12: Cantidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor con<br>potencial de valor material. (Total de residuos sólidos)..... | 36 |
| Tabla 13: Reporte del producto obtenido del tratamiento de los residuos orgánicos<br>municipales.....   | 37 |
| Tabla 14: Ingresos por la comercialización de humus en la ciudad de Soritor .....   | 38 |
| Tabla 15: Ingresos por la comercialización de los residuos sólidos reciclables en la<br>ciudad de Soritor .....                                 | 39 |
| Tabla 16: Potencial energético eléctrico de los residuos sólidos municipales en la<br>ciudad de Soritor. ....                                   | 41 |
| Tabla 17: Potencial energético eléctrico de los residuos sólidos municipales por<br>proceso térmico .....                                       | 42 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Composición de los residuos sólidos domiciliarios .....   | 25 |
| Figura 2: Composición de los residuos sólidos aprovechables.....  | 26 |
| Figura 3: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales .....   | 28 |
| Figura 4: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales<br>aprovechables .....                                  | 28 |
| Figura 5: Composición de los residuos sólidos municipales (Total de residuos sólidos<br>de la ciudad de Soritor) .....              | 30 |
| Figura 6: Composición de los residuos sólidos municipales aprovechables (Total de<br>residuos sólidos de la ciudad de Soritor)..... | 31 |
| Figura 7: Usos de los residuos sólidos reciclables.....   | 40 |

## Resumen

La presente investigación que lleva por título “Valorización material y económica de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba”, fue desarrollada la zona urbana de esta ciudad, con el objeto de determinar el valor de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Soritor, del distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba. Se organizó y proceso los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Soritor, obtenido resultado de la composición (Aprovechables, no aprovechables y peligrosos) de los cuales se tiene que 75% de aprovechables - de estos 50.53% es compostificables y 49.47% es reciclable-seguido los residuos sólidos peligrosos que tiene 15.09% y la cantidad de los residuos, con la que se pudo calcular el valor material y energético. El valor material se obtuvo de los residuos aprovechables, que a través de su tratamiento se puede obtener ingresos, como con la venta de humus obtenido del procesamiento de la materia orgánica, (Ingreso posible de S/. 3,848.00 mensual) y por la comercialización de residuos reciclables (Ingreso posible de S/1,521.887 mensual); con referencia al valor energético se pudiera obtener energía eléctrica a través del potencial calorífico y la conversión térmica, teniendo como resultado del cálculo de 8.088 MW/año con su potencial calorífico y por procesos de conversión térmica (Incineración, gasificación y pirólisis) se tiene 255.422 MW/año

**Palabras clave:** Valor, material, energético, residuos, composición.

## Abstract

The present investigation, entitled "Material and economic valuation of municipal solid waste from the city of Soritor in the province of Moyobamba", was carried out in the urban area of this city, with the aim of determining the value of municipal solid waste from the city of Soritor, in the district of Soritor in the province of Moyobamba. The results of the study on the characterisation of solid waste in the city of Soritor were organised and processed. The results were obtained from the composition (usable, non-usable and hazardous waste) of which 75% is usable - of which 50.53% is compostable and 49.47% is recyclable - followed by hazardous solid waste with 15.09% and the quantity of waste, with which the material and energy value could be calculated. The material value was obtained from the usable waste, which through its treatment can obtain income, such as the sale of humus obtained from the processing of organic matter (possible income of S/. 3,848.00 monthly) and from the commercialisation of recyclable waste (possible income of S/1,521.887 monthly). 887 monthly); with reference to the energetic value, electric energy could be obtained through the calorific potential and thermal conversion, having as a result of the calculation of 8.088 MW/year with its calorific potential and by thermal conversion processes (incineration, gasification and pyrolysis) we have 255.422 MW/year.

**Key words:** Value, material, energy, waste, composition.



## **Introducción**

Entre los problemas ambientales más serios de la sociedad actual es, la generación y manejo de los residuos sólidos. La gran generación de residuos municipales y la falta de segregación y un correcto manejo hace que los residuos sólidos en su totalidad se estén depositando en los botaderos, en los ríos y barrancos, originando la acumulación de vertederos que producen serios impactos en el paisaje, la flora y la fauna; existiendo en ellos residuos sólidos que pueden ser aprovechados a través del reciclaje o compostaje, dándole un valor económico y energético.

Según el MINAM 2018 en el año 2016, a nivel nacional, se generaron 7'005,576 toneladas de residuos sólidos municipales urbanos, de las cuales solo se reciclaron el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables (plástico, vidrio, cartón, entre otros).

El distrito de Soritor posee una población de 21 514 habitantes, lo hace que estén generando aproximadamente 11 toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales no existe en la actualidad datos de aprovechamiento o el valor de estos residuos sólidos.

Muchos de los residuos sólidos vertidos inadecuadamente poseen valor, en el reciclaje o valor energético, que pueden generar la recuperación de los residuos, sin embargo, la falta de información actualizada del valor de los residuos sólidos en los distritos de la Provincia de Moyobamba hace que sea necesario realizar estudios que permitan el aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos municipales, logrando con ello contar con alternativas de una adecuada gestión integral de residuos sólidos municipales.

La falta de información del valor real y actualizado de los residuos sólidos municipales hace que a los residuos sólidos no se le esté dando la importancia de aprovechamiento necesario, por ello existe un rechazo a la valorización de los residuos sólidos, que pueden ser una forma de evitar que los residuos en su totalidad se estén depositando en botaderos, ríos y barrancos.

El Ministerio del Ambiente (Minam) publicó en diciembre del 2017 el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que entre sus objetivos busca minimizar la generación de residuos sólidos en el origen (viviendas, empresas, industrias, comercios, entre otros), así como promover su recuperación y valorización a través de procesos como

el reciclaje de plásticos, metales, vidrios y otros, y la conversión de residuos orgánicos en compost, lo cual impulsará una industria moderna del reciclaje, incluyendo a los pequeños recicladores en esta cadena de valor.

Asimismo, con el objetivo de minimizar y regular el uso del plástico en el Perú, el Minam presentó al Congreso de la República una iniciativa legislativa, la cual viene siendo discutida en la Comisión de Pueblos Andinos, Amazónicos y Afroperuanos, Ambiente y Ecología, junto a otras propuestas legislativas.

En el distrito de Soritor no existe información sobre el valor de los residuos sólidos, por ello es necesario que se realice los estudios que permitan darle un aprovechamiento adecuado y con ello contribuir con la limpieza de la ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba.

Ante lo mencionado se planteó como objetivo general del proyecto de investigación fue “Determinar el valor de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Soritor, del distrito de Soritor de la Provincia de Moyobamba”, teniendo como objetivos específicos: caracterizar y cuantificar los residuos sólidos municipales, determinar el valor material y energético de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.

El presente proyecto de investigación es importante, porque con ella se va a obtener información del valor de los residuos sólidos, información que permitirá que se realicen estudios de aprovechamiento adecuado y con ello contribuir con la limpieza de la ciudad de Soritor de la Provincia de Moyobamba, presentándose en el capítulo I, los antecedentes de la investigación, así mismo se presentan las bases teóricas referido al tema investigado, y la definición de términos básicos. En el capítulo II, se presentan la descripción de los materiales utilizados para la obtención de los datos y desarrollo de la investigación, además se describen los métodos utilizados para cumplir con los objetivos específicos trazados. En el capítulo III, se presentan los resultados del estudio de investigación los mismos que dan respuesta a los objetivos planteados y también se presentan las discusiones. Además, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

#### A nivel internacional

Bello (2017), en su investigación titulada “Diseño de un plan de valorización de residuos orgánicos para las empresas restauranteras de la zona turística de Acapulco” (Tesis de maestría) con investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “construir un plan de valorización de residuos orgánicos para las empresas restauranteras de la zona turística de Acapulco, se basa en un análisis teórico de la situación actual de México, Guerrero y Acapulco sobre la generación y valorización de residuos, también de un estudio de campo, la investigación de campo se realizó a una muestra de 30 restaurantes (micro, pequeños y medianos) en el puerto de Acapulco, se empleó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario, la conclusión fue que una correcta valorización de los residuos orgánicos reducirá la contaminación presente en el puerto de Acapulco, reducirá costos a los empresarios restauranteros y al municipio, mejorará la calidad de vida al reducirse la contaminación, además de que mejorará la imagen actual del puerto de Acapulco”.

Viñan (2017), en su investigación titulada “Estudio de factibilidad para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en la corporación de organizaciones campesinas e indígenas de Huaconas y Colluctus”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “determinar la factibilidad para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos generados en las comunidades, tuvo como muestra 70 personas de las comunidades, se utilizó la técnica de la encuesta y el método de caracterización para el estudio de residuos sólidos y como instrumento se usó el cuestionario”. Se concluyó que existe la factibilidad técnica, financiera, económica y ambiental, para la implementación del proyecto de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos generados en las comunidades de la COCIH.

Martínez (2017), en su investigación titulada “Análisis del impacto económico, social y ambiental de la gestión de residuos sólidos urbanos en unidades cerradas de vivienda de la ciudad de Pereira”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el



objetivo fue “analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra de 4 condominios, se utilizó la técnica encuesta, entrevista semiestructurada y una observación directa”. Se concluye que una buena gestión de residuos sólidos genera empleo, aumenta la tasa de reciclaje e incrementa la vida útil del relleno sanitario.

Osorio (2016). En su investigación titulada “Valorización costo-beneficio, del manejo integral de los residuos sólidos, aplicable a conjuntos residenciales en la ciudad de Calli”, (Tesis de maestría), investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue cuantificar, desde una perspectiva económica, los costos y beneficios de la implementación del PGIRS y el aprovechamiento de los residuos orgánicos para el conjunto residencial caso de estudio. Se utilizó la técnica de la encuesta. Según los resultados de la relación beneficio-costos, encontramos que financieramente el proyecto es atractivo. La conclusión principal fue que independientemente de los indicadores financieros que se obtengan en los análisis de costo beneficio, es claro que los beneficios que se generan en el ámbito social, económico y ambiental, justifican totalmente cualquier inversión que los conjuntos residenciales realicen en la implementación del PGIRS.

Jara (2016), en su investigación titulada “Oportunidades de valoración mediante compostaje de los residuos orgánicos de origen urbano y afines en Ecuador: Propuesta de gestión para la provincia de Chimborazo”, (Tesis doctoral) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “realizar el estudio integral de la fracción orgánica de los residuos orgánicos de origen urbano y afines que se generan en varios cantones de la provincia, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario”. Se concluye que se ha conseguido contribuir al conocimiento para poder establecer dicha gestión integral a escala real.

Tejada (2013), en su investigación titulada “Manejo de residuos sólidos urbanos en la ciudad de la Paz: Estrategia para su gestión y recomendaciones para el desarrollo sustentable”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra de 180 hogares, se utilizó la técnica encuesta y como instrumento el cuestionario”. Se evidenció deficiencias en la operación del tiradero controlado oficial. Se concluye que el estudio realizado al actual manejo integral de los residuos de esta localidad permitió distinguir qué estrategias serían las óptimas para su desarrollo sostenible.

Contreras (2010), en su investigación titulada “Reciclaje y gestión de residuos sólidos domiciliarios” (Tesis de maestría), investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “conseguir información asociada a cuantificar el interés y la disponibilidad de cada familia de conjuntos habitacionales por separar y clasificar en alguna medida los RSD haciendo uso de dispositivos diseñados específicamente para facilitar la recolección, la muestra fue el 50% de las familias que habitan 4 conjuntos de altura ubicados en la comuna de Macul, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario, la conclusión principal fue que esta investigación respalda la factibilidad económica, técnica y social de la implementación de una empresa de gestión de RSD, este análisis es un intento por romper el status quo asociado al escepticismo ambiental y una propuesta para ampliar las barreras de la innovación”.

Contreras (2010), en su investigación titulada “Reciclaje y gestión de residuos sólidos domiciliarios” (Tesis de maestría), investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “conseguir información asociada a cuantificar el interés y la disponibilidad de cada familia de conjuntos habitacionales por separar y clasificar en alguna medida los RSD haciendo uso de dispositivos diseñados específicamente para facilitar la recolección, la muestra fue el 50% de las familias que habitan 4 conjuntos de altura ubicados en la comuna de Macul, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario, la conclusión principal fue que esta investigación respalda la factibilidad económica, técnica y social de la implementación de una empresa de gestión de RSD, este análisis es un intento por romper el status quo asociado al escepticismo ambiental y una propuesta para ampliar las barreras de la innovación”.

### **A nivel nacional**

Cabanillas (2017), en su investigación titulada “Gestión administrativa local y manejo de residuos sólidos urbanos en la Municipalidad de Carabayllo, 2016”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra 92 miembros de los comités vecinales, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario”. Los resultados evidencian que existe predisposición en los vecinos para adoptar una cultura de sostenibilidad del manejo de los residuos en base a las acciones de reciclaje. La conclusión fue que existe una correlación positiva media entre la gestión administrativa local y el manejo de residuos sólidos urbanos en la municipalidad.

Ascanio (2017), en su investigación titulada “Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la Agenda 21”, (Tesis doctoral) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue el de “plantear un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito considerando la reducción mínima de los residuos sólidos y al aumento al máximo de la reutilización y reciclado de los residuos sólidos, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario”. La conclusión fue que el Plan de Manejo de residuos sólidos urbanos se sostiene en el plan de reducción al mínimo de los residuos sólidos y el Plan de Ampliación al máximo del reaprovechamiento y reciclado de los residuos sólidos.

Cayotopa (2017), en su investigación titulada “Valoración económica del efecto generado por los residuos sólidos en la decisión de compra de los pobladores de los distritos de José Leonardo Ortiz, Chiclayo y la Victoria”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra 575 555 habitantes, se utilizó la técnica de la encuesta y la revisión bibliográfica”. El resultado fue que el distrito con mayor efecto económico es el de José Leonardo Ortiz. Se concluye que la presencia de residuos sólidos en los escenarios de compra es una externalidad económica ambiental que afecta de manera negativa las decisiones de compra de los consumidores de los distritos.

Polo (2015), en su investigación titulada “Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Planta de Lubricantes MobilOil del Perú”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “encontrar oportunidades de mejora en el manejo de residuos, así como analizar su viabilidad económica y beneficios ambientales; y alinearse a los requerimientos de las autoridades gubernamentales y corporativas, se utilizó la técnica de la encuesta”. La conclusión fue que los beneficios económicos de la implementación del plan de manejo de residuos sólidos en la Planta, se ven favorecidos desde su inicio.

Rentería y Zeballos (2014), en su investigación titulada “Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de los olivos”, (Tesis de maestría) el objetivo es “mejorar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a través de la aplicación de herramientas de gestión estratégica que permitirán diagnosticar, planificar y diseñar una serie de lineamientos estratégicos que formarán parte de la propuesta, se utilizó la técnica de la entrevista y documentación, la conclusión principal fue que la implementación de la Propuesta de Mejora incidió positivamente en la generación de un ahorro en el presupuesto del programa en más

del 50% y, también, en un ahorro en el gasto por el Servicio de Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Municipalidad distrital de Los Olivos por motivo del aumento de los residuos sólidos reaprovechables recolectados por el Programa”.

Suca (2014), en su investigación titulada “Manejo de residuos sólidos urbanos de las localidades de Taraco y Huancane-Puno”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “evaluar el manejo de los residuos sólidos urbanos de estas localidades, tuvo como muestra 158 y 187 19 viviendas en Taraco y Huancane respectivamente, se utilizó la técnica de la encuesta y entrevista y como instrumento el cuestionario”. Se concluye que la producción per cápita (PPC) y la densidad promedio diaria en las localidades estudiadas depende de la cantidad de pobladores, días de la semana y meses.

Hernández (2014), en su investigación titulada “Costos de operación como estrategia para la recolección de residuos sólidos y sus efectos en la gestión financiera de la región Ancash”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra 6, 918 viviendas, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario”. Los resultados más relevantes demuestran que el análisis de los costos como estrategia, se viene constituyendo en una herramienta muy importante a nivel de los gobiernos locales y que puede ser utilizado en la región Ancash por las municipalidades y que tienen incidencia en la gestión financiera.

Domínguez y Flores (2019) en su investigación “Uso de los residuos sólidos municipales para la generación de energía eléctrica en la Provincia del Santa”, en la presente investigación se realizó el estudio de caracterización para el Distrito de Chimbote en el mes de abril del año 2015, obteniendo a una muestra noventa y ocho viviendas con la que se pudo determinar que la generación per cápita tiene un valor promedio de 0.73 kg/hab.día y la generación total diaria de 270.83 Tn de residuos. Los datos obtenidos junto con los análisis que han sido realizados permitieron obtener la cantidad de energía diaria generada para el año 2015 por tipo de tratamiento térmico, obteniendo los valores de 102.44 MW/día por medio de la incineración, 128.05 MW/día por gasificación y 170.73 MW/día por pirolisis. Con estos resultados se puede concluir que los residuos sólidos municipales generados en la Provincia del Santa representan una alternativa de generación de energía eléctrica mediante procesos térmicos de valorización energética.

Díaz (2014), en su investigación “Evaluación del manejo ambiental de residuos, a partir de un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos urbanos, industriales y peligrosos a nivel de la Provincia Constitucional del Callao”, concluyó que urge una política ambiental con participación de la sociedad, esto es, mayor participación de los gobiernos municipales indicando a la vez mayor responsabilidad de quien contamina, además mayor participación de los gobiernos regionales en cuestión de vigilancia y la creación de un programa de incentivos fiscales para los generadores de residuos, la participación del Sector Salud por ser el centro de evaluación de riesgos de los sitios afectados de contaminantes, por lo tanto, el papel de las áreas de salubridad debe ser protagónico.

MV (2007), en su proyecto “Implementación de un sistema alternativo para el manejo integral de los residuos sólidos domiciliarios en el Asentamiento Humano Cerro el Pino, Lima, Perú”, llegó a la conclusión de que se logró mayor orden y limpieza en el cerro el pino, esto refleja una mejor calidad de vida para la población y la disminución de enfermedades causadas por los residuos sólidos, especialmente en los niños. Se realizó una visita casa por casa informando el servicio y educando a las familias en el buen manejo de los residuos.

### **A nivel regional**

Valverde (2019), en su investigación “Valorización de residuos y costos de oportunidad en la empresa del Grupo Palmas, región San Martín, 2018”, obtuvo las siguientes conclusiones: Que el nivel de valorización de los residuos sólidos de las empresas del grupo Palmas, en la actualidad es de S/. S/.16,335.00, expresado como pérdida para la compañía. No se está generando ingresos a la compañía, más al contrario, se genera gastos por el almacenamiento, así como también por la disposición final de los residuos ya que se paga a un tercero para que se lleven el aceite residual de motores y las parihuelas de madera de segunda, así mismo indica que el costo de oportunidad en el uso de los residuos de las empresas del grupo Palmas, región San Martín, en el año 2018, es de 0.01%. Esto equivale a decir que su ingreso anual, por la comercialización de los residuos, para la compañía sería de S/.78,303.74 anual.

Pereira (2014), en su investigación titulada “Establecer líneas de acción para la gestión integral de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de el Eslabón, provincia de Huallaga, 2013”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue

“analizar la relación entre las variables indicadas, tuvo como muestra 3,152 habitantes, se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario”. Los resultados más relevantes evidencian que la generación de residuos sólidos domiciliarios ha venido incrementándose progresivamente, junto con el crecimiento de la población, por lo que se requiere la intervención de la municipalidad no sólo a nivel operativo, sino a nivel de sensibilización y capacitación ambiental en los diversos actores como instituciones educativas, comités vecinales y otro. Se concluye que la situación actual del Distrito de El Eslabón, por no contar con instrumentos que le permitan realizar una adecuada Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales es al igual que en muchos lugares del país preocupante, ya que se evidencia la falta de un sistema que regule el manejo de los Residuos Sólidos. Lozano (2009), en su investigación titulada “Sistema de gestión ambiental de disposición final de los residuos sólidos en el botadero a cielo abierto de Yacucatina Tarapoto”, (Tesis de maestría) investigación de tipo descriptivo correlacional, el objetivo fue “analizar el actual sistema de gestión ambiental (disposición final, producción per cápita diario y porcentaje de cobertura de la recolección)”. Los resultados más relevantes evidencian que la gestión ambiental aun padece de debilidades por no haber implementado por completo las herramientas de planificación. La conclusión principal fue que la gestión ambiental de la Municipalidad, se está implementando con miras a un gerenciamiento.

MPCP (2009), en su proyecto “Promover un sistema integral de manejo de los residuos sólidos que sirva como modelo para comunidades nativas de la región amazónica-San Francisco de Yarinacocha-Pucallpa”: Luego de un año de trabajo, el proyecto sirve a toda la comunidad de San Francisco. El 95% de las familias participa en los programas de segregación en la fuente y recolección selectiva. Se ha recolectado más de 40 toneladas de residuos orgánicos con las que se ha producido 10 toneladas métricas de compost. También se recuperó 2 toneladas de material reciclable y reducido la cantidad de residuos a disponer en las zanjas sanitarias en 87%.

## **1.2. Bases teóricas.**

### **Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

**Artículo 31.- Clasificación de los residuos sólidos.** Los residuos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública

competente para su gestión, en municipales y no municipales. El Reglamento del presente Decreto Legislativo puede establecer nuevas categorías de residuos por su origen u otros criterios, de ser necesario.

**Artículo 32.- Las operaciones y procesos de los residuos.** El manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos: Barrido y limpieza de espacios públicos, segregación, almacenamiento, recolección, valorización, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final

**Artículo 33.- Segregación.** La segregación de residuos debe realizarse en la fuente o en infraestructura de valorización de residuos debidamente autorizada. Queda prohibida la segregación en las áreas donde se realiza de disposición final de los residuos.

**Artículo 34.- Segregación en la fuente.** Los generadores de residuos no municipales se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados.

Los generadores de residuos municipales se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados o a las municipalidades que presten el servicio.

**Artículo 35.- Recolección de residuos municipales.** La recolección de los residuos debe ser selectiva y efectuada de acuerdo a las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente. Los recicladores y/o asociaciones de recicladores debidamente formalizados se integran al sistema de recolección selectiva implementado por la municipalidad correspondiente. La recolección selectiva se realiza de acuerdo a los requerimientos de valoración posterior u otros criterios que defina la autoridad local.

**Artículo 36.- Almacenamiento.** El almacenamiento en los domicilios, urbanizaciones y otras viviendas multifamiliares, debe ser realizado siguiendo los criterios de segregación de residuos y la normatividad municipal aplicable. El almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales se realiza en forma segregada, en espacios exclusivos para este fin, considerando su naturaleza física química y biológica, así como las características de peligrosidad, incompatibilidad con otros residuos y las reacciones que puedan ocurrir con el material de recipiente que lo contenga, con la finalidad de evitar riesgos a la salud y al ambiente.

Los residuos generados en espacios públicos son almacenados en contenedores debidamente acondicionados de acuerdo a criterios sanitarios y ornamentales, y su implementación y manejo son de responsabilidad de la municipalidad donde se encuentre.

**Artículo 37.- Valorización.** La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin.

**Artículo 38.- Transporte.** El transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades u Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando los vehículos apropiados cuyas características se especificarán en el instrumento de normalización que corresponda, y las vías autorizadas para tal fin.

En el caso de los residuos peligrosos, el transporte se realiza de acuerdo a la normativa para el transporte de los materiales y residuos peligrosos, así como de acuerdo con lo establecido en la versión vigente del Libro Naranja de las Naciones Unidas y/o del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos.

Los movimientos transfronterizos (tránsito) de residuos deben ser de acuerdo a lo establecido en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos Transfronterizos de los desechos Peligrosos y su eliminación; así como también, deben ser autorizados por el MINAM.

## **CAPÍTULO 2**

### **VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**Artículo 47.- Aspectos generales.** La valorización de los residuos sólidos consiste en la operación cuyo objetivo es que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sean reaprovechados y sirvan a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.

La valorización de los residuos municipales y no municipales se sustenta en el sistema de recolección selectiva y en el régimen especial de residuos de bienes priorizados de acuerdo con las políticas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).



**Artículo 48.- Formas de valorización.** Constituyen operaciones de valorización material: la reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio- conversión, entre otras alternativas que, a través de procesos de transformación física, química, u otros, demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental.

Constituyen operaciones de valorización energética, aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como: coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros.

Las normas vinculadas a la valorización se efectuarán de manera coordinada con las autoridades sectoriales competentes.

**Artículo 49.- Metas de valorización.** El MINAM establece metas anuales para la valorización de residuos municipales, las cuales se sustentan en el sistema de recolección selectiva para su posterior comercialización y/o recuperación, reutilización o reciclaje. El cumplimiento de las metas es verificado por el MINAM.

**Artículo 50.- Reciclaje.** El reciclaje constituye una forma de valorización material, que consiste en la transformación de los residuos sólidos en productos, materiales o sustancias, que conserven su finalidad original o cualquier otra finalidad.

**Artículo 51.- Valorización de los residuos orgánicos municipales.** Las municipalidades deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario.

Los programas de parques y jardines de las municipalidades son beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido con los residuos orgánicos que se generan a partir del servicio de limpieza pública. En caso de excedentes estos podrán ser destinados a donación en general o intercambio con otras municipalidades.

**Artículo 52.- Coprocesamiento.** El MINAM con opinión favorable de los sectores vinculados define los residuos que pueden ser objeto de coprocesamiento, sobre la base de las características de los residuos y, los impactos ambientales, económicos y sociales que ocasiona su manejo inadecuado lo cual se define en el Reglamento del presente Decreto Legislativo.

## **D.S N.º 014-2017-MINAM, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

**Artículo 36º.-** "Las municipalidades pueden realizar las operaciones de valorización de residuos sólidos municipales descritas en el artículo 48 del Decreto Legislativo, directamente o a través de las organizaciones de recicladores debidamente formalizados o las EO-RS."

**Artículo 65º.-** La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos sólidos. Son consideradas operaciones de valorización: reciclaje, compostaje, reutilización, recuperación de aceites, bio-conversión, coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otras alternativas posibles y de acuerdo a la disponibilidad tecnológica del país. Los generadores del ámbito de la gestión no municipal pueden ejecutar operaciones de valorización respecto de sus residuos sólidos.

### **PROCESOS DE CONVERSIÓN**

Existen básicamente dos procesos de conversión de los residuos a energía, estos son los del Tipo Biológico y los del Tipo Térmico.

Los primeros son efectuados por bacterias mediante el proceso de digestión anaeróbica, donde se descomponen de manera natural la parte orgánica de los residuos en ausencia de aire. Este proceso ocurre en rellenos sanitarios y sitios no controlados, así como en tanques o reactores, donde se acelera el proceso anterior, en la que se genera una mezcla de gases mejor conocida como Biogás, cuyo principal componente es el metano ( $\text{CH}_4$ ) que es el segundo gas de efecto invernadero más importante, equivalente a 21 veces el bióxido de carbono.

Los procesos de tratamiento térmico son la incineración, la gasificación, la pirólisis o la gasificación por plasma. Cada una de estas se encuentra en un estado de desarrollo de distinto nivel.

Estas posibles alternativas pueden coexistir en un mismo modelo de gestión de los residuos. De todas formas, a la hora de seleccionar una tecnología deben tenerse en cuenta algunos aspectos fundamentales como son, entre otros, los siguientes:

El tipo de residuo o mezcla de residuos a valorizar energéticamente,

Que la tecnología sea flexible, es decir, que sea capaz de responder ante variaciones en las características de los residuos, los cuales presentan normalmente una gran heterogeneidad en su composición,

La experiencia y madurez de la tecnología en aplicaciones de las mismas características a las que se quiere implantar,

La viabilidad económica.

Podemos decir que, de todas las alternativas indicadas, la incineración, la digestión anaerobia y la co-incineración en algunas aplicaciones industriales, son las más probadas y desarrolladas en su aplicación. La gasificación, pirólisis y gasificación por plasma presentan, en comparación con las anteriores, menos referencias a nivel industrial, aunque sí hay una tendencia creciente en implantarse instalaciones de estas tecnologías, debido a las expectativas que en teoría ofrecen de poder conseguir más rendimiento energético y a la baja aceptación a nivel social de la incineración.

Por otro lado, cabe comentar que la incineración y la co-incineración de los residuos en instalaciones industriales con uso intensivo de energía tienen un amplio margen de desarrollo a nivel mundial sobre todo en la unión europea.

## **CONVERSIÓN BIOLÓGICA**

Las transformaciones biológicas de la fracción orgánica de los RSU se pueden utilizar para reducir el volumen y el peso del material; para producir Compost y para producir Metano.

Los principales organismos implicados en las transformaciones biológicas de residuos orgánicos son bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos. Estas transformaciones pueden realizarse aerobiamente o anaerobiamente, según la disponibilidad de oxígeno. Las principales diferencias entre las reacciones de conversión aerobia y anaerobia están en la naturaleza de los productos finales, y en el hecho de que sea necesario suministrar oxígeno para realizar la conversión.

Los procesos biológicos que se han utilizado para la conversión de la fracción orgánica de los RSU son el compostaje aerobio, la digestión anaerobia y el vertido.

### **Compostaje Aerobio**

Si se abandona, la fracción orgánica de los RSU sufrirá descomposición biológica. La extensión y el periodo de tiempo necesario para que se produzca la descomposición dependerán de la naturaleza del residuo, del contenido de humedad, de los nutrientes disponibles, y de otros factores ambientales.

Bajo condiciones controladas, los residuos de jardín y la fracción orgánica de los RSU se pueden convertir en un residuo orgánico estable conocido como compost en un periodo de tiempo razonablemente corto (de cuatro a seis semanas).

En la ecuación, los principales productos finales son: nuevas células, materia orgánica resistente, dióxido de carbono, agua, amoníaco y sulfato.

El compostaje de la fracción orgánica de los RSU en condiciones aerobias se puede representar por la siguiente ecuación:

$$\text{Materia orgánica} + \text{O}_2 + \text{Nutrientes} \rightarrow \text{Nuevas células} + \text{Materia orgánica resistente} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{SO}_4 + \text{Calor}$$

El compost es la materia orgánica resistente que permanece y que normalmente contiene un alto porcentaje de lignina, que es difícil de convertir biológicamente en un periodo de tiempo relativamente corto.

La lignina, que se encuentra principalmente en el papel de periódico, es el polímero orgánico que une las fibras celulósicas en los árboles y algunas plantas.

### **Digestión Anaerobia**

La porción biodegradable de la fracción orgánica de los RSU se puede convertir biológicamente bajo condiciones anaerobias en un gas que contiene dióxido de carbono y metano (CH<sub>4</sub>). Esta conversión se puede representar con la siguiente ecuación:

$$\text{Materia orgánica} + \text{H}_2\text{O} + \text{Nutrientes} \rightarrow \text{Nuevas células} + \text{Materia orgánica resistente} + \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{Calor}$$

De esta forma, los principales productos finales son: dióxido de carbono, metano, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y materia orgánica resistente.

En la mayoría de los procesos de conversión anaerobios, el dióxido de carbono y el metano constituyen más del 99% del gas total producido.

La materia orgánica resistente (o lodos digeridos) debe ser deshidratada antes de evacuarse mediante su extensión en el suelo o mediante vertido. Estos lodos deshidratados a menudo son compostados aerobiamente para aumentar su estabilización, antes de su aplicación.

## **CONVERSIÓN TÉRMICA**

### **Incineración**

Es un proceso exotérmico durante el cual se precisa suministrar al combustible oxígeno para que tenga lugar la combustión del mismo, quedando como principales productos resultantes de la combustión el CO<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>O.

El rango de temperaturas a las que tiene lugar la combustión de los residuos se sitúa entre 850 a 1500°C, dependiendo del combustible y de la configuración física del combustor (Alonso et al 2003).

La incineración es un procedimiento que se utiliza para tratar residuos sólidos urbanos, este sector ha experimentado un rápido desarrollo ya que se han reducido sosteniblemente las emisiones gaseosas debido a la legislación de los países donde se desarrolla esta actividad y a que se han adoptado técnicas que evitan la contaminación producto de la combustión.

### **Pirólisis**

Es un proceso de tratamiento de residuos, en escasos o ausencia total de oxígeno. Por lo que los residuos se descomponen mediante el calor, sin producir reacciones de combustión. Según Moltó, 2007, producto del tratamiento de los residuos sólidos urbanos se obtiene H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, CO y otros compuestos; líquidos como alquitranes, aceites, acetona, ácido acético, metanol, compuestos oxigenados complejos, etc. y un residuo carbonoso o char (Madrid, 2012) (García, 2013).

Las condiciones de operación con las que se lleva a cabo el pirólisis pueden variar, diferenciándose tres tipos:

**Pirolisis lenta:** Proceso discontinuo, ( $P=\text{atm}$ ,  $T= 400\text{ }^{\circ}\text{C} - 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en el que la velocidad de calentamiento es reducida, ( $<2\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ ), prolongando su tiempo de reacción entre 5 minutos y varias horas.

**Pirolisis rápida:** Proceso continuo, a vacío y a temperaturas elevadas, por lo que la velocidad de reacción es mayor que en el caso anterior. Los productos volatilizados permanecen unos segundos en el reactor, evitando las reacciones de condensación. Se usa comúnmente para biomasa.

**Pirolisis “flash”:** Proceso continuo, en el que el tiempo de residencia de los gases es  $<0,5$  s, y la transmisión de calor es muy rápida. Se aplica a casos en los que el material a pirolizar tiene un alto contenido en volátiles.

### **Gasificación**

Es la transformación de una sustancia sólida o líquida en una mezcla gaseosa mediante oxidación parcial con aplicación de calor (Colomer y Gallardo, 2007)

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato que contiene compuestos de carbono (residuo orgánico) es transformado, mediante una serie de reacciones que ocurren a una temperatura determinada en presencia de un agente gasificante (aire, oxígeno y/o vapor de agua) en un combustible de bajo poder calórico. Para obtener un buen rendimiento de la mezcla gaseosa resultante (contenidos altos en hidrógeno y monóxido de carbono) es necesaria una temperatura mínima de 700 a 800°C. Para evitar problemas de aglomeración de cenizas se trabaja a temperaturas de 800 a 1500°C. La calefacción del reactor se realiza normalmente mediante la combustión del gas producido (ONUUDI, 2007).

“La gasificación es un proceso en el que se convierte mediante la oxidación parcial a elevada temperatura, una materia prima en un gas con un moderado poder calorífico (Elías Castells y col 2012).

Esta tecnología trabaja con un 25 – 30% del oxígeno necesario para conseguir la oxidación completa. En la gasificación, la energía química contenida en la materia prima habitualmente sólida, se convierte en energía química contenida en un gas. Las cenizas

generadas en este proceso pueden valorizarse como material de construcción, fertilizante, en fabricación de vidrio, si la materia prima es un residuo orgánico, con bajo contenido de cenizas estas no son valorizables (García, et, al 2013)

La Gasificación es un proceso que separa los residuos sólidos urbanos en sus componentes básicos y posibilita la producción de energía eléctrica. La gasificación realiza la reducción de los residuos sólidos urbanos en ausencia de oxígeno a altas temperaturas evitando las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente (UNIDECO 2015).

### **1.3. Definición de términos básicos.**

**Según el decreto legislativo N° 1278, que prueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

**Valorización.** Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.

**Valorización energética.** Constituyen operaciones de valorización energética, aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como: Coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros.

**Valorización material.** Constituyen operaciones de valorización material: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que, a través de procesos de transformación física, química, u otros demuestran su viabilidad técnica, económica o ambiental.

**Residuos de limpieza de espacio público.** Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.

**Residuos municipales.** Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción.

**Residuo sólido no aprovechable.** Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

**Residuos no municipales.** Los residuos del ámbito de gestión no municipal o residuos no municipales, son aquellos de carácter peligroso y no peligroso que se generan en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios. Comprenden los generados en las instalaciones principales y auxiliares de la operación.

**Residuos sólidos.** Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final.

**Residuos Peligrosos.** Son residuos sólidos peligrosos aquéllos que, por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

**Segregación.** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.

**Tratamiento.** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final.

**Botadero.** Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como

**Coprocesamiento.** Uso de residuos idóneos en los procesos de fabricación con el propósito de recuperar energía y recursos, y reducir en consecuencia el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución.

**Disposición final.** Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.



**Generador.** Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos, sea como fabricante, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considera generador al poseedor de residuos peligrosos, cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección.

## CAPÍTULO II

### MATERIAL Y METODOS

#### 2.1. Material

En la siguiente tabla se detalle de los materiales y equipos empleados durante el desarrollo de la presente investigación.

**Tabla 1**

*Materiales y equipos*

| N°                              | DESCRIPCIÓN        | UNIDAD | CANTIDAD |
|---------------------------------|--------------------|--------|----------|
| <b>Materiales e insumos</b>     |                    |        |          |
| 1                               | Memoria USB 32 GB. | Unid.  | 1        |
| 2                               | Protector facial   | Unid.  | 1        |
| 3                               | Combustible        | Gl.    | 10       |
| 4                               | Mascarillas        | Cajas  | 20       |
| 5                               | Wincha de 50 m     | Unid.  | 1        |
| 6                               | Bolsas plásticas   | millar | 2        |
| 7                               | Guantes            | Unid.  | 20       |
| 8                               | Balanza            | Unid.  | 1        |
| 9                               | Lámina de plástico | Unid.  | 1        |
| <b>Vehículos</b>                |                    |        |          |
| 1                               | Moto lineal        | Unid.  | 1        |
| <b>Materiales de escritorio</b> |                    |        |          |
| 1                               | Papel A4           | Millar | 1        |
| 2                               | Copias en A4       | Unid.  | 250      |
| 3                               | Tablero de apuntes | Unid.  | -        |
| 4                               | Libreta de campo   | Unid.  | 1        |
| 5                               | Lapiceros          | Unid.  | 6        |
| 6                               | Plumón marcador    | Unid.  | 2        |
| <b>Equipos</b>                  |                    |        |          |
| 1                               | Computadora        | Unid.  | 1        |
| 2                               | Cámara fotográfica | Unid.  | 1        |
| 3                               | Impresora          | Unid.  | 1        |

## 2.2. Métodos

**Tabla 2**

*Precios de los residuos sólidos con valor material.*

| N° | Componente                         | Precio/Kg<br>(S/.) |
|----|------------------------------------|--------------------|
| 1  | - Papel                            | 0.40               |
| 2  | - Cartón                           | 0.10               |
| 3  | - PET (Tetrafelato de polietileno) | 0.80               |
| 4  | - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta | 0.80               |
| 5  | - Latas                            | 0.30               |
| 6  | - Metal                            | 0.30               |
| 7  | - Compost                          | 0.40               |

Fuente: Entrevista a empresarios / asociaciones de la Ciudad de Moyobamba

Así mismo se realizó el análisis del compost elaborado con los residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Soritor.

### **Determinación el valor energético de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.**

Se realizó la valorización energética, referido a la determinación de residuos sólidos que puedan ser aprovechados como potencial energético; tales como coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación y otros, para ello se utilizó valores preestablecidos en otros estudios los mismos que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Poder calorífico de los residuos sólidos urbanos*

| <b>Residuos sólidos urbanos</b> | <b>Poder calorífico inferior<br/>(kcal/kg)</b> | <b>Poder calorífico inferior<br/>(MJ/kg)</b> |
|---------------------------------|--|--|
| Materia orgánica                | 3051   | 12.77  |
| Madera                          | 4293.4   | 17.98  |
| Papel                           | 2175.6   | 9.11   |
| Plástico                        | 4800   | 20.1   |
| Textil                          | 2128.26  | 8.91   |
| Caucho                          | 7480   | 31.32  |
| Residuos de baño                | 16152  | 67.63  |

Fuente: Castells, X. E. (2012). Tratamiento y valorización energética de residuos. Ediciones Díaz de Santos.

En la tabla 3, se observa los valores que nos permitirán determinar el potencial energético de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Soritor.

#### **Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Los datos recopilados en campo se validarán aplicando criterios detallados y sistemáticos para su posterior procesamiento e interpretación, para ello se considerarán dos factores: nivel de medición de variables e hipótesis formuladas (**Grosh et al, 1998**)

***Procesamiento de la información.*** Luego de efectuar recolección de datos, el procesamiento estadístico se realizará, aplicando **Excel**, con la cual se realizó sumatorias, promedios, gráficos y otros. Se usó la estadística descriptiva durante el procesamiento estadístico de datos, se utilizará los siguientes estadígrafos:

Estadística descriptiva

Cuadros de frecuencia

Diagrama de barras

Gráfico de sector o de pastel

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Características y cantidad de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.**

##### **3.1.1. Construcción de piquera**

Se basan en la composición física de los residuos sólidos domiciliarios expresada en porcentaje, esta información fue obtenida del Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Soritor – 2019, el estudio fue realizado en un total de 114 viviendas, ubicadas en la zona urbana de la Ciudad de Soritor, los datos han sido organizados en tres grupos según la Guía para la caracterización de residuo sólidos municipales - MINAM:

**Residuos aprovechables.** Son aquellos residuos sólidos que pueden ser aprovechados en la ciudad, por tener un precio en el mercado, como, por ejemplo: papeles, cartones, periódicos, plásticos, PET, plástico duro, metales, ferrosos, metal no ferrosos y vidrios; y aquellos residuos que pueden ser aprovechados en la elaboración de compost.

**Residuos no aprovechables.** Son aquellos residuos sólidos que no pueden ser aprovechados y cuya disposición sería el relleno sanitario.

**Residuos peligrosos.** Son aquellos residuos sólidos que por sus características resultan ser peligrosos como; pañales, serenas, restos de medicinas, pilas, entre otros.

##### **Composición de los residuos sólidos domiciliarios.**

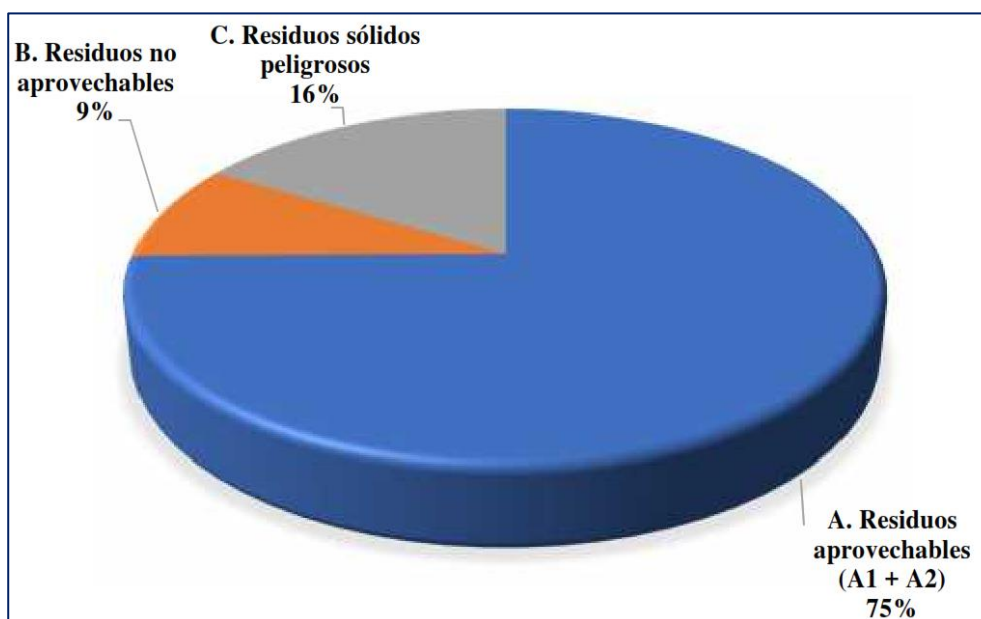
Incluye los residuos generados en las viviendas de la ciudad de Soritor. Los datos se muestran en la siguiente tabla;

**Tabla 4***Composición de los residuos sólidos domiciliarios.*

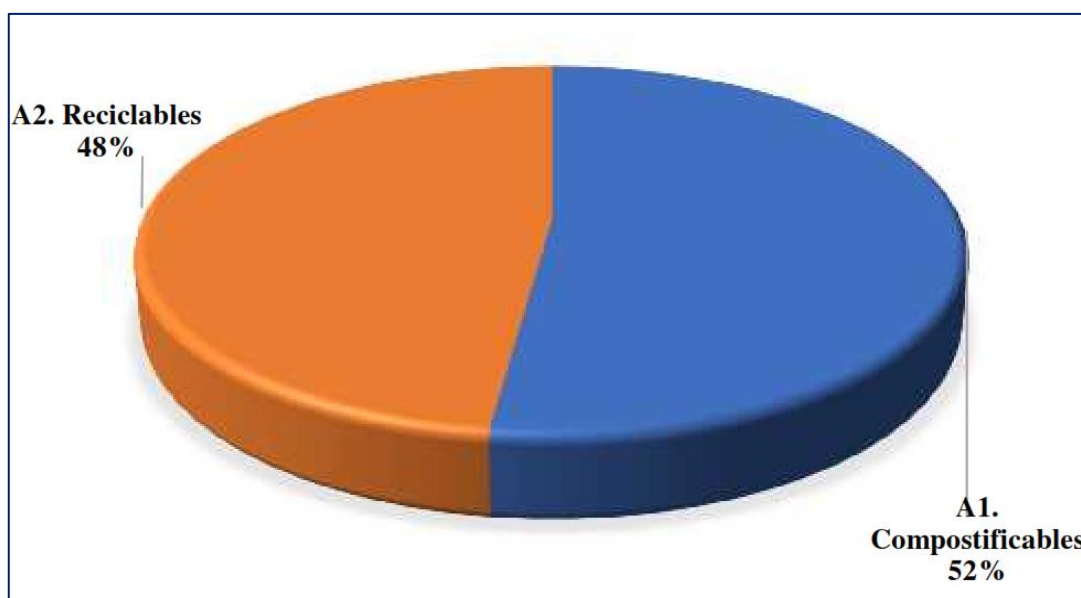
| COMPONENTE  | PORCENTAJE<br>(%) |
|---|-------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>74.72</b>      |
| <b>A1. Compostificables</b>                               | <b>52.36</b>      |
| - Materia orgánica  |                   |
| <b>A2. Reciclables</b>                                    | <b>47.64</b>      |
| - Papel   |                   |
| - Cartón  |                   |
| - Vidrio  |                   |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)                        |                   |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              |                   |
| - Tetrapack   |                   |
| - Tecnopor y similares                                    |                   |
| - Telas y textiles  |                   |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>8.88</b>       |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               |                   |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. |                   |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>16.40</b>      |
| - Residuos sanitarios                                     |                   |
| <b>TOTAL</b>  | <b>100.00</b>     |

Fuente:

Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor -2019

**Figura 1.** Composición de los residuos sólidos domiciliarios.

En la figura 1 se muestra la composición física de los residuos sólidos domiciliarios de los tres grupos, en las que los residuos aprovechables presentan el mayor porcentaje (74.72%) que incluye residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, seguido por los residuos no aprovechables (8.88%), que al igual que los residuos aprovechables incluye residuos sólidos inorgánicos con orgánicos y por el último los residuos sólidos peligrosos (16.40%), que se encuentra los residuos sanitarios, que por sus características se colocó en el grupo de peligrosos.



**Figura 2.** Composición de los residuos sólidos aprovechables

En la figura 2 se muestra el porcentaje de los residuos sólidos aprovechables, de los cuales los compostificables presenta la mayor cantidad (18.32 kg) que representa al 52.36 % de los residuos aprovechables, residuos sólidos orgánicos que pueden convertirse en materia orgánica y los reciclables presenta una menor cantidad (16.67 kg) que representa el 47.64%, en las que se puede observar residuos sólidos como papel, cartón, vidrio, PET y PEAD que pueden ser aprovechados de diferentes formas: reciclaje, reutilización, comercialización, entre otros.

### **Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales.**

Este grupo incluye los residuos generados en los establecimientos comerciales, instituciones educativas, mercados y barrido de calles. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

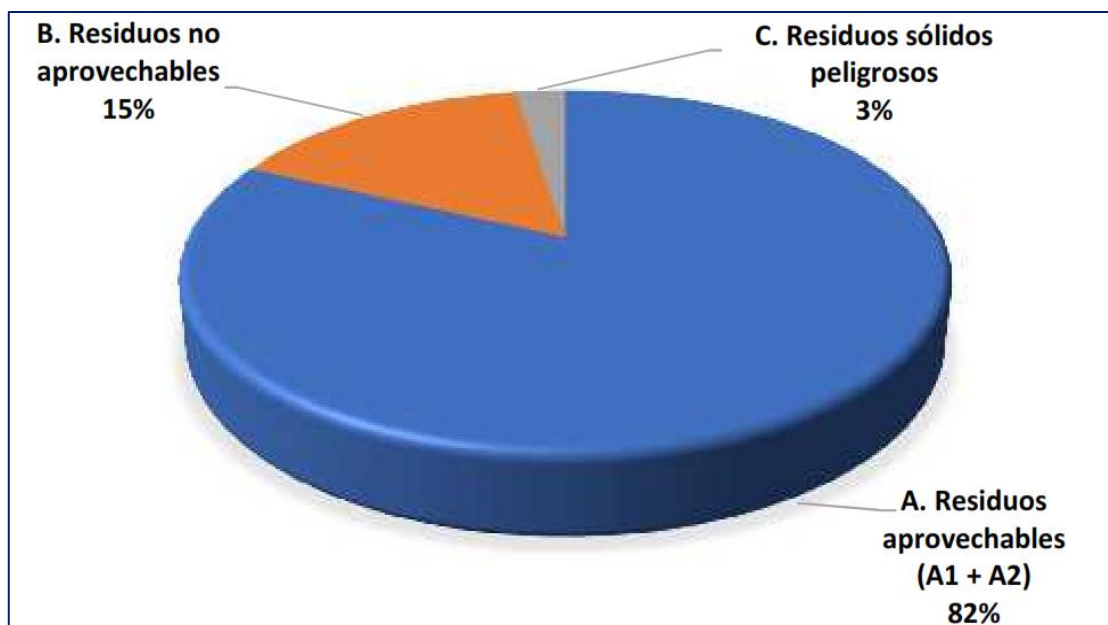
**Tabla 5**

*Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales.*

| <b>COMPONENTE</b>                            | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|--|-----------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>82.00</b>          |
| <b>A1. Compostificables</b>                  | <b>34.67</b>          |
| - Materia orgánica                           |                       |
| - Madera, follaje                            |                       |
| <b>A2. Reciclables</b>                       | <b>65.33</b>          |
| - Papel                                      |                       |
| - Cartón                                     |                       |
| - Vidrio                                     |                       |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           |                       |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) |                       |
| - Latas                                      |                       |
| - Metal                                      |                       |
| - Tecnopor y similares                       |                       |
| - Telas y textiles                           |                       |
| - Caucho, cuero, jebe                        |                       |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>          | <b>15.43</b>          |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                  |                       |
| - Tetrapack                                  |                       |
| - Otros (Productos que no se pueden separar) |                       |
| - Residuos inertes                           |                       |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>        | <b>2.57</b>           |
| - Residuos sanitarios                        |                       |
| - Pilas                                      |                       |
| - Restos de medicinas                        |                       |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>100.00</b>         |

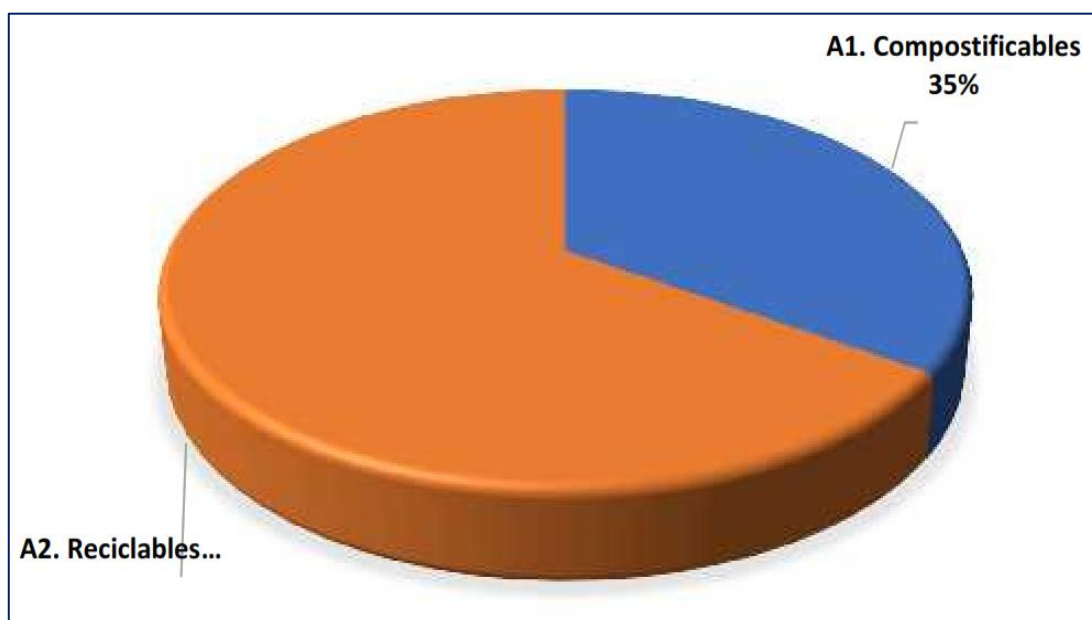
Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor





**Figura 3.** Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales

En la figura 3 se muestra la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales, de los cuales el mayor porcentaje (82.00 %) se observa en los residuos aprovechables, luego está los residuos no aprovechables que tiene un 15.43%, que al igual que los residuos sólidos aprovechables incluye residuos sólidos orgánicos e inorgánicos que no pueden ser aprovechados y que deberían depositarse en los rellenos sanitarios y por último tenemos los residuos sólidos peligrosos que representa el 3%, en la que se puede observar residuos sanitarios, pilas y residuos de restos de medicinas.



**Figura 4.** Composición de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales aprovechables

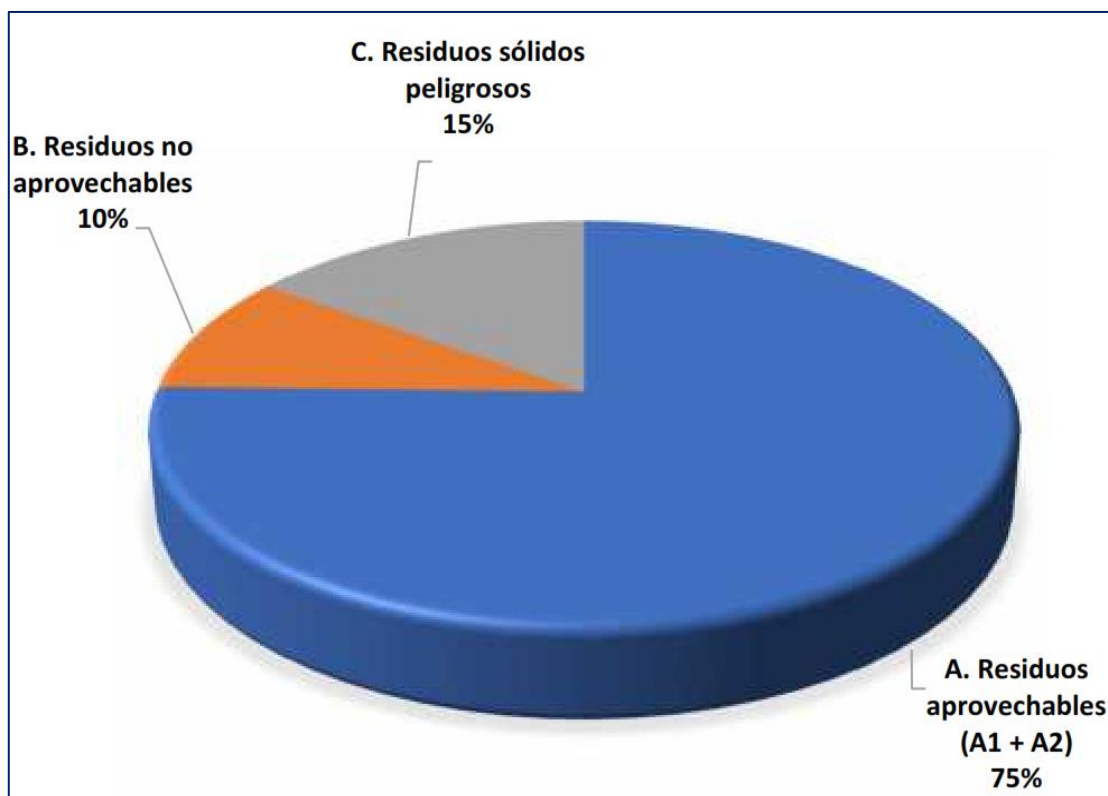
En la figura 4 se muestra el porcentaje de los residuos sólidos aprovechables, de los cuales los compostificables presenta la mayor cantidad (70.88 kg) que representa al 34.67 % de los residuos aprovechables y los reciclables presenta una menor cantidad (133.56 kg) que representa el 65.33%, en las que se puede observar residuos sólidos como papel, cartón, vidrio, PET y PEAD que pueden ser aprovechados de diferentes formas: reciclaje, comercialización, entre otros.

**Tabla 6**

*Composición de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor. (Total de residuos sólidos)*

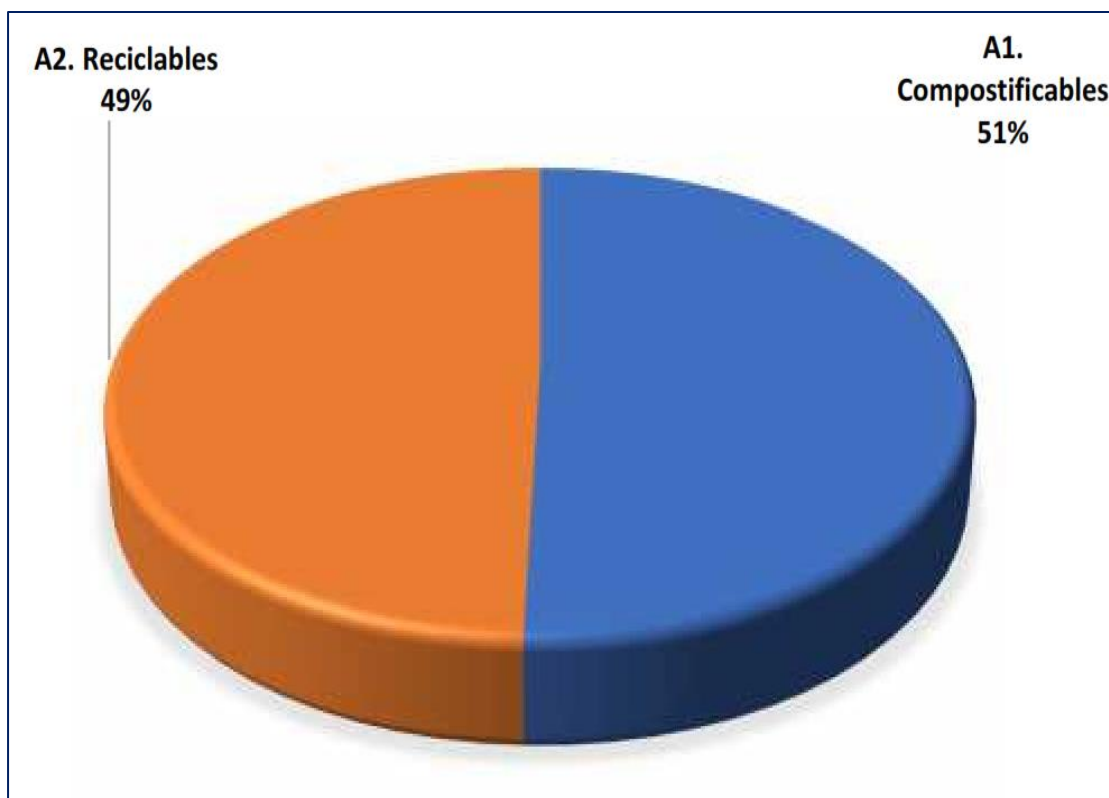
| <b>COMPONENTE</b>   | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|---|-----------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>75.41</b>          |
| <b>A1. Compostificables</b>                               | <b>50.53</b>          |
| - Materia orgánica  |                       |
| - Madera, follaje   |                       |
| <b>A2. Reciclables</b>                                    | <b>49.47</b>          |
| - Papel   |                       |
| - Cartón  |                       |
| - Vidrio  |                       |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)                        |                       |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              |                       |
| - Latas   |                       |
| - Metal   |                       |
| - Tecnopor y similares                                    |                       |
| - Telas y textiles  |                       |
| - Caucho, cuero, jebe                                     |                       |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>9.50</b>           |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               |                       |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. |                       |
| - Tetrapack   |                       |
| - Otros (Productos que no se pueden separar)              |                       |
| - Residuos inertes  |                       |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>15.09</b>          |
| - Residuos sanitarios                                     |                       |
| - Pilas   |                       |
| - Restos de medicinas                                     |                       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>100.00</b>         |

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor-2019.



**Figura 5.** Composición de los residuos sólidos municipales (Total de residuos sólidos de la ciudad de Soritor)

En la figura 5 se muestra la composición física de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Soritor, en las que los residuos aprovechables presentan el mayor porcentaje (75.41%) que incluye residuos sólidos orgánicos e inorgánicos – este porcentaje se ha incrementado con relación a los residuos sólidos domiciliarios (74.72%) debido al incremento del porcentaje de los residuos aprovechables reciclables generados en lo no domiciliario y especiales, que ha hecho que los demás se disminuya su porcentaje - seguido por los residuos no aprovechables (9.50%), que al igual que los residuos aprovechables incluye residuos sólidos inorgánicos con orgánicos y por el último los residuos sólidos peligrosos (15.09%), que se encuentra los residuos sanitarios, que por sus características se colocó en el grupo de peligrosos.



**Figura 6.** Composición de los residuos sólidos municipales aprovechables. (Total de residuos sólidos de la ciudad de Soritor)

En la figura 6 se muestra los porcentajes de los residuos sólidos municipales aprovechables en total generados en la ciudad de Soritor, de los cuales se observa que los residuos reciclables han incrementado su porcentaje (50.53%) con relación a los residuos sólidos domiciliarios (47.64%), esto por el incremento en la generación de residuos sólidos reciclables no domiciliario y especiales, seguido por el compostificables que tiene un 49.47%.

### **3.1.2. Cantidad de los residuos sólidos municipales.**

La cantidad total es de 0.375 Tn/día, 11.62 Tn/mes y anualmente se genera en la ciudad de Soritor 135.14 Tn/año.

#### **Cantidad de residuos sólidos domiciliarios**

Incluye la cantidad de los residuos sólidos generados en las viviendas de la ciudad de Soritor. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Cantidad de residuos sólidos que se generan en las viviendas de la ciudad de Soritor.*

| <b>COMPONENTE</b>   | <b>Peso<br/>(Kg/día)</b> | <b>Peso<br/>(Tn/día)</b> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>253.87</b>            | <b>0.25</b>              |
| <b>A1. Compostificables</b>                               | <b>132.92</b>            | <b>0.13</b>              |
| - Materia orgánica  | 132.92                   | 0.13                     |
| <b>A2. Reciclables</b>                                    | <b>120.95</b>            | <b>0.12</b>              |
| - Papel   | 26.41                    | 0.03                     |
| - Cartón  | 22.20                    | 0.02                     |
| - Vidrio  | 5.22                     | 0.01                     |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)                        | 20.68                    | 0.02                     |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              | 19.74                    | 0.02                     |
| - Tecnopor y similares                                    | 4.35                     | 0.00                     |
| - Telas y textiles  | 22.35                    | 0.02                     |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>30.18</b>             | <b>0.03</b>              |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               | 27.14                    | 0.03                     |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. | 3.05                     | 0.00                     |
| - Tetrapack   | 1.45                     | 0.00                     |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>55.72</b>             | <b>0.06</b>              |
| - Residuos sanitarios                                     | 55.72                    | 0.06                     |
| <b>TOTAL</b>  | <b>339.78</b>            | <b>0.34</b>              |

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor – 2019.

En la tabla 7 se observa las cantidades de los residuos sólidos domiciliarios que se generan en la ciudad de Soritor, de los cuales los compostificables tiene mayor cantidad (0.13 Tn/año), seguida por los reciclables (0.12 Tn/año) que no varía en gran proporción con los compostificables, que hacen un total de aprovechables de 0.25 Tn/año y en menos cantidades los residuos no aprovechables y residuos peligrosos (0.03 y 0.06 Tn/año respectivamente). En total de residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Soritor es de 0.034 Tn/día.

### Cantidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales.

Incluye la cantidad de los residuos sólidos generados establecimientos comerciales, instituciones educativas, mercados y barrido de calles de la ciudad de Soritor. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8**

*Cantidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales.*

| COMPONENTE                                   | Peso<br>(Kg/día) | Peso<br>(Tn/día) |
|--|------------------|------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>29.206</b>    | <b>0.029</b>     |
| <b>A1. Compostificables</b>                  | <b>10.126</b>    | <b>0.010</b>     |
| - Materia orgánica                           | 8.826            | 0.009            |
| - Madera, follaje                            | 1.300            | 0.001            |
| <b>A2. Reciclables</b>                       | <b>19.080</b>    | <b>0.019</b>     |
| - Papel                                      | 2.791            | 0.003            |
| - Cartón                                     | 5.057            | 0.005            |
| - Vidrio                                     | 1.757            | 0.002            |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 1.779            | 0.002            |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 2.079            | 0.002            |
| - Latas                                      | 1.243            | 0.001            |
| - Metal                                      | 1.777            | 0.002            |
| - Tecnopor y similares                       | 0.214            | 0.000            |
| - Telas y textiles                           | 1.619            | 0.002            |
| - Caucho, cuero, jebe                        | 0.764            | 0.001            |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>          | <b>5.497</b>     | <b>0.005</b>     |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                  | 3.109            | 0.003            |
| - Tetrapack                                  | 0.194            | 0.000            |
| - Otros (Productos que no se pueden separar) | 0.843            | 0.001            |
| - Residuos inertes                           | 1.351            | 0.001            |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>        | <b>0.916</b>     | <b>0.001</b>     |
| - Residuos sanitarios                        | 0.614            | 0.001            |
| - Pilas                                      | 0.150            | 0.000            |
| - Restos de medicinas                        | 0.151            | 0.000            |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>35.619</b>    | <b>0.036</b>     |

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor - 2019.

En la tabla 8 se observa las cantidades de los residuos sólidos de establecimientos comerciales y especiales que se generan en la ciudad de Soritor, de los cuales los reciclables tiene mayor cantidad (0.019 Tn/año), seguida por los compostificables (0.010 Tn/año), que hacen un total de aprovechables de 0.029 Tn/año y en menos

cantidades los residuos no aprovechables y residuos peligrosos (0.005 y 0.001 Tn/año respectivamente). En total de residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Soritor es de 0.036 Tn/día, que incluye residuos que se generan en los restaurantes, instituciones públicas y privadas, entre otros.

**Tabla 9**

*Cantidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor*

| COMPONENTE  | PRODUCCIÓN TOTAL |              |               |                |
|---|------------------|--------------|---------------|----------------|
|   | (Kg/día)         | (Tn/día)     | (Tn/mes)      | (Tn/año)       |
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>283.081</b>   | <b>0.283</b> | <b>8.492</b>  | <b>101.909</b> |
| <b>A1. Compostificables</b>                               | <b>143.049</b>   | <b>0.143</b> | <b>4.291</b>  | <b>51.498</b>  |
| - Materia orgánica  | 141.749          | 0.142        | 4.252         | 51.030         |
| - Madera, follaje   | 1.300            | 0.001        | 0.039         | 0.468          |
| <b>A2. Reciclables</b>                                    | <b>140.032</b>   | <b>0.140</b> | <b>4.201</b>  | <b>50.411</b>  |
| - Papel   | 29.202           | 0.029        | 0.876         | 10.513         |
| - Cartón  | 27.259           | 0.027        | 0.818         | 9.813          |
| - Vidrio  | 6.981            | 0.007        | 0.209         | 2.513          |
| - PET (Tetrafolato de polietileno)                        | 22.457           | 0.022        | 0.674         | 8.085          |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              | 21.814           | 0.022        | 0.654         | 7.853          |
| - Latas   | 1.243            | 0.001        | 0.037         | 0.447          |
| - Metal   | 1.777            | 0.002        | 0.053         | 0.640          |
| - Tecnopor y similares                                    | 4.568            | 0.005        | 0.137         | 1.644          |
| - Telas y textiles  | 23.966           | 0.024        | 0.719         | 8.628          |
| - Caucho, cuero, jebe                                     | 0.764            | 0.001        | 0.023         | 0.275          |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>35.681</b>    | <b>0.036</b> | <b>1.070</b>  | <b>12.845</b>  |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               | 30.245           | 0.030        | 0.907         | 10.888         |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. | 3.047            | 0.003        | 0.091         | 1.097          |
| - Tetrapack   | 1.645            | 0.002        | 0.049         | 0.592          |
| - Otros (Productos que no se pueden separar)              | 0.843            | 0.001        | 0.025         | 0.303          |
| - Residuos inertes  | 1.351            | 0.001        | 0.041         | 0.487          |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>56.639</b>    | <b>0.057</b> | <b>1.699</b>  | <b>20.390</b>  |
| - Residuos sanitarios                                     | 56.338           | 0.056        | 1.690         | 20.282         |
| - Pilas   | 0.150            | 0.000        | 0.005         | 0.054          |
| - Restos de medicinas                                     | 0.151            | 0.000        | 0.005         | 0.055          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>375.400</b>   | <b>0.375</b> | <b>11.262</b> | <b>135.144</b> |

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Soritor - 2019

En la tabla 9 se puede observar la cantidad total de residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Soritor por día, mes y año, de los cuales se observa que la mayor cantidad se refleja en los residuos aprovechables compostificables (51.498 Tn/año), seguido por los residuos sólidos aprovechables reciclables (50.411 Tn/año), los mismos que no presentan gran diferencia, esto por la gran cantidad que se genera en los establecimiento comerciales y especiales, luego se tiene los residuos sólidos peligrosos (20.390) y por último los residuos no aprovechables (12.845 Tn/año).

### 3.2. Valor material y económico de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.

Se realizó la valorización material: reutilización, reciclado y compostaje de los residuos sólidos municipales del distrito de Soritor, los resultados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 10**

*Cantidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Soritor con potencial de valor material.*

| <b>COMPONENTE</b>                            | <b>Peso<br/>(Tn/día)</b> |
|--|--------------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>0.25</b>              |
| <i>A1. Compostificables</i>                  | <b>0.13</b>              |
| - Materia orgánica                           | 0.13                     |
| <i>A2. Reciclables</i>                       | <b>0.12</b>              |
| - Papel                                      | 0.03                     |
| - Cartón                                     | 0.02                     |
| - Vidrio                                     | 0.01                     |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 0.02                     |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 0.02                     |
| - Tecnopor y similares                       | 0.00                     |
| - Telas y textiles                           | 0.00                     |



**Tabla 11**

*Cantidad de residuos sólidos no domiciliario y especial de la ciudad de Soritor con potencial de valor material.*

| COMPONENTE                                   | Peso         |
|--|--------------|
|  | Tn/día)      |
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>0.029</b> |
| <b>A1. Compostificables</b>                  | <b>0.010</b> |
| - Materia orgánica                           | 0.009        |
| - Madera, follaje                            | 0.001        |
| <b>A2. Reciclables</b>                       | <b>0.019</b> |
| - Papel                                      | 0.003        |
| - Cartón                                     | 0.005        |
| - Vidrio                                     | 0.002        |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 0.002        |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 0.002        |
| - Latas                                      | 0.001        |
| - Metal                                      | 0.002        |
| - Tecnopor y similares                       | 0.000        |
| - Telas y textiles                           | 0.002        |
| - Caucho, cuero, jebe                        | 0.001        |

**Tabla 12**

*Cantidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor con potencial de valor material. (Total de residuos sólidos)*

| COMPONENTE                                   | PRODUCCIÓN TOTAL |              |              |                |
|--|------------------|--------------|--------------|----------------|
|  | (Kg/día)         | (Tn/día)     | (Tn/mes)     | (Tn/año)       |
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>283.081</b>   | <b>0.283</b> | <b>8.492</b> | <b>101.909</b> |
| <b>A1. Compostificables</b>                  | <b>143.049</b>   | <b>0.143</b> | <b>4.291</b> | <b>51.498</b>  |
| - Materia orgánica                           | 141.749          | 0.142        | 4.252        | 51.030         |
| - Madera, follaje                            | 1.300            | 0.001        | 0.039        | 0.468          |
| <b>A2. Reciclables</b>                       | <b>140.032</b>   | <b>0.140</b> | <b>4.201</b> | <b>50.411</b>  |
| - Papel                                      | 29.202           | 0.029        | 0.876        | 10.513         |
| - Cartón                                     | 27.259           | 0.027        | 0.818        | 9.813          |
| - Vidrio                                     | 6.981            | 0.007        | 0.209        | 2.513          |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 22.457           | 0.022        | 0.674        | 8.085          |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 21.814           | 0.022        | 0.654        | 7.853          |
| - Latas                                      | 1.243            | 0.001        | 0.037        | 0.447          |
| - Metal                                      | 1.777            | 0.002        | 0.053        | 0.640          |
| - Tecnopor y similares                       | 4.568            | 0.005        | 0.137        | 1.644          |
| - Telas y textiles                           | 23.966           | 0.024        | 0.719        | 8.628          |
| - Caucho, cuero, jebe                        | 0.764            | 0.001        | 0.023        | 0.275          |

En la tabla 12 se observa la cantidad de residuos sólidos con valor material generados en la ciudad de Soritor, en ello se tiene que 283.081 kg/día y 101.909 Tn/año, que provienen de las viviendas, establecimientos comerciales (Restaurantes, instituciones públicas y privadas, hostales, etc.) de los mercados y otros, que pueden ser valorizados como: reciclaje, reutilización, comercialización y otros. De estos residuos sólidos los residuos sólidos tecnopor y similares, telas y textiles y caucho, cuero, jebe; se puede aprovechar a través de la reutilización y el resto de los residuos de pueden comercialización, previo tratamiento como la elaboración de compost, compactación del PET, etc.

Para darle valor material a los residuos sólidos compostificables se realizó el tratamiento de los residuos sólidos generados en la ciudad de Soritor (Materia orgánica, madera y follaje), en el mismo que incluye otros residuos que no son considerados en los estudios de caracterización que ingresan a la planta de tratamiento como residuos de la crianza de cuyes, hojarasca, etc., este tratamiento se realizó en la planta de tratamiento de la municipalidad distrital de Soritor, en coordinación con la autoridades actuales, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 13**

*Reporte del producto obtenido del tratamiento de los residuos orgánicos municipales*

| N°   | Fuente de generación de los residuos | Proceso           | Cantidad de residuos (Tn/mes) |       |       |               | PESO TOTAL |
|--|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|---------------|------------|
|  |                                      |                   | Agos.                         | Set.  | Oct.  | Nov.          |            |
| 1  | Mercados                             | Recolectado       | 6.3                           | 10.37 | 8.19  | 8.02          | 32.88      |
|  |                                      | Tratado           | 6                             | 10.35 | 8.15  | 7.98          | 32.48      |
|  |                                      | Producto obtenido | 3.07                          | 0.7   | 4.2   | 2.8           | 10.77      |
| 2  | Viviendas                            | Recolectado       | 11.02                         | 18.15 | 14.32 | 14.03         | 57.52      |
|  |                                      | Tratado           | 10.5                          | 18.12 | 14.26 | 13.97         | 56.85      |
|  |                                      | Producto obtenido | 5.38                          | 1.23  | 7.35  | 4.9           | 18.86      |
| 3  | Otros especificar (*)                | Recolectado       | 5.18                          | 8.52  | 6.72  | 6.58          | 27         |
|  |                                      | Tratado           | 4.93                          | 8.5   | 6.7   | 6.56          | 26.69      |
|  |                                      | Producto obtenido | 2.53                          | 0.57  | 3.45  | 2.3           | 8.85       |
| <b>Peso total recolectado (Tn)</b>           |                                      |                   |                               |       |       | <b>117.4</b>  |            |
| <b>Peso total tratado (Tn)</b>               |                                      |                   |                               |       |       | <b>116.02</b> |            |
| <b>Peso total del producto obtenido (Tn)</b> |                                      |                   |                               |       |       | <b>38.48</b>  |            |

(\*) Barridos de calles, de parques y jardines.

Fuente: Municipalidad Distrital de Soritor. 2019

En tabla 13 se observa la cantidad de compost obtenido del tratamiento de los residuos sólidos compostificables generados en los mercados, viviendas y otros (Barrido de calles, instituciones públicas y privadas, establecimientos comerciales, etc.) de los cuales se puede observar que la mayor cantidad de humus obtenido es del mes de octubre (7.35 Tn/mes) en la fuente de generación de viviendas.

### **INGRESOS POSIBLES A OBTENER POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL HUMUS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMPOSTIFICABLES.**

Del tratamiento se obtiene humus que se puede comercializar, cuyo precio en el mercado está a 40 céntimos de sol (S/. 0.40) – información obtenida en la entrevista a comerciantes de este producto. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 14**

*Ingresos por la comercialización de humus en la ciudad de Soritor*

| Nº | Fuente de generación de los residuos | Peso (Tn/mes) | Precio (S/. / Tn) | Ingresos (S/. / mes) |
|----|--------------------------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| 1  | Mercados                             | 2.6925        | 400.00            | 1,077.00             |
| 2  | Viviendas                            | 4.715         | 400.00            | 1,886.00             |
| 3  | Otros especificar (*)                | 2.2125        | 400.00            | 885.00               |

En la tabla 14 se observa que el ingreso mensual que se pudiera obtener por el procesamiento de residuos sólidos compostificables es de tres mil ochocientos cuarenta y ocho con 00/100 nuevos soles (S/. 3,848.00). Este abono puede ser utilizado por los agricultores de la zona.

### **INGRESOS POSIBLES A OBTENER POR LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES**

De los residuos sólidos reciclables solo el papel, cartón, PET, PEAD, lastas y metal pueden ser comercializados, por existir mercado en la ciudad de Ciudad de Moyobamba.

El cálculo del posible ingreso por la comercialización de estos residuos se obtuvo utilizando la información presentada en la tabla 2. El valor material de los residuos sólidos

como el vidrio, tecnopor y similares, telas y textiles, caucho, cuero y jebe se va obtener de la reutilización los mismos, dicho usos se van a describir en las siguientes tablas:

**Tabla 15**

*Ingresos por la comercialización de los residuos sólidos reciclables en la ciudad de Soritor*

| COMPONENTE                                   | PRODUCCIÓN TOTAL |                | COSTO<br>POR TN<br>(S/.) | INGRESO<br>MENSUAL<br>(S/.) | INGRESO<br>ANUAL<br>(S/.) |
|--|------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|  | (Tn/mes)         | (Tn/año)       |                          |                             |                           |
| <b>Reciclables</b>                           | <b>4.201</b>     | <b>50.411</b>  |                          |                             |                           |
| - Papel                                      | 0.876            | 10.513         | 400.000                  | 350.423                     | 4,205.082                 |
| - Cartón                                     | 0.818            | 9.813          | 100.000                  | 81.778                      | 981.338                   |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 0.674            | 8.085          | 800.000                  | 538.971                     | 6,467.657                 |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 0.654            | 7.853          | 800.000                  | 523.534                     | 6,282.406                 |
| - Latas                                      | 0.037            | 0.447          | 300.000                  | 11.186                      | 134.229                   |
| - Metal                                      | 0.053            | 0.640          | 300.000                  | 15.994                      | 191.931                   |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>11.262</b>    | <b>135.144</b> |                          | <b>1,521.887</b>            | <b>18,262.643</b>         |

En la tabla 15 se muestran el ingreso por mes posible a obtener de la comercialización de los residuos sólidos reciclables que suma un total mensual de mil quinientos veintinueve con 887/100 nuevos soles (S/. 1,521.887), y anualmente se pudiera percibir el ingreso de dieciocho mil doscientos sesenta y dos con 643/100 con nuevos soles (18,262.643), teniendo mayores ingresos en la comercialización de los residuos PET y PEAD (S/ 6,467.657 y 6,282.406 respectivamente).

Uso que se puede dar a los residuos sólidos reciclables que no poseen mercado en la zona, se muestra en la siguiente figura:

| RESIDUOS             | PRODUCCIÓN<br>(Tn/Mes) | POSIBLES USOS   | MUESTRAS DE USOS  |
|----------------------|------------------------|---|---|
| <i>Reciclables</i>   |                        |   |   |
| Vidrio               | 0.209                  | Envases para plantas.<br>Envases para adornos.<br>Floreros.<br>Depósitos múltiples. |    |
| Tecnopor y similares | 0.137                  | Adornos<br>Depósitos<br>Material de relleno   |   |
| Telas y textiles     | 0.719                  | Adornos<br>Muñecas<br>Rellenos<br>Bolsas  |  |
| Caucho, cuero, jebe  | 0.023                  | Bolsos<br>Maletas<br>Adornos<br>Juegos<br>Bolsos de jebe<br>Zapatos                 |  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1.088</b>           |   |   |

**Figura 7.** Usos de los residuos sólidos reciclables

En la figura 7 se muestra el valor material de los residuos sólidos reciclables que no se comercializan en la ciudad de Soritor ni en la ciudad de Moyobamba un total de 1.088

Tn/mes, por lo que su valor material se presenta en la reutilización de los mismo, en la figura se observa los diferentes usos que se pueden dar a estos residuos.

### 3.3. Valor energético de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor.

El valor potencial energético de los residuos sólidos radica en el procesamiento de los residuos sólidos compostificables y residuos sólidos no aprovechables, a través del coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros. Para ello en una primera instancia se seleccionó dichos residuos, los mismos que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 16**

*Potencial energético eléctrico de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Soritor*

| COMPONENTE                                   | PRODUCCIÓN<br>TOTAL<br>(Tn/día) | Poder<br>calorífico<br>inferior<br>(MJ/kg) | Producción<br>de energía<br>(MW/día) | Producción<br>de energía<br>(MW/mes) | Producción<br>de energía<br>(MW/año) |
|--|---------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| - Materia orgánica                           | 0.045                           | 12.770                                     | 0.007                                | 0.202                                | 2.420                                |
| - Madera, follaje                            | 0.003                           | 17.980                                     | 0.001                                | 0.017                                | 0.209                                |
| - Papel                                      | 0.007                           | 9.110                                      | 0.001                                | 0.022                                | 0.265                                |
| - Cartón                                     | 0.022                           | 9.110                                      | 0.002                                | 0.071                                | 0.852                                |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 0.006                           | 20.100                                     | 0.001                                | 0.039                                | 0.469                                |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 0.024                           | 20.100                                     | 0.006                                | 0.168                                | 2.020                                |
| - Telas y textiles                           | 0.033                           | 8.910                                      | 0.003                                | 0.101                                | 1.212                                |
| - Caucho, cuero, jebe                        | 0.003                           | 31.320                                     | 0.001                                | 0.034                                | 0.406                                |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                  | 0.002                           | 20.100                                     | 0.001                                | 0.016                                | 0.192                                |
| - Residuos sanitarios                        | 0.000                           | 67.630                                     | 0.000                                | 0.004                                | 0.043                                |
| <b>TOTAL</b>                                 |                                 |  | <b>0.022</b>                         | <b>0.674</b>                         | <b>8.088</b>                         |

Se observa en la tabla 16 que se puede obtener la energía que produce del procesamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Soritor por los diferentes procesos (Descomposición anaeróbica, entre otros), en base a su potencial calorífico, que hacen un total de 8.088 MW/año.

Así mismo se puede realizar el proceso térmico para generación de energía eléctrica como la incineración, gasificación y pirólisis, los posibles se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 17***Potencial energético eléctrico de los residuos sólidos municipales por proceso térmico*

| <b>Proceso de conversión térmica</b> | <b>Energía Generada (MW/Ton)</b> | <b>Producción Total (Tn/día)</b> | <b>Producción de energía (MW/día)</b> | <b>Producción de energía (MW/mes)</b> | <b>Producción de energía (MW/año)</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Incineración                         | 0.48                             | 0.375                            | 0.180                                 | 5.406                                 | 64.869                                |
| Gasificación                         | 0.61                             | 0.375                            | 0.229                                 | 6.870                                 | 82.438                                |
| Pirólisis                            | 0.8                              | 0.375                            | 0.300                                 | 9.010                                 | 108.115                               |
| <b>TOTAL</b>                         |                                  |                                  | <b>0.710</b>                          | <b>21.285</b>                         | <b>255.422</b>                        |

En la tabla 17 se observa que la se puede producir energía eléctrica por procesos de conversión térmica de los residuos sólidos de la ciudad de Soritor un total de 255.422 MW/año

### 3.4. Discusiones

Los resultados que obtenidos en los estudios de caracterización en la región San Martín, especialmente en lo que se refiere a los residuos sólidos aprovechables, como lo que obtuvieron en la Ciudad de Rioja de 80.97%, como se observa también en los residuos sólidos no aprovechables (19.03%), no varían considerablemente con los resultados presentado en el presente informe, en comparación con la composición de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor que se presentan en dos grupos: Domiciliarios que tiene 74.72% aprovechables (52.3% compostificables y 47.64% reciclables), 8.88% residuos no aprovechables y 16.40% residuos sólidos peligrosos y en lo que se refiere a los residuos sólidos no domiciliarios y especiales se tiene que el 82.00% son aprovechables (34.67% compostificables y 65.33% reciclables), 15.43 residuos sólidos no aprovechables y 2.57% residuos sólidos peligrosos, de ello se tiene un promedio total de 75.41% residuos aprovechables, 9.50% de residuos no aprovechables y 15.09% residuos sólidos peligrosos; la ciudad de Rioja presenta mayor cantidad de población, por ende que hace que varié la cantidad de residuos que generan en esta ciudad, en comparación de lo que genera en la ciudad de Soritor 51.498 Tn/año de residuos aprovechables, 12.845 Tn/año de residuos no aprovechables y 20.390 Tn/año de residuos sólidos peligrosos, así mismo se puede precisar que si se realiza una correcta segregación de los residuos sólidos se puede dar un valor a los residuos sólidos generados en las ciudades, al igual que los menciona Bello en el año 2017,

en la que concluyó que una correcta valorización de los residuos orgánicos reducirá la contaminación presente en el puerto de Acapulco, reducirá costos a los empresarios restauranteros y al municipio, mejorará la calidad de vida al reducirse la contaminación, además de que mejorará la imagen actual del puerto de Acapulco”.

El valor material de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor, se les dio a los residuos de acuerdo al uso que se le puede dar, a los residuos sólidos compostificables (orgánicos) se le hizo el tratamiento para la producción de humus, que nos puede brindar el ingreso aproximado por mes de S/. 3,848.00, y con la comercialización de residuos sólidos reciclables se S/. 1,521.887 que suman un total de ingresos mensuales de S/. 5,369.887, haciendo un total de S/. 64,438.644 al año, así mismo se debe considera los ingresos que se puede tener por la reutilización de estos residuos, y los beneficios ambientales que se lograría con la valorización, estos resultados, no tiene una variación considerable con lo obtenido en su investigación Valverde Trujillo en el año 2019, que obtuvo un ingreso equivalente anual, por la comercialización de los residuos de S/.78,303.74 anual, lo que generaría beneficios, al igual que lo menciona Osorio en el año 2016 en su investigación “Valorización costo- beneficio, del manejo integral de los residuos sólidos, aplicable a conjuntos residenciales en la ciudad de Calli” en la que llego a la conclusión principal que independientemente de los indicadores financieros que se obtengan en los análisis de costo beneficio, es claro que los beneficios que se generan en el ámbito social, económico y ambiental, justifican totalmente cualquier inversión que los conjuntos residenciales realicen en la implementación del PGIRS.

Los valores obtenidos en el potencial de energía eléctrica en base a su potencia calorífica y las conversiones térmicas de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Soritor son muy bajos (8.088 MW/año y 255.422 MW/año respectivamente), a diferencia que obtuvo en sus investigación Dominguez Huamaní & Flores Paredes, en el año 2019, de 8,739.80 MW/año en el año 2015, esto se por la cantidad de residuos sólidos que generan la Provincia de Santa.



## CONCLUSIONES

La composición de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Soritor obtenidas se presentó en dos grupos: Domiciliarios que tiene 74.72% aprovechables (52.3% compostificables y 47.64% reciclables), 8.88% residuos no aprovechables y 16.40% residuos sólidos peligrosos y en lo que se refiere a los residuos sólidos no domiciliarios y especiales se tiene que el 82.00% aprovechables (34.67% compostificables y 65.33% reciclables), 15.43 residuos sólidos no aprovechables y 2.57% residuos sólidos peligrosos, de ello se tiene un promedio total de 75.41% residuos aprovechables, 9.50% de residuos no aprovechables y 15.09% residuos sólidos peligrosos. La cantidad de residuos generados se tiene 51.498 Tn/año de residuos aprovechables, 12.845 Tn/año de residuos no aprovechables y 20.390 Tn/año de residuos sólidos peligrosos.

El valor material de los residuos se basa en la comercialización directa y post tratamiento de estos residuos, de ello se puede obtener ingresos por la comercialización de humus de tres mil ochocientos cuarenta y ocho con 00/100 nuevos soles (S/. 3,848.00), por la comercialización de residuos sólidos reciclables mil quinientos veintiunos con 887/100 nuevos soles (S/. 1,521.887), y anualmente se pudiera percibir el ingreso de dieciocho mil doscientos sesenta y dos con 643/100 con nuevos soles (18,262.643), teniendo mayores ingresos en la comercialización de los residuos PET y PEAD (S/ 6,467.657 y 6,282.406 respectivamente), así mismo se puede obtener valor material a través de la reutilización de los residuos, en la fabricación de bolsos, utilización como envases, fabricación de adornos, etc.

Con referencia al valor energético se obtuvo como potencial de energía eléctrica en base a su potencial calorífico de los residuos sólidos (8.088 MW/año) y por procesos de conversión térmica (Incineración, gasificación y pirólisis) se tiene un potencial de energía eléctrica de 255.422 MW/año, el mismo pudiera ser utilizado en las viviendas de la ciudad de Soritor.

## **RECOMENDACIONES**

A la Municipalidad Distrital de Soritor, que implemente plantas de tratamiento tanto de residuos sólidos compostificables con reciclables, que permitan tratar a los residuos generados en la ciudad de Soritor y con ello lograr mejorar su gestión, con referencia a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.

A la población de la ciudad de Soritor, apoyar a la municipalidad en la segregación de los residuos sólidos en sus viviendas y a colaborar con el proceso de tratamiento de los residuos

A la comunidad estudiantil en general de la carrera de Ingeniería Ambiental a realizar investigación que permitan obtener beneficios a través del tratamiento de los residuos sólidos urbanos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, I (2000). Saneamiento ambiental. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a distancia.
- CAREAGA, J (1993). Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. México: SEDESOL Instituto Nacional de Ecología.
- CASTELL, X.E (2000). Reciclaje de residuos industriales. Madrid – España: Díaz de Santos S.A.
- CASTELLS, X. E. (2012). Tratamiento y valorización energética de residuos. Madrid España. Ediciones Díaz de Santos S.A. **ISBN:** 84-7978-694-9
- CASILLO, M. (2012). Determinación de la Composición y Densidad de los Residuos Sólidos Urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. (Tesis de Ingeniería Ambiental). Universidad Internacional SEK, Quito.
- CEDANO DE LEÓN, D. (2012). Valorización Energética de Residuos Como Combustibles Alternativos en Plantas Cementeras. (Tesis de Máster). Universidad Politécnica de Valencia.
- CÓRDOVA, G (2014). Los desechos sólidos y su incidencia en el bienestar socioambiental en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua. Ambato: UTA.
- DECRETO SUPREMO N° 014-2017-MINAM. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- DÍAZ, C (2014). Evaluación del manejo ambiental de residuos, a partir de un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos urbanos, industriales y peligrosos a nivel de la Provincia Constitucional del Callao (tesis). UNC.
- D.S. 1278. Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- D.S. N° 014-2017-MINAM, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

- DOMINGUEZ HUAMANÍ, Á. & FLORES PAREDES, J. A. (2019). Uso De Los Residuos Solidos Municipales Para La Generacion De Energía Eléctrica. *Universidad Nacional Del*, 6, 2–106. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2557/23177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ELÍAS, X. E. (2009). Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Ediciones Díaz de Santos.
- KIELY, G (1999) Ingeniería ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid, España: McGraw-Hill
- Ley General del Ambiente. Ley N° 28611.
- MATA, E (2010). Elaboración de una guía práctica para el manejo de los desechos sólidos y su incidencia en la contaminación ambiental en la ciudad de Saquisilí, barrio La Compañía. Saquisilí: UTC
- MINAM (2018). Guía para la caracterización de residuo sólidos municipales. Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM.
- MINAM (2016). Guía metodológica para la elaboración del plan de manejo de gestión integral de residuos sólidos.
- MPCP (2009). Municipalidad Provincial Coronel Portillo – Pucallpa, Yumik Tuesta Chávez, coordinadora Programa de Especialización de Residuos Sólidos, Ciudad Saludable.
- MV (2007). Municipalidad de la Victoria – Lima, Perú.
- RAMÍREZ, W (2010). Estudio y diseño del manejo integral de los desechos sólidos en los cantones Balsas y Marcabelí, Provincia de El Oro. Guayaquil: ESPOL.
- SEMARNAT (2007). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. Habana: ONUDI.
- VALVERDE TRUJILLO, A. (2019). Valorización de residuos y costo de oportunidad en las empresas del Grupo Palmas, región San Martín, 2018. *Universidad César Vallejo*.
- TAMAYO Y TAMAYO, MARIO (2006). El proceso de la investigación científica, incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. Editorial Limusa. México. ISBN 968-18-5872-7

TCHOBANOGLIOUS, G. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. Madrid, España: McGraw-Hill/interamericana de España, S.A

YUSTY, J (2014). Evaluación, seguimiento y control al plan de manejo integral de residuos sólidos-PMIRS del grupo éxito, en los almacenes Carulla en la ciudad de Cali – Valle del Cauca, Colombia (tesis de titulación). Universidad Autónoma de Occidente. Colombia.

**ANEXOS**

## Anexo 1:

## Instrumentos de recolección de datos

Mes: ..... Fecha:.....

| Tipo de residuo        | Residuo          | Cantidad generada | Unidad de medida | Precio venta(S/.) | Total Ingresos (S/.) | Total de gastos (S/.) | Ingreso por cantidad recolectada (S/.) |
|------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|--|
| Residuos domiciliarios | Papel            |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Cartón           |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Plástico         |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Metal            |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Baterías         |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Hidrocarburos    |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Escoria metálica |                   |                  |                   |                      |                       |  |
| Residuos industriales  | Metal            |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Plástico         |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Papel            |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Cartón           |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Madera           |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Baterías         |                   |                  |                   |                      |                       |  |
|                        | Neumáticos       |                   |                  |                   |                      |                       |  |
| Hidrocarburos          |                  |                   |                  |                   |                      |                       |  |

**Anexo 2.**  
**Resultados generales.**

| COMPONENTE  | DIA<br>1    | DIA<br>2    | DIA<br>3    | DIA<br>4    | DIA<br>5    | DIA<br>6    | DIA<br>7    | PESO<br>(Kg/Semana) | PORCENTAJE<br>(%) | PESO<br>(Kg/día) | Promedio/vivienda<br>(Kg/día) (*) | Peso<br>(Kg/día) | Peso<br>(Tn/día) |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>4.68</b> | <b>4.53</b> | <b>5.48</b> | <b>5.70</b> | <b>4.98</b> | <b>4.48</b> | <b>5.14</b> | <b>34.99</b>        | <b>74.72</b>      | <b>5.00</b>      | <b>0.044</b>                      | <b>253.87</b>    | <b>0.25</b>      |
| <i>A1. Compostificables</i>                               | <b>2.32</b> | <b>2.00</b> | <b>2.66</b> | <b>3.04</b> | <b>2.34</b> | <b>2.76</b> | <b>3.20</b> | <b>18.32</b>        | <b>52.36</b>      | <b>2.62</b>      | <b>0.023</b>                      | <b>132.92</b>    | <b>0.13</b>      |
| - Materia orgánica  | 2.32        | 2.00        | 2.66        | 3.04        | 2.34        | 2.76        | 3.20        | 18.32               |                   | 2.62             | 0.023                             | 132.92           | 0.13             |
| <i>A2. Reciclables</i>                                    | <b>2.36</b> | <b>2.53</b> | <b>2.82</b> | <b>2.66</b> | <b>2.64</b> | <b>1.72</b> | <b>1.94</b> | <b>16.67</b>        | <b>47.64</b>      | <b>2.38</b>      | <b>0.021</b>                      | <b>120.95</b>    | <b>0.12</b>      |
| - Papel   | 0.78        | 0.74        | 0.66        | 0.66        | 0.38        | 0.18        | 0.24        | 3.64                |                   | 0.52             | 0.005                             | 26.41            | 0.03             |
| - Cartón  | 0.80        | 0.54        | 0.22        | 0.42        | 0.54        | 0.34        | 0.20        | 3.06                |                   | 0.44             | 0.004                             | 22.20            | 0.02             |
| - Vidrio  | 0.00        | 0.04        | 0.38        | 0.00        | 0.00        | 0.18        | 0.12        | 0.72                |                   | 0.10             | 0.001                             | 5.22             | 0.01             |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)                        | 0.44        | 0.65        | 0.60        | 0.22        | 0.36        | 0.42        | 0.16        | 2.85                |                   | 0.41             | 0.004                             | 20.68            | 0.02             |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              | 0.26        | 0.20        | 0.30        | 0.50        | 0.82        | 0.30        | 0.34        | 2.72                |                   | 0.39             | 0.003                             | 19.74            | 0.02             |
| - Tecnopor y similares                                    | 0.08        | 0.14        | 0.06        | 0.18        | 0.06        | 0.02        | 0.06        | 0.60                |                   | 0.09             | 0.001                             | 4.35             | 0.00             |
| - Telas y textiles  | 0.00        | 0.22        | 0.60        | 0.68        | 0.48        | 0.28        | 0.82        | 3.08                |                   | 0.44             | 0.004                             | 22.35            | 0.02             |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>1.68</b> | <b>0.64</b> | <b>0.52</b> | <b>0.32</b> | <b>0.38</b> | <b>0.24</b> | <b>0.38</b> | <b>4.16</b>         | <b>8.88</b>       | <b>0.59</b>      | <b>0.005</b>                      | <b>30.18</b>     | <b>0.03</b>      |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               | 1.66        | 0.48        | 0.38        | 0.32        | 0.34        | 0.20        | 0.36        | 3.74                |                   | 0.53             | 0.005                             | 27.14            | 0.03             |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. | 0.02        | 0.16        | 0.14        | 0.00        | 0.04        | 0.04        | 0.02        | 0.42                |                   | 0.06             | 0.001                             | 3.05             | 0.00             |
| - Tetrapack   | 0.08        | 0.00        | 0.00        | 0.06        | 0.04        | 0.00        | 0.02        | 0.20                |                   | 0.03             | 0.000                             | 1.45             | 0.00             |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>0.38</b> | <b>0.72</b> | <b>1.64</b> | <b>1.20</b> | <b>1.20</b> | <b>0.84</b> | <b>1.70</b> | <b>7.68</b>         | <b>16.40</b>      | <b>1.10</b>      | <b>0.010</b>                      | <b>55.72</b>     | <b>0.06</b>      |
| - Residuos sanitarios                                     | 0.38        | 0.72        | 1.64        | 1.20        | 1.20        | 0.84        | 1.70        | 7.68                |                   | 1.10             | 0.010                             | 55.72            | 0.06             |
| <b>TOTAL</b>  | <b>6.74</b> | <b>5.89</b> | <b>7.64</b> | <b>7.22</b> | <b>6.56</b> | <b>5.56</b> | <b>7.22</b> | <b>46.83</b>        | <b>100.00</b>     | <b>6.69</b>      | <b>0.059</b>                      | <b>339.78</b>    | <b>0.34</b>      |

(\*) se considera 114 viviendas de muestra

(\*\*) se considera que la ciudad de Soritor hay 5790 viviendas



### Caracterización y cantidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales

| COMPONENTE                                   | DIA 1        | DIA 2        | DIA 3        | DIA 4        | DIA 5        | DIA 6        | DIA 7        | PESO<br>(kg/semana) | PORCENTAJE<br>(%) | Peso<br>(Kg/día) | Peso<br>(Tn/día) |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>   | <b>30.38</b> | <b>35.25</b> | <b>32.02</b> | <b>27.32</b> | <b>23.66</b> | <b>28.49</b> | <b>27.32</b> | <b>204.44</b>       | <b>82.00</b>      | <b>29.206</b>    | <b>0.029</b>     |
| <i>A1. Compostificables</i>                  | <b>9.28</b>  | <b>10.60</b> | <b>11.15</b> | <b>11.02</b> | <b>7.62</b>  | <b>10.79</b> | <b>10.42</b> | <b>70.88</b>        | <b>34.67</b>      | <b>10.126</b>    | <b>0.010</b>     |
| - Materia orgánica                           | 7.48         | 9.20         | 8.75         | 10.82        | 7.32         | 9.79         | 8.42         | 61.78               |                   | 8.826            | 0.009            |
| - Madera, follaje                            | 1.80         | 1.40         | 2.40         | 0.20         | 0.30         | 1.00         | 2.00         | 9.10                |                   | 1.300            | 0.001            |
| <i>A2. Reciclables</i>                       | <b>21.10</b> | <b>24.65</b> | <b>20.87</b> | <b>16.30</b> | <b>16.04</b> | <b>17.70</b> | <b>16.90</b> | <b>133.56</b>       | <b>65.33</b>      | <b>19.080</b>    | <b>0.019</b>     |
| - Papel                                      | 2.50         | 3.60         | 4.80         | 2.10         | 2.84         | 1.20         | 2.50         | 19.54               |                   | 2.791            | 0.003            |
| - Cartón                                     | 6.40         | 9.20         | 5.70         | 4.80         | 2.10         | 4.10         | 3.10         | 35.40               |                   | 5.057            | 0.005            |
| - Vidrio                                     | 2.20         | 1.50         | 1.25         | 0.95         | 1.20         | 2.10         | 3.10         | 12.30               |                   | 1.757            | 0.002            |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)           | 2.25         | 1.55         | 1.50         | 2.10         | 1.30         | 2.10         | 1.65         | 12.45               |                   | 1.779            | 0.002            |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad) | 2.30         | 3.20         | 1.90         | 1.65         | 1.40         | 1.95         | 2.15         | 14.55               |                   | 2.079            | 0.002            |
| - Latas                                      | 1.20         | 1.90         | 0.80         | 1.00         | 1.10         | 1.50         | 1.20         | 8.70                |                   | 1.243            | 0.001            |
| - Metal                                      | 2.10         | 1.20         | 2.16         | 1.50         | 1.98         | 2.50         | 1.00         | 12.44               |                   | 1.777            | 0.002            |
| - Tecnopor y similares                       | 0.20         | 0.30         | 0.40         | 0.20         | 0.00         | 0.20         | 0.20         | 1.50                |                   | 0.214            | 0.000            |
| - Telas y textiles                           | 1.40         | 2.00         | 1.16         | 1.10         | 2.92         | 1.55         | 1.20         | 11.33               |                   | 1.619            | 0.002            |
| - Caucho, cuero, jebe                        | 0.55         | 0.20         | 1.20         | 0.90         | 1.20         | 0.50         | 0.80         | 5.35                |                   | 0.764            | 0.001            |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>          | <b>6.60</b>  | <b>4.00</b>  | <b>6.20</b>  | <b>4.90</b>  | <b>7.82</b>  | <b>4.86</b>  | <b>4.10</b>  | <b>38.48</b>        | <b>15.43</b>      | <b>5.497</b>     | <b>0.005</b>     |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                  | 4.20         | 2.00         | 3.90         | 2.90         | 3.56         | 3.10         | 2.10         | 21.76               |                   | 3.109            | 0.003            |
| - Tetrapack                                  | 0.40         | 0.20         | 0.30         | 0.10         | 0.00         | 0.16         | 0.20         | 1.36                |                   | 0.194            | 0.000            |
| - Otros (Productos que no se pueden separar) | 0.20         | 0.20         | 0.90         | 0.00         | 3.30         | 0.80         | 0.50         | 5.90                |                   | 0.843            | 0.001            |
| - Residuos inertes                           | 1.80         | 1.60         | 1.10         | 1.90         | 0.96         | 0.80         | 1.30         | 9.46                |                   | 1.351            | 0.001            |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>        | <b>1.40</b>  | <b>0.55</b>  | <b>0.90</b>  | <b>0.55</b>  | <b>0.20</b>  | <b>0.50</b>  | <b>0.20</b>  | <b>6.41</b>         | <b>2.57</b>       | <b>0.916</b>     | <b>0.001</b>     |
| - Residuos sanitarios                        | 1.40         | 0.55         | 0.90         | 0.55         | 0.20         | 0.50         | 0.20         | 4.30                |                   | 0.614            | 0.001            |
| - Pilas                                      | 0.15         | 0.00         | 0.20         | 0.00         | 0.50         | 0.20         | 0.00         | 1.05                |                   | 0.150            | 0.000            |
| - Restos de medicinas                        | 0.10         | 0.30         | 0.20         | 0.20         | 0.16         | 0.00         | 0.10         | 1.06                |                   | 0.151            | 0.000            |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>38.38</b> | <b>39.80</b> | <b>39.12</b> | <b>32.77</b> | <b>31.68</b> | <b>33.85</b> | <b>31.62</b> | <b>249.33</b>       | <b>100.00</b>     | <b>35.619</b>    | <b>0.036</b>     |

(\*) Establecimientos comerciales 74 establecimientos

**Caracterización y cantidad de residuos sólidos municipales (Total de residuos sólidos urbanos)**

| <b>COMPONENTE</b>   | <b>Res. sól. domic.<br/>(Kg/día)</b> | <b>Res. sól. no domic. y<br/>espec.<br/>(Kg/día)</b> | <b>PESO TOTAL<br/>(Kg/día)</b> | <b>PORCENTAJE<br/>(%)</b> |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------|
| <b>A. Residuos aprovechables (A1 + A2)</b>                | <b>253.875</b>                       | <b>29.206</b>  | <b>283.081</b>                 | <b>75.41</b>              |
| <b>A1. Compostificables</b>                               | <b>132.923</b>                       | <b>10.126</b>  | <b>143.049</b>                 | <b>50.53</b>              |
| - Materia orgánica  | 132.923                              | 8.826  | 141.749                        |                           |
| - Madera, follaje   | 0.000                                | 1.300  | 1.300                          |                           |
| <b>A2. Reciclables</b>                                    | <b>120.952</b>                       | <b>19.080</b>  | <b>140.032</b>                 | <b>49.47</b>              |
| - Papel   | 26.411                               | 2.791  | 29.202                         |                           |
| - Cartón  | 22.202                               | 5.057  | 27.259                         |                           |
| - Vidrio  | 5.224                                | 1.757  | 6.981                          |                           |
| - PET (Tetrafelato de polietileno)                        | 20.679                               | 1.779  | 22.457                         |                           |
| - PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)              | 19.735                               | 2.079  | 21.814                         |                           |
| - Latas   | 0.000                                | 1.243  | 1.243                          |                           |
| - Metal   | 0.000                                | 1.777  | 1.777                          |                           |
| - Tecnopor y similares                                    | 4.353                                | 0.214  | 4.568                          |                           |
| - Telas y textiles  | 22.347                               | 1.619  | 23.966                         |                           |
| - Caucho, cuero, jebe                                     | 0.000                                | 0.764  | 0.764                          |                           |
| <b>B. Residuos no aprovechables</b>                       | <b>30.183</b>                        | <b>5.497</b>   | <b>35.681</b>                  | <b>9.50</b>               |
| - Bolsas plásticas (bolsas)                               | 27.136                               | 3.109  | 30.245                         |                           |
| - Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros. | 3.047                                | 0.000  | 3.047                          |                           |
| - Tetrapack   | 1.451                                | 0.194  | 1.645                          |                           |
| - Otros (Productos que no se pueden separar)              |                                      | 0.843  | 0.843                          |                           |
| - Residuos inertes  |                                      | 1.351  | 1.351                          |                           |
| <b>C. Residuos sólidos peligrosos</b>                     | <b>55.723</b>                        | <b>0.916</b>   | <b>56.639</b>                  | <b>15.09</b>              |
| - Residuos sanitarios                                     | 55.723                               | 0.614  | 56.338                         |                           |
| - Pilas   |                                      | 0.150  | 0.150                          |                           |
| - Restos de medicinas                                     |                                      | 0.151  | 0.151                          |                           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>339.782</b>                       | <b>35.619</b>  | <b>375.400</b>                 | <b>100.00</b>             |

**Reporte de toneladas tratadas de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Soritor 2020.**

| N°                                    | FUENTE DE GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS | PROCESO           | CANTIDAD DE RESIDUOS (Tn/MES) |       |       |       | PESO TOTAL |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|------------|
|                                       |                                      |                   | AGOS.                         | SET.  | OCT.  | NOV.  |            |
|                                       |                                      | RECOLECTADO       | 6.3                           | 10.37 | 8.19  | 8.02  | 32.88      |
| 1                                     | MERCADOS                             | TRATADO           | 6                             | 10.35 | 8.15  | 7.98  | 32.48      |
|                                       |                                      | PRODUCTO OBTENIDO | 3.07                          | 0.7   | 4.2   | 2.8   | 10.77      |
|                                       |                                      | RECOLECTADO       | 11.02                         | 18.15 | 14.32 | 14.03 | 57.52      |
| 2                                     | VIVIENDAS                            | TRATADO           | 10.5                          | 18.12 | 14.26 | 13.97 | 56.85      |
|                                       |                                      | PRODUCTO OBTENIDO | 5.38                          | 1.23  | 7.35  | 4.9   | 18.86      |
|                                       |                                      | RECOLECTADO       | 5.18                          | 8.52  | 6.72  | 6.58  | 27         |
| 3                                     | OTROS ESPECIFICAR                    | TRATADO           | 4.93                          | 8.5   | 6.7   | 6.56  | 26.69      |
|                                       |                                      | PRODUCTO OBTENIDO | 2.53                          | 0.57  | 3.45  | 2.3   | 8.85       |
| PESO TOTAL RECOLECTADO (TN)           |                                      |                   |                               |       |       |       | 117.4      |
| PESO TOTAL TRATADO (TN)               |                                      |                   |                               |       |       |       | 116.02     |
| PESO TOTAL DEL PRODUCTO OBTENIDO (TN) |                                      |                   |                               |       |       |       | 38.48      |

**Anexo 3:**  
**Panel fotográfico.**



*Fotografía A.* Encuesta a pobladores de la ciudad de Soritor



*Fotografía B.* Pesado de muestra



*Fotografía C.* Caracterización de los residuos sólidos urbanos