



**Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor  
de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”**

Reyes Dávila, Juan José

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Licenciatura en Ciencias Navales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Navales

Director: Mgs. Ávalos Rodríguez, Xavier Aquiles

Salinas, 3 de diciembre del 2020



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA  
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación: **Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y el comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”**, fue realizado por el señor **Reyes Dávila, Juan José** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma:

.....  
**Mgs. Ávalos Rodríguez, Xavier Aquiles**

C. C.: 0912416278



## Document Information

---

**Analyzed document**      CAPÍTULOLOS.docx (D86658845)

**Submitted**                11/25/2020 8:46:00 PM

**Submitted by**

**Submitter email**        jjreyes7@espe.edu.ec

**Similarity** 5%

**Analysisaddress**        xaavalos.espe@analysis.urkund.com

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Xavier Aquiles", written over a horizontal line.

.....  
**Mgs. Avalos Rodríguez, Xavier Aquiles**

**DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA  
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Reyes Dávila, Juan José**, con cédula de ciudadanía n° 1723358212, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y el comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma:

.....

**Reyes Dávila, Juan José**

C.C.: 1723358212



**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA  
CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **Reyes Dávila, Juan José**, con cédula de ciudadanía n° 1723358212, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación: **Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y el comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Salinas, diciembre 3 de 2020

Firma:

.....  
**Reyes Dávila, Juan José**

C.C.: 1723358212

### **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a: Mis padres: Hernán Reyes y Rocío Dávila; a mi hermano: Lenin; y, a mi abuelita: Carlota Rodríguez viuda de Dávila; de quienes, en todo momento he recibido un apoyo absoluto e incondicional, para no decaer, cuando parecía imposible llegar a la meta.

**Juan José Reyes Dávila**

## **Agradecimiento**

Mi imperecedero agradecimiento, a: Dios “Alfa & Omega” (principio y fin de todas las cosas).

A toda mi familia, por sus incalculables consejos, en los momentos precisos.

De manera especial a mis padres y a mis tíos, quienes con paciencia me inculcaron que, con ahínco, se puede llegar a culminar con éxito un objetivo; así como también a los señores Director y Codirector de tesis, (Mgs. Xavier Ávalos y Mgs. Mario Álvarez, respectivamente), por su valiosa guía y asesoramiento.

**Juan José Reyes Dávila**

**ÍNDICE GENERAL**

<b>PORTADA</b>	<b>1</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>REPORTE URKUND</b>	<b>3</b>
<b>RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA</b>	<b>4</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>15</b>
<b>Abreviaturas</b>	<b>16</b>
<b>Resumen</b>	<b>17</b>
<b>Abstract</b>	<b>18</b>
<b>Introducción</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>21</b>
<b>Contextualización</b>	<b>22</b>
<b>Análisis crítico</b>	<b>26</b>
<b>Enunciado del problema</b>	<b>27</b>
<b>Delimitación del objeto de estudio</b>	<b>27</b>

<b>Pregunta</b>	<b>28</b>
<b>Idea a defender y/o hipótesis y variables</b>	<b>28</b>
<b>Justificación</b>	<b>29</b>
<b>Objetivos</b>	<b>31</b>
<b>General</b>	<b>31</b>
<b>Específicos</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>32</b>
<b>Fundamentación Teórica</b>	<b>32</b>
<i>Marco Teórico</i>	32
<i>Antecedentes.</i>	32
<i>Marco Conceptual</i>	32
<i>Los desechos.</i>	33
<i>Desechos.</i>	33
<b>Residuos.</b>	<b>34</b>
<i>Generación de residuos.</i>	34
<i>Impactos ambientales que generan los residuos, cuando no son manejados correctamente.</i>	35
<i>Condiciones del manejo de los residuos en América Latina</i>	38
<i>Condiciones del manejo de residuos en el Ecuador.</i>	40
<i>Condiciones del manejo de los residuos en la Provincia de Santa Elena y el Cantón Salinas.</i>	52
<i>Condiciones del manejo de los residuos en la ESSUNA.</i>	52
<i>Condiciones climáticas en la zona de la ESSUNA.</i>	53
<i>Temperatura</i>	54

	10
<i>Precipitación.</i> _____	54
<i>Precipitación</i> _____	54
<b>Humedad relativa.</b> _____	<b>55</b>
<i>Heliofanía.</i> _____	55
<i>Temperatura promedio por hora del día.</i> _____	56
<b>Residuos orgánicos.</b> _____	<b>56</b>
<i>Técnicas existentes para el compostaje de los residuos orgánicos</i> _____	57
<b>Dificultades a superar en el manejo de los residuos orgánicos.</b> _____	<b>59</b>
<i>Conceptos técnicos</i> _____	59
<i>Marco Legal</i> _____	66
<b>CAPÍTULO II</b> _____	<b>72</b>
<b>Fundamentación Metodológica</b> _____	<b>72</b>
<i>Enfoque o Tipo de Investigación</i> _____	72
<i>Alcance o Niveles de Investigación</i> _____	73
<b>Diseño de la Investigación</b> _____	<b>73</b>
<i>Recolección de la información bibliográfica que fundamentará el estudio.</i> _____	75
<i>Muestreo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA</i> _____	76
<i>Definición del proceso a ser aplicado en el tratamiento de los residuos.</i> _____	76
<i>Cálculo de las cantidades de residuos y los tiempos necesarios para el tratamiento de los mismos</i> _____	77
<i>Dimensionamiento y diseño de las facilidades necesarias para el manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA.</i> _____	78
<i>Desarrollo del Manejo de los Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la ESSUNA “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”</i> _____	78
<i>Población y Muestra</i> _____	79

<b>Técnicas de Recolección de Datos</b>	<b>80</b>
<b>Técnica documental.</b>	<b>80</b>
<i>Instrumentos de Recolección de Datos de la Fase Experimental</i>	81
<i>Procesamiento y Análisis de Datos</i>	81
<i>Muestreo de la producción de residuos orgánicos en la cocina y el comedor de la ESSUNA.</i>	82
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>93</b>
<b>Resultados de la Investigación</b>	<b>93</b>
<i>Título del Resultado de la Investigación</i>	93
<i>Justificación</i>	93
<i>Desarrollo de la Propuesta o Resultados de la Investigación</i>	94
<i>Resultados de Fase de Muestreo Aleatorio y cálculos para el dimensionamiento de facilidades.</i>	94
<i>Resultados de la Fase de diseño de las facilidades para Tratamiento de los Residuos Orgánicos.</i>	95
<i>Resultados de la integración de la información, obtenida y generada, durante la investigación.</i>	97
<b>Conclusiones</b>	<b>112</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>114</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 Mapa de la Reserva de Producción</b>	23
<b>Figura 2 Ubicación de la ESSUNA en REMACOPSE</b>	24
<b>Figura 3 Organigrama para el manejo participativo de REMACOPSE</b>	25
<b>Figura 4 Diagrama representativo de las variables de la investigación</b>	28
<b>Figura 5 Residuos en el suelo</b>	30
<b>Figura 6 Residuos orgánicos en el suelo</b>	30
<b>Figura 7 Residuos orgánicos</b>	30
<b>Figura 8 Generación de desechos a nivel regional en el mundo</b>	35
<b>Figura 9 Mapa de Puntos de Reciclaje Ecuador</b>	44
<b>Figura 10 Mapa de Disposición Final de los Residuos en el Ecuador</b>	44
<b>Figura 11 Mapa de Gestión de Residuos en Mancomunidades</b>	45
<b>Figura 12 Modelo de Gestión de Residuos Urbanos</b>	46
<b>Figura 13 Recolección de Residuos Urbanos de Forma Clasificada y Por Región</b>	47
<b>Figura 14 Recolección de Residuos Urbanos por número de Municipios, su infraestructura y operatividad</b>	48
<b>Figura 15 Producción Per Cápita de Residuos Urbanos</b>	49
<b>Figura 16 Caracterización de los Residuos Urbanos</b>	50
<b>Figura 17 Zona de convergencia intertropical</b>	53
<b>Figura 18 Promedio Mensual de la Temperatura del Aire y de la Superficie del Mar</b>	54
<b>Figura 19 Precipitación</b>	54
<b>Figura 20 Humedad Relativa Mensual</b>	55
<b>Figura 21 Heliofanía Promedio Mensual</b>	55

<b>Figura 22 Temperatura Promedio por Hora del Día</b>	<b>56</b>
<b>Figura 23 Pirámide de Kelsen</b>	<b>66</b>
<b>Figura 24 Flujo lineal de las actividades de la investigación</b>	<b>74</b>
<b>Figura 25 Pesaje de los residuos orgánicos</b>	<b>83</b>
<b>Figura 26 Instrumental utilizado para el proceso de pesaje de los residuos orgánicos</b>	<b>83</b>
<b>Figura 27 Caracterización de los residuos orgánicos</b>	<b>83</b>
<b>Figura 28 Determinación del volumen de los residuos orgánicos en función de su peso</b>	<b>84</b>
<b>Figura 29 Plano de Implantación del modelo de 4 celdas con capacidad de 21 m3</b>	<b>86</b>
<b>Figura 30 Plano de Implantación del modelo de 3 celdas con capacidad de 36,5 m3</b>	<b>87</b>
<b>Figura 31 Vista superior de las facilidades definidas para el tratamiento de los residuos orgánicos de la ESSUNA</b>	<b>96</b>
<b>Figura 32 Corte Lateral de las facilidades definidas para el tratamiento de los residuos orgánicos de la ESSUNA</b>	<b>97</b>
<b>Figura 33 Recipiente para residuos orgánicos del comedor</b>	<b>104</b>
<b>Figura 34 Guantes para manejo de residuos orgánicos</b>	<b>104</b>
<b>Figura 35 Mascarilla para manejo de residuos orgánicos</b>	<b>104</b>
<b>Figura 36 Recipiente para residuos orgánicos de la cocina</b>	<b>105</b>
<b>Figura 37 Detalle de las ruedas, con las que cuentan los recipientes</b>	<b>105</b>
<b>Figura 38 Detalle del asa y la tapa del recipiente</b>	<b>105</b>
<b>Figura 39 Carretilla manual, para transporte de los residuos orgánicos al centro de compostaje</b>	<b>107</b>
<b>Figura 40 Detalle de la llanta neumática 16 X 4 pulgadas</b>	<b>107</b>

<b>Figura 41 Apoyos y mangos de sujeción para gran resistencia de la carretilla manual</b>	<b>107</b>
<b>Figura 42 Esquema del depósito de los Residuos Orgánicos en el primer día de ocupación de la celda de compostaje</b>	<b>108</b>
<b>Figura 43 Esquema del depósito de los Residuos Orgánicos con la celda de compostaje llena</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Áreas del conocimiento que se aplicarán en la investigación</b>	27
<b>Tabla 2 Tipos de Impacto Ambiental</b>	37
<b>Tabla 3 Agentes causantes de la problemática del impacto ambiental</b>	37
<b>Tabla 4 Generación de Residuos Sólidos en algunas ciudades de América Latina y el Caribe</b>	38
<b>Tabla 5 Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales en el Ecuador</b>	40
<b>Tabla 6 Proyección de la tasa de producción Residuos Sólidos en el Ecuador, y su cálculo de la tasa de producción de residuos orgánicos</b>	51
<b>Tabla 7 Proyección de la producción de Residuos Orgánicos en comedor y cocina de la ESSUNA</b>	82
<b>Tabla 8 Proyección de Registro de la producción de Residuos Orgánicos en comedor y cocina de la ESSUNA</b>	85
<b>Tabla 9 Actividades, justificación y cantidades para la implementación de la obra civil, que implican las facilidades para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA</b>	89
<b>Tabla 10 Lista de Materiales que se requieren, para la construcción de las facilidades, para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA</b>	90
<b>Tabla 11 Definición de tiempos y costos de mano de obra, para la construcción de las facilidades, para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA</b>	91
<b>Tabla 12 Información determinada, con el apoyo de los datos levantados en la fase experimental; y de Residuos Orgánicos en cámara y cocina de la ESSUNA</b>	95
<b>Tabla 13 Autoridad y Responsabilidades de los habitantes y trabajadores de la ESSUNA</b>	101

## Abreviaturas

AME	Asociación de Municipalidades del Ecuador.
COA	Código Orgánico Administrativo.
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización.
ESSUNA	Escuela Superior Naval.
GAD's	Gobiernos Autónomos Descentralizados.
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INOCAR	Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
ONG's	Organizaciones No Gubernamentales.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos.
REMACOPSE	Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

## Resumen

Se analizaron los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”, determinándose su tasa de producción per cápita (0,34 kg/día persona) mediante un proceso de muestreo aleatorio, llevándose a cabo proyecciones para calcular la cantidad en peso y volumen de residuos que se generarían en una semana, en un mes y un año, respectivamente con lo cual, se planteó producir compost para su gestión integral. Con el análisis de las condiciones climatológicas de la zona, la caracterización de los residuos, las facilidades físicas y los recursos humanos disponibles; y, apoyados en la revisión bibliográfica de tratados de compostaje, se determinó que el proceso se realizará de forma cerrada, ya que es el más adecuado para la ESSUNA. Los cálculos se orientaron al análisis de variables: costo y tiempo; se analizó la disponibilidad de mano de obra, para elaborar el “Manejo de los Residuos Orgánicos de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”. De la investigación se determinó que en la ESSUNA se hace un correcto manejo de los productos de consumo, ya que en la generación per cápita de residuos de su personal, es inferior a la tasa per cápita nacional, (0,38 kg/día persona – calculada en base a proyecciones de los datos de OPS/2005, PNGDIS/2014 y AME-INEC/2016). Por lo tanto, se recomienda mantener estas prácticas, con la finalidad de mantener a corto, mediano y largo plazo criterios de sostenibilidad en el manejo ambiental, posicionando a la ESSUNA como una institución socialmente responsable.

### Palabras Clave:

- **Compost**
- **Proceso cerrado**
- **Clasificación en la fuente**
- **Manejo seguro de residuos**
- **Diseño de instalaciones**

### **Abstract**

The investigation analyzes solid organic waste in the kitchen and dining room at Naval Higher School "CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE", helping determine the residue production rate per capita (0,34 kg/day person). To obtain given information a random selection was put in place (over the length of a week). This data generated specific projection calculations applied to determine the quantity in weight and volume of residue produced in a year's length, with which, a waste management plan was created to process and utilize the organic material. After analyzing a series of processes, the conclusion focused on the implementation of a convenient and safe closed process. Therefore, the calculations obtained concentrated on outlining the space and infrastructure for a proper waste management area. This included cost and time; information that was used to develop the "Waste Management for Solid Organic Residue at the Naval Higher School CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE" This investigation validated a well-managed food system at the Naval Higher School given, the production of solid organic residue per capita of its personnel is inferior to the rate per capita at a national level (0,38 kg/day person – calculated through data projections published by OPS / 2005, PNGDIS / 2014 y AME-INEC / 2016). Furthermore, it is worth highlighting the recognition that Naval Higher School would obtain for its commitment to caring for the environment at short, medium and long time; as well as the strengthening in the formation of the socio - environmental awareness of the Midshipmen.

#### **Key Words:**

- **Compost**
- **Closed process**
- **Classification at source**
- **Safe handling of waste**
- **Facility Desing**

# **MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA COCINA Y EL COMEDOR DE LA ESSUNA**

**“CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”**

## **Introducción**

Las condiciones ambientales a nivel mundial se degradan aceleradamente, todo esto básicamente como efecto de las actividades de origen antrópico; ya que, continuamente se están extrayendo recursos de entorno para cubrir las necesidades básicas de la población, orientadas a una aparente mejora a la calidad de vida de los consumidores; además, si tomamos en cuenta el acelerado desarrollo e innovación del sector industrial, que día a día elaboran y comercializan nuevos productos, generando e incrementando impactos ambientales. Tal como se estipula en el objetivo N°12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que es “garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” (Banco Mundial, 2015). El consumo en relación a la producción mundial de bienes y/o servicios de consumo, como fuerzas impulsoras de la economía mundial, relacionándolo directamente como eje integrador de esta investigación, menciona que en el mundo aproximadamente cada año, la tercera parte de 4000 millones de toneladas de comida que se producen, equivalente a un valor cercano al billón de dólares, termina desperdiciada en los botes de basura de los consumidores y minoristas o estropeándose en los procesos de transporte.

El Banco Mundial en septiembre de 2018 (What a Waste 2.0), indica que los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para el 2050, a menos que se adopten medidas urgentes; también la vicepresidenta de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial (Laura Tuck) indicó que “la mala gestión de los desechos está perjudicando la salud humana y los entornos locales, agravando al mismo tiempo los desafíos que

plantea el cambio climático”. Por tanto los recursos deben usarse, reusarse, reciclarse o recuperar energía permanentemente, generando que los recursos no terminen en los botaderos. (Banco Mundial, 2018).

Por lo antes expuesto, en la ESSUNA, y a través de este proyecto de investigación, se plantea la necesidad, de promover la gestión integral de los residuos generados en el área de cocina y comedor, como base de la aplicación de principios de desarrollo sostenible.

La gestión de los residuos es responsabilidad de quien los genera, por lo que se debe plantear desde la visión de la reutilización, el reciclaje, la recuperación de energía y su disposición final en rellenos sanitarios. Si bien los residuos orgánicos no son fáciles de manejar, se los puede clasificar y concentrar, ya que se generan en lugares puntuales; y, si se cuenta con un plan de gestión claro y específico, pueden ser manejados con eficiencia, eficacia y en condiciones seguras.

La presente investigación, se inició cuantificando las variables peso y volumen de los residuos orgánicos, mediante un proceso de muestro aleatorio, a fin de garantizar que los datos permitan la generalización de los criterios que fundamenten el manejo.

Con los datos establecidos para la producción de residuos orgánicos per cápita en peso, y el cálculo del volumen que éstos representan (mediante el ajuste de una función determinada estadísticamente  $(y = 0,0036x + 0,0007)$ , que relaciona las dos variables), se procedió a diseñar las estrategias necesarias para un manejo seguro, mediante un proceso de compostaje cerrado.

Con la implementación de este plan de manejo de los residuos orgánicos, que promueve el reciclaje, a través de un proceso cerrado de compostaje, se estima que la ESSUNA produzca  $112\text{m}^3$  de compost al año.

## Planteamiento del problema

El acelerado incremento de la población, cada día es más preocupante, dado que, ésta demanda el continuo consumo de recursos, volviéndolos cada vez más escasos, llegando a su sobreexplotación a escala mundial.

La generación de residuos va en constante crecimiento, en función del crecimiento demográfico; por tanto, la generación de éstos cada día es mayor. Para controlar y/o mitigar el aumento de residuos, es necesario tomar medidas urgentes y así evitar sus impactos negativos. (Bruzon. I, 1995).

Si bien el crecimiento demográfico y el consumismo incrementan la generación de residuos, estableciendo una relación directamente proporcional entre el desarrollo industrial y la producción de bienes de consumo, lo que implica el uso de sustancias y/o compuestos químicos, los mismos que dados sus niveles de toxicidad aceleran los procesos de contaminación, disminuyendo la capacidad de autodepuración del ambiente, (por ejemplo los nano-materiales); por lo que, la naturaleza también pierde aceleradamente su capacidad de autodepuración.

Los residuos luego de su generación requieren ser manejados; y, básicamente para esto, se plantean los siguientes procesos: clasificación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final. (Sáez. A, 2014).

El manejo de los residuos, sean éstos de tipo sólido o líquido, se encuentra estrechamente relacionado con la salud y consecuente bienestar de las personas; de allí que si no reciben un tratamiento oportuno y técnico pueden generar principalmente tres situaciones:

- Transmisión de enfermedades bacterianas y parasitarias, mismas que son diseminadas por vectores, que se alimentan y reproducen en los residuos.
- Peligro de lesiones e infecciones a quienes los manipulan, estos riesgos se generan por los objetos cortantes o punzantes, que pueden estar presentes entre los residuos.
- La contaminación de los diferentes componentes del ambiente, ya que el simple contacto de los residuos con el suelo, agua o aire, altera significativamente la calidad de éstos. La disposición directamente sobre el suelo inutiliza el área para otros usos, y como ya se indicó representa un peligro para quienes viven o trabajan cerca.

Estas tres situaciones, han sido evidenciadas en la Escuela Superior Naval (ESSUNA), debido a que no se hace un manejo técnico e integral de los residuos que se generan diariamente, como resultado de las actividades inherentes al servicio brindado en las áreas de cocina y comedor.

### **Contextualización**

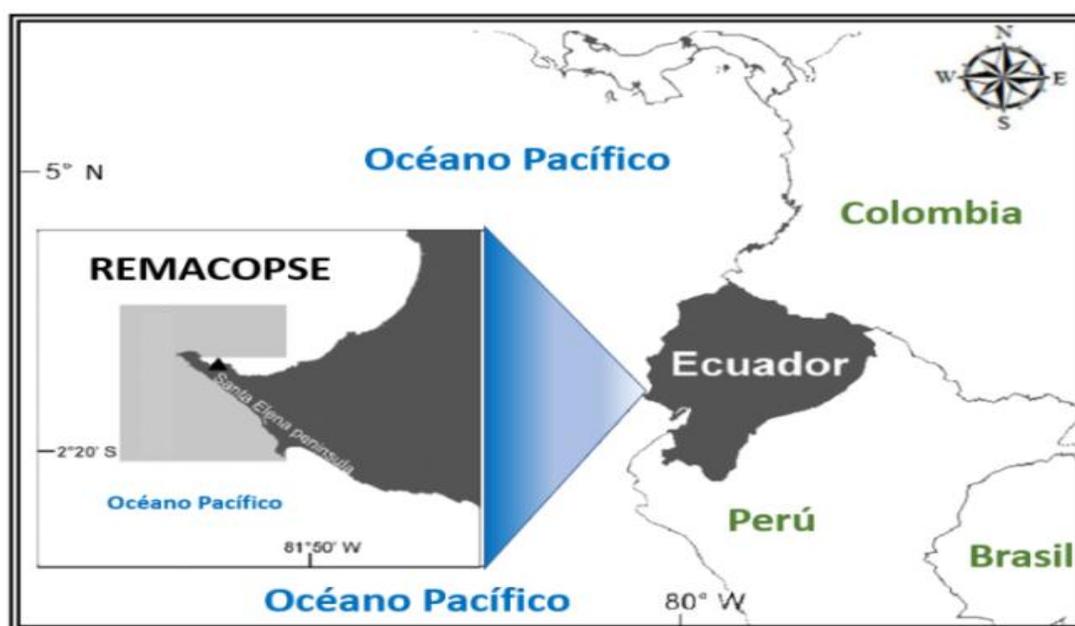
En la ESSUNA se producen diariamente residuos orgánicos, los que se desalojan sin ningún tratamiento previo, hasta su retiro por el servicio municipal de recolección del Cantón Salinas; este material y por su origen, inicia su proceso natural de descomposición, en el momento mismo, que se mezcla para su recolección; y, durante su descomposición natural, generando emisiones líquidas y gaseosas, que afectan al ambiente y atraen vectores, (mosquitos, roedores, aves, etc.), convirtiéndole a la zona donde se almacenan en un foco infeccioso, con un potencial riesgo de afectación a la salud de todos quienes hacen uso de las instalaciones de la ESSUNA.

Al respecto, se hace necesaria y de suma importancia, procurar el bienestar de todos quienes hacen uso de las instalaciones de la ESSUNA, considerados como beneficiarios directos de la puesta en marcha de este proyecto; más aún, si se considera, que sus instalaciones forman parte de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), precautelando y de manera paralela, la conservación del ecosistema circundante.

En la Figura 1 se presenta la ubicación y cobertura de REMACOPSE

**Figura 1**

*Mapa de la Reserva de Producción Faunístico Marina Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE)*



Fuente: (Barriga I, 2016)

En la Figura 2 se presenta la ubicación de la ESSUNA en REMACOPSE

**Figura 2**

*Ubicación de la ESSUNA en REMACOPSE*



Fuente: Google Maps

Como ya se indicó, dentro de REMACOPSE, se encuentran instalaciones militares, mismas que pertenecen al Área Reservada AR-9, donde las Fuerzas Armadas son responsables de su uso y control; por tanto, es responsabilidad exclusiva del Ministerio de Defensa Nacional, a través de cada una de las fuerzas en el lugar que ocupan y regentan. (MAE & MDN, 2009).

Paralelamente, el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de REMACOPSE se fundamenta en el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador, que dice:

*“Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.*

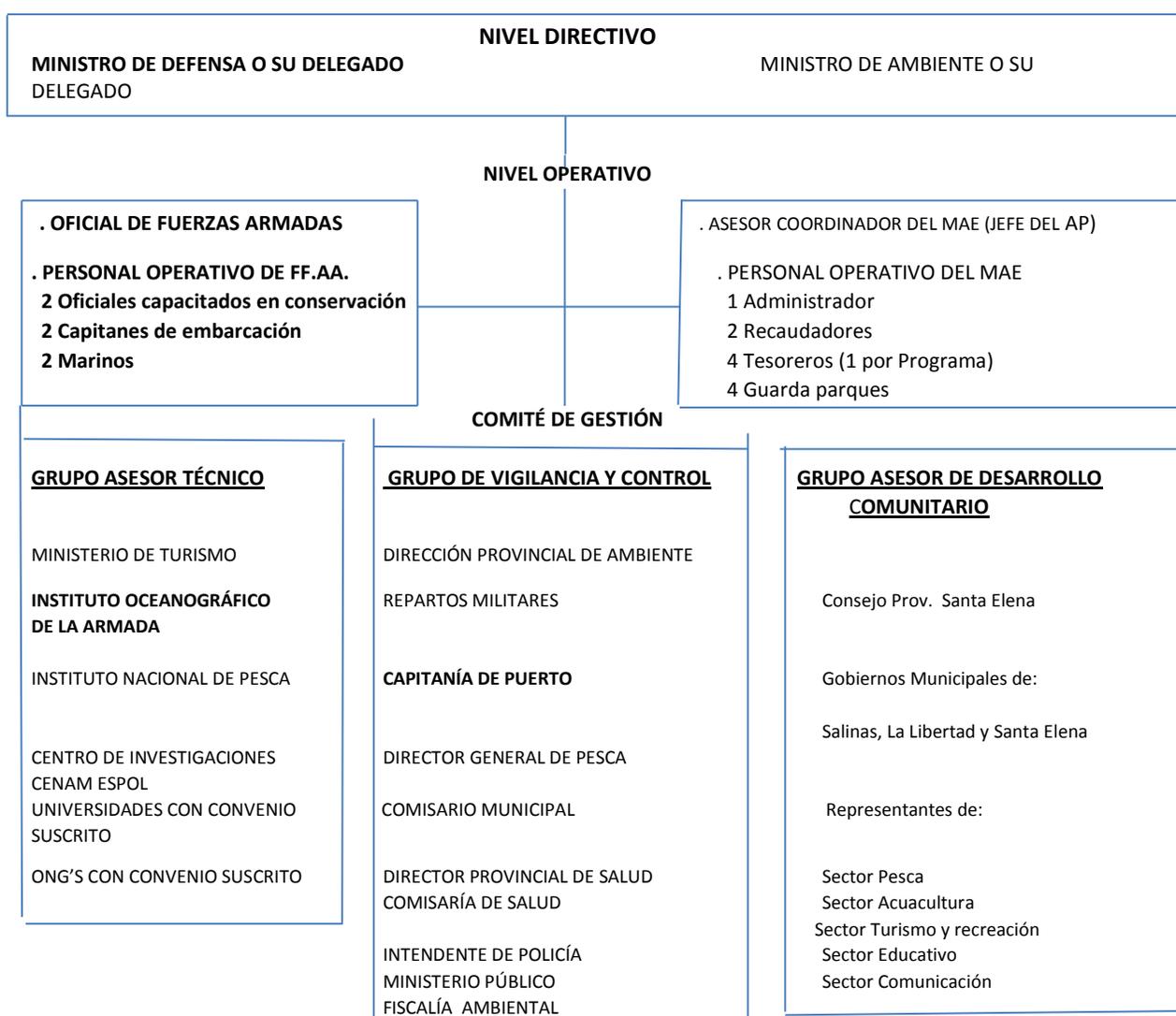
Acorde con este principio constitucional, el PMA de REMACOPSE, en su ítem 3.6, señala las principales amenazas para el área protegida; y, entre ellas indica la presencia de residuos sin manejo adecuado, esto genera que el control y manejo de los

residuos, se convierta en un objetivo específico del PMR2 (Sub-Programa de Control de la Contaminación). (MAE & MDN, 2009).

Otro punto importante, a tomar en cuenta, es la responsabilidad que tienen las Fuerzas Armadas, ya que constituyen parte de los niveles directivos, operativos y de gestión, como se observa en el la figura 3.

**Figura 3**

*Organigrama para el manejo participativo de REMACOPSE*



**Fuente:** *Plan de Manejo de REMACOPSE*

### **Análisis crítico**

La necesidad de proveer del servicio de alimentación a todo quienes forman parte de la ESSUNA, genera que en sus instalaciones, se implementen determinadas facilidades para preparar alimentos (cocina); así como, el lugar donde se sirvan y consuman éstos (comedor); como resultado de estos procesos diarios, (preparación y consumo de alimentos), se generan y de manera inevitable, una serie de residuos orgánicos.

Al respecto, éstos, se manejan y de manera conjunta con los demás residuos y se mantienen en la ESSUNA, hasta que el servicio de recolección municipal los pase retirando, situación que ocurre tres veces por semana

El proceso de descomposición de la materia orgánica presente en los desperdicios, se inicia desde el momento mismo que son recogidos y mezclados entre ellos, este proceso continúa durante todo el tiempo que permanecen en el área de acopio, (aproximadamente entre 24 y 48 horas). Durante este período emiten fluidos en estado líquido (lixiviados) y gaseoso (vapores), procesos de biodegradación que desprenden malos olores y hacen uso de las instalaciones, convirtiendo a la zona en un foco de infección, presentándose un riesgo a la salud de todos quienes hacen uso de las instalaciones.

La falta de una gestión integral de los residuos orgánicos, genera los efectos antes indicados; así como también, provoca la pérdida continua de recursos, pues la carencia de una estrategia técnica, produce contaminación y pérdida de recursos.

### Enunciado del problema

El manejo anti-técnico de residuos orgánicos, indistintamente de sus fuentes de origen, aporta a la contaminación del medio físico, biótico y social del entorno de la ESSUNA, por la pérdida de la calidad del suelo, por contacto directo con los lixiviados; pérdida de la calidad de las aguas superficiales y freáticas, (contaminación de los cuerpos de agua circundantes), por contacto con los lixiviados; pérdida de la calidad del aire, (contaminación del aire, por contacto con los gases resultantes de los procesos naturales de degradación aerobia; la afectación al paisaje, (contaminación visual del paisaje), por la presencia de residuos y vectores que circundan generando un impacto visual negativo; además si se considera que la presencia de potenciales agentes patógenos, pueden afectar y de manera significativa la calidad de vida y los niveles de autoestima, de todos quienes se ven afectados directa o indirectamente.

### Delimitación del objeto de estudio

Específicamente, el objeto de estudio, son los residuos orgánicos generados en las áreas de cocina y comedor de la ESSUNA, mismos que se enfrentan desde las siguientes áreas del conocimiento, las cuales se exponen en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Áreas del conocimiento que se aplicarán en la investigación*

	<i>Clasificación</i>	<i>Código UNESCO</i>
<b>Área del conocimiento</b>	Ciencias Tecnológicas	33 00 00
<b>Campo</b>	Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente	33 08 00
<b>Aspecto</b>	Eliminación de Residuos	33 08 07
<b>Contexto Temporal</b>	Actividades diarias de la ESSUNA	
<b>Contexto espacial</b>	Comedor, cocina, área de acopio de residuos de la ESSUNA	

**Fuente:** (UNESCO)

## Pregunta

¿Por qué los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA, contaminan el ambiente; y, ponen en riesgo la salud de todos quienes hacen uso de estas instalaciones?

## Idea a defender y/o hipótesis y variables

La falta de un plan de gestión para los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA, generan niveles de contaminación ambiental y ponen en riesgo la salud de sus usuarios, esto por el desconocimiento de la cantidad, características de los residuos que se generan a diario, y el proceso más adecuado para el manejo integral de éstos desechos, en base a las condiciones ambientales y climáticas del Cantón Salinas específicamente.

### Variables

- Variables Independientes: Cantidad y características de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA.
- Variable Dependiente: Proceso más adecuado para la gestión de los residuos orgánicos.
- Variables Intervinientes: Condiciones climáticas de Salinas.

### Figura 4

Diagrama representativo de las variables de la investigación



## Justificación

El manejo de los residuos, en cualquier actividad de origen antrópico puede llegar a representar un grave problema para el ambiente, cuando no se realiza una gestión adecuada; dado que, los residuos dispuestos a cielo abierto y sin ningún tratamiento, generan afectaciones a todos los componentes del ambiente, (físicos, bióticos y culturales).

Los residuos orgánicos, cuando son dispuestos sin ningún tratamiento previo, a lo largo de su proceso natural de biodegradación, en su proceso de descomposición, emiten efluentes líquidos y gaseosos, que atraen a vectores de todo tipo, los que se dispersan en toda la zona, constituyéndose en una fuente de riesgos biológicos para los habitantes y trabajadores que hacen uso de las instalaciones; además, no se deben subestimar los efectos negativos al ambiente. Esto genera, la necesidad de aplicar y de manera oportuna, un tratamiento técnico y económicamente viable, como parte de las soluciones a esta problemática detectada.

La ESSUNA, actualmente maneja los residuos de una forma muy precaria, ya que, únicamente se los recoge, sin generar clasificación en la fuente, y se mantienen en un sitio de acopio temporal, donde permanecen semiexpuestos hasta que el servicio de recolección municipal los retira, para llevárselos a disponer en el botadero de Anconcito.

Las instalaciones donde se acopian los residuos en la ESSUNA, no tienen ningún tipo de tratamiento, lo que expone, en mayor o menor grado, a todos los usuarios de la ESSUNA, y al ambiente marino costero de la zona, motivo por el cual, se

hace necesaria, la puesta en marcha de un Plan de Manejo sostenible de éstos desechos.

Para realizar una gestión técnica y sostenible de los residuos orgánicos, se requiere definir, qué tipo de tratamiento es el más adecuado, para precautelar las condiciones ambientales de la ESSUNA.

En las figuras expuestas a continuación, se observan varios detalles de la forma en que se mantienen los residuos, en la zona de acopio de la ESSUNA

**Figura 5**

*Residuos en el suelo*



Condiciones en las que se mantienen los residuos orgánicos en el centro de acopio de la ESSUNA

**Figura 6**

*Residuos orgánicos en el suelo*



Condiciones del suelo en la zona donde se almacenan los residuos orgánicos en el centro de acopio de la ESSUNA

**Figura 7**

*Residuos orgánicos*



Condiciones del suelo en la zona donde se almacenan los residuos orgánicos en el centro de acopio de la ESSUNA

## Objetivos

### General

Desarrollar el Manejo de los Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”, mediante la determinación de los procesos técnicos más adecuados, para las condiciones ambientales de la zona, a fin de proteger la salud de los habitantes de la ESSUNA, y evitar la contaminación del ambiente marino costero de la zona.

### Específicos

- Diagnosticar la generación y gestión de los residuos orgánicos en la cocina y comedor de la ESSUNA, mediante la ejecución de muestreos aleatorios y su registro documentado.
- Determinar las condiciones ambientales que influyen en las instalaciones de la ESSUNA, por medio de la referenciación bibliográfica, a efectos de aplicar procesos técnicos adecuados, para tratar los residuos orgánicos de la cocina y comedor.
- Desarrollar un Manejo de Residuos Orgánicos de la cocina y comedor de la Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”, que involucre un dimensionamiento de las facilidades para aplicar los procesos que indican los manuales de compostaje.

# CAPÍTULO I

## Fundamentación Teórica

### *Marco Teórico*

#### **Antecedentes.**

La Escuela Superior Naval “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE” es el centro de formación de los futuros oficiales de la Armada del Ecuador, en este lugar los estudiantes pasan internos y realizan sus actividades formativas (de régimen, académicas, físicas y/o recreativas), sumado esto a actividades cotidianas de alimentación, descanso y aseo personal. Para llevar a cabo todas estas acciones, se requiere de la intervención de un equipo de trabajo multidisciplinario, encargado y de manera directa, de la gestión de todos los servicios complementarios (administración, mantenimiento, planificación e implementación), de todos los recursos disponibles, para el desarrollo metódico y organizado de todas las actividades inherentes a la formación de los Guardiamarinas de la ESSUNA, satisfaciendo sus necesidades básicas, a través de la demanda del uso de bienes y servicios; así como, la generación inevitable de residuos de toda índole.

### **Marco Conceptual**

Este trabajo de investigación, se basará en la gestión de los residuos orgánicos, que se producen en las instalaciones de la cocina y el comedor de la ESSUNA; para esto, se requiere determinar las características de los residuos orgánicos que allí se generan; así como también, las condiciones climáticas de la zona, ya que son variables muy importantes a considerar en el manejo de éstos.

La ESSUNA está ubicada en la Provincia de Santa Elena, Cantón Salinas, forma parte de la Base Naval de Salinas (BASALI), que se encuentra ocupando la Puntilla de Santa Elena, (extremo más occidental de la costa continental ecuatoriana, además está dentro de REMACOPSE, por lo que se define como una zona de uso restringido, (149,9 Ha) (MAE & MDN, 2009), por la importancia estratégica y ambiental para el Ecuador.

### **Los desechos.**

Toda actividad de origen antrópico, demanda y de manera significativa, el continuo y progresivo de bienes, lo que genera y de manera paralela, la producción de una serie de desechos, cuya disposición final y/o descarte, es responsabilidad exclusiva del ente consumidor, esa éste, a nivel empresarial, comunitario, familiar o individual.

A nivel industrial, las diferentes fases de los procesos de producción y manufactura; tales como, obtención de materia prima, transporte, alimentación, etiquetado, comercialización, entre otros, general determinados niveles y tipos de desechos, mismos que deben ser manejados de forma técnica y ambientalmente responsable.

### **Desechos.**

Los desechos pueden presentarse en los tres estados de la materia: (sólidos, líquidos o gaseosos); siendo los desechos sólidos, sobre los cuales las personas están más conscientes; puesto que, representan un costo directo para su disposición final, (eliminación de su entorno cercano). Por lo tanto, desecho sólido es todo aquello que generalmente denominamos basura.

## **Residuos.**

Los residuos, al contrario de lo que denominamos basura, es todo aquello a lo que le podemos encontrar un valor, a pesar de ser el resultado no deseado, de cualquier proceso; por tanto, toda basura a la que le podamos encontrar un valor residual o marginal, dejará de denominarse como basura, para ser residuo. En la gestión ambiental, se plantea que todo resultado no buscado en cualquier proceso, se puede plantear como un sub producto, y debe ser gestionado para que sea reciclado, o utilizado en otro proceso, por lo cual tendrá un valor, desde el punto de vista ecológico y económico.

Residuo sólido, es todo material tangible, ya sea aislado o mezclado con otros, al que se le puede asignar un valor ecológico y económico, concepto que genera la propuesta de que no existe basura, únicamente existen residuos, que deben ser gestionados para aprovecharlos, y evitar que afecten las condiciones ambientales de los lugares donde se plantea disponerlos; por tanto, se desprende que para evitar la generación de residuos se debe reducir el consumo, reusarlos si éstos lo permiten y reciclar el material existente en los residuos. Esto debe enseñarse a las personas, para que lo apliquen constantemente. Bajo éste esquema, es que se plantea la aplicación de las 4 Rs en la gestión de los residuos (REEDUCAR para que las personas REDUZCAN, REUSEN y RECICLEN).

## **Generación de residuos.**

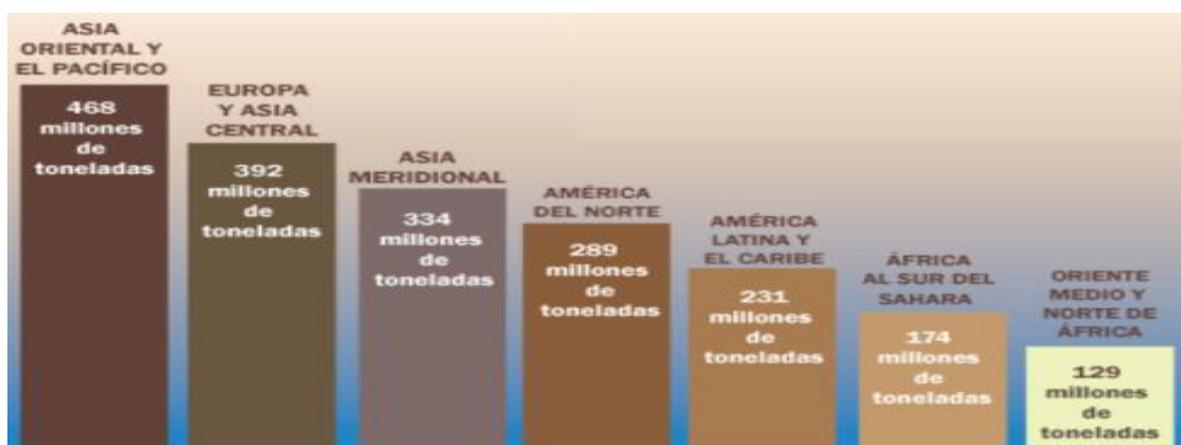
La generación de residuos es uno de los problemas más crecientes actualmente a nivel mundial, pues está fundamentado en el creciente consumo de las personas, ya que al parecer se vive la cultura de lo descartable. Según el reporte del Banco Mundial

denominado Los Desechos 2.0 (2017), el mundo genera anualmente 2010 millones de toneladas de desechos municipales; y; se calcula que el desarrollo de la urbanización, el desarrollo económico, y el crecimiento de la población, provocarán que la cantidad de desechos a nivel mundial aumente en un 70% en los próximos 30 años, llegando a ser 3400 millones de toneladas anuales. (Banco Mundial, 2018)

En la siguiente figura, podemos encontrar la generación anual de desechos a nivel regional en el mundo.

**Figura 8**

*Generación de desechos a nivel regional en el mundo*



**Fuente:** (Banco Mundial, 2018)

### **Impactos ambientales que generan los residuos, cuando no son manejados correctamente.**

Los residuos acompañan al hombre, desde el mismo instante en que éste empezó a consumir recursos para su supervivencia, incrementándose con la generación de aldeas y ciudades; el problema se fue tornando más agudo con el desarrollo de las industrias, ya que su acumulación cada vez es mayor, generando dificultades para la disposición de éstos.

El problema ambiental asociado con la producción y manejo de los residuos, se encuentra alrededor de la afectación que sufren los componentes del ambiente; y, por ende del ser humano, afectaciones que se presentan de diferentes maneras; los residuos cambian la calidad del entorno desde el momento mismo de su disposición en el suelo, para luego desprender lixiviados que interactúan con el suelo, y los cursos de agua que éstos pudieran alcanzar en su recorrido que es gobernado por la fuerza de la gravedad; estos lixiviados generan vapores que se mezclan con el aire, lo que cambia su calidad; los olores que se desprenden de ellos atraen a potenciales plagas, tales como roedores e insectos, que se convierten en vectores, que dispersan los microorganismos que florecen entre los residuos, y así terminan poniendo en riesgo la salud de las personas que habitan en los alrededores, todo esto sin contar con que los residuos dispuestos como basura, ocupan espacio en los botaderos o rellenos sanitarios, disminuyendo la vida útil de estos últimos.

Otro impacto que se desprende de la disposición final de los residuos en botaderos o rellenos sanitarios, es la pérdida de los recursos que siempre son escasos, por lo que se genera presión a los recursos que aún permanecen en estado natural.

Los principales recursos naturales, que se pudieren ver afectados por el inadecuado manejo de los residuos, son: recursos hídricos (impactos en los cuerpos de agua, sean éstos ríos y mares, por la presencia de agentes contaminantes de las aguas superficiales y/o freáticas, afectando el equilibrio y supervivencia de la biodiversidad presente; sumado esto, a la dificultad de mantener las condiciones ideales del recurso agua, para el consumo humano y animal.

Recurso aire (por la presencia y diseminación de vapores y olores, atentatorios contra los sistemas de salud pública y bienestar de la comunidad).

Recurso suelo (por la alteración de los componentes bióticos y abióticos); y,

Recurso paisajístico (afectando y de manera significativa el entorno visual, por la presencia de residuos, a lo largo de vías, carreteras y/o avenidas).

**Tabla 2**

*Tipos de Impacto Ambiental*

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
Positivo o Negativo:	Según implique una mejora o una pérdida para el ambiente.
Acumulativo:	Efecto de la suma de impactos ambientales.
Sinérgico:	Suma de impactos que producen mayor efecto, que la suma individual de cada impacto ambiental.
Residual:	Impacto que queda después de una remediación.
Temporal o Permanente:	Depende del tiempo que dure la alteración del ambiente.
Reversible o Irreversible:	Está supeditado a si se puede o no remediar el impacto ambiental.
Continuo o Periódico:	Depende de cómo se dé el período del impacto ambiental.

**Fuente:** <http://tumedioambiente.com/tipos-de-impacto-ambiental>

**Tabla 3**

*Agentes causantes de la problemática del impacto ambiental*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Emissiones tóxicas de las industrias.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fluidos generados por desperdicios de industrias.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Expulsión de vapores nocivos.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bulla generada por la globalización.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Esparcimiento de hidrocarburos en fuentes de agua.</b></li> </ul>

**Fuente:** <https://es.scribd.com/document/382295920/CONTAMINACION-AMBIENTAL>

### Condiciones del manejo de los residuos en América Latina.

Para iniciar el trabajo con los residuos orgánicos, se considera muy pertinente conocer la situación del tratamiento de los residuos a nivel de: América Latina, del Ecuador, de la Provincia de Santa Elena, del Cantón Salinas, para terminar, describiendo la situación en la ESSUNA.

En la Tabla 4, se observa la generación de basura en las principales ciudades de Latino América y el Caribe.

**Tabla 4**

*Generación de Residuos Sólidos en algunas ciudades de América Latina y el Caribe*

<b>Ciudad / País</b>	<b>Población (Hab)</b>	<b>Generación (ton / día)</b>	<b>Generación (Kg/Hab-día)</b>	<b>Fuente</b>
<b>Buenos Aires / Argentina</b>	2768772	5000	1,81	CLARIN 2003. INDEC 2003
<b>Caracas / Venezuela</b>	2758917	4000	1,45	Fitchrating 2008 INE Venezuela 2002
<b>México DF / México</b>	8720916	12000	1,38	Secretaria del Medio Ambiente México 2008 INEGI 2005
<b>Santiago de Chile / Chile</b>	5875013	7100	1,21	CEAMSE 2005 INE Chile 2002
<b>Maracaibo / Venezuela</b>	1428043	1700	1,19	INE 2007
<b>Lima / Perú</b>	8445200	8938,5	1,06	Ministerio de Medio Ambiente Perú 2008 INEI 2008
<b>Bogotá / Colombia</b>	6778691	589,8	0,87	SSPD 2008 DANE 2005
<b>Quito / Ecuador</b>	1839853	1500	0,82	ARS 2009 Vicepresidencia del Ecuador (Censo 2001)
<b>La Habana / Cuba</b>	2201600	1061	0,48	González 2002 Montes 2007
<b>Guatemala / Guatemala</b>	3762960	1500	0,40	Girel 2007 INF Guatemala 2002
<b>La Paz / Bolivia</b>	2350466	451	0,19	OPS 2005 INE 2008

**Fuente:** Recopilación de (Sáez. A, 2014)

Sáez (2014), cita a (Dong y Col, 2001) e indica que, la producción de residuos sólidos incrementa anualmente entre 3,2 y 4,5% en los países desarrollados; y, para los países en vías de desarrollo, se considera una tasa de crecimiento entre el 2 y 3%; por tanto, para el presente caso, la tasa de crecimiento estaría en el último rango referido.

De la tabla, se puede indicar que Ecuador y Colombia, presentan gran similitud en la generación de residuos.

A nivel mundial, los principales procesos empleados, para la gestión de los residuos orgánicos son:

Incineración, proceso físico, se fomenta principalmente en los países desarrollados; y consiste en: la quema del material, para aprovechar la energía que estos residuos contienen.

Compostaje, proceso microbiológico, se desarrolla en los países en vías de desarrollo, consiste en: la mineralización de los residuos por acción de microorganismos, se busca recuperar la materia, y usarla para el mejoramiento de suelos.

En los países en vías de desarrollo, no se pueden incinerar los residuos orgánicos, por el alto contenido de humedad de éstos y la falta de equipo especializado, para el aprovechamiento de la energía liberada durante el proceso en mención.

Según (Sáez. A, 2014), en los países de América Latina y el Caribe, solamente se recupera el 2,2% de los residuos; de este porcentaje se divide: el 1,9% que corresponde a los materiales inorgánicos, y el restante 0,3% a material orgánico; esto implica, que el restante 97,8%, se queda entre los residuos, generando impactos negativos en el ambiente.

### Condiciones del manejo de residuos en el Ecuador.

Para estudiar la gestión de los residuos, es necesario conocer la caracterización de los residuos; ya que solo de esta manera, se puede definir un sistema de procesamiento correcto.

En el Ecuador los residuos sólidos generados diariamente se clasifican según se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales en el Ecuador*

<b>Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales en el Ecuador</b>	
Cartón y Papel	9,6
Metal	0,7
Vidrio	3,7
Textiles	--
Plásticos	4,5
Orgánicos Putrescibles	71,4
Otros e inertes	--

**Fuente:** (Sáez. A & U., 2014)

Con esta información, se puede estimar que para el año 2020, la producción de residuos orgánicos per cápita en Ecuador aproximadamente será de 1,1 (Kg/Hab.-día); donde el 71,4% pertenece a residuos orgánicos, que corresponde a 0,787 (Kg/Hab.-día).

En el Ecuador en el año 2002, se efectuó el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador”, trabajo realizado bajo el auspicio de la Organización Mundial de la Salud / Organización Panamericana de la Salud (OMS/OPS), esto en apoyo al

desarrollo de una gestión de residuos, con enfoque sistemático, multidisciplinario e intersectorial. (MAE, 2014).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en el artículo 55 establece que: los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) municipales, son los responsables directos del manejo de los residuos sólidos. De los 221 municipios existentes en el Ecuador, el 72,4% disponen sus desechos en vertederos a cielo abierto; y, el restante 27,6% realizan un manejo con insuficientes criterios técnicos, en áreas de disposición parcialmente controladas. Lo que termina contaminando el ambiente, por tanto, afectando a los pobladores de las áreas aledañas, y dado que no realizan clasificación en la fuente, se complica el manejo integrado de residuos, que pasa a ser muy marginal, (como ya se mencionó anteriormente), de allí que se termina perdiendo recursos que son escasos y por tanto, valiosos. (MAE, 2014).

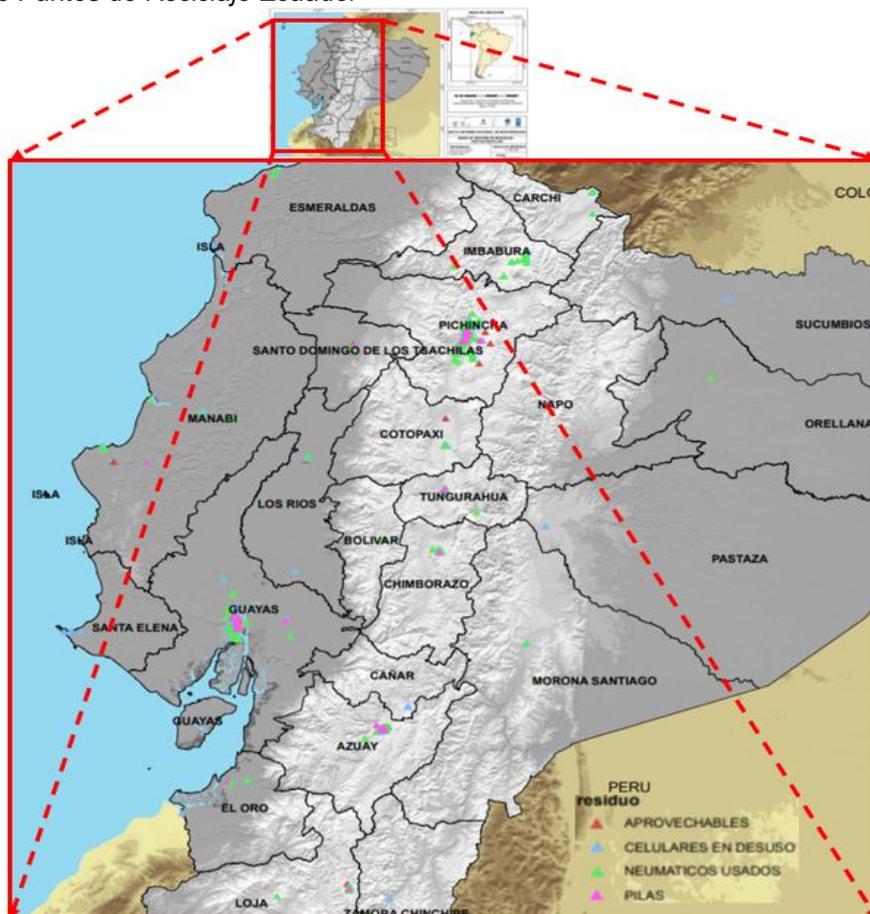
Por otra parte, (MAE, 2014) en su presentación del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ecuador (PNGIDS), indica que: para el año 2010, la tasa de producción de residuos sólidos per cápita fue de 0,82 (Kg/Hab. día), dato que ayudará a calcular, la proyección de esta tasa para el año 2020, (la cual se corroborará en la fase de muestreo aleatorio).

En el Ecuador en el 2002, se realizó el "Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador", auspiciado por la OPS/OMS, pero al ver que en el 2010 no había cambiado mayormente la situación ya que, de un total de 221 municipios, 160 disponían sus desechos en botaderos a cielo abierto, perjudicando y contaminando los recursos: suelo, agua y aire; con la consiguiente afectación a la salud de la población; los 61 municipios restantes gestionan sus residuos en lugares parcialmente controlados; con estos antecedentes, se crea el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos

Sólidos (PNGIDS - ECUADOR), mismo que se maneja con un enfoque integral y sostenible, teniendo por objeto fortalecer la gestión municipal de los residuos sólidos, y entre sus metas está el aprovechamiento de los residuos, así como también la promoción de la aplicación del principio de responsabilidad extendida del productor. (MAE, 2018).

Lo que reporta el PNGIDS, para el 2010, es que el 77% de los hogares del Ecuador elimina sus residuos sólidos, a través de carros recolectores (administrados por los municipios), y el 23% dispone sus residuos de múltiples formas, (directamente en terrenos baldíos o quebradas, enterrándolos, depositándolos en cursos hídricos, quemándolos, etc.). En el reporte del PNGIDS el 2018, indica que solo el 84,2% de la población urbana del Ecuador, tiene servicio de recolección de basura, y que accede a este tipo de servicio solo el 54,1% de la población en el área rural, el resto de la población genera depósitos dispersos de basura sin ningún tipo de control. También reportan que en el 2017 la generación de residuos sólidos urbanos per cápita era de 0,74 Kg/Hab. día (MAE, 2018).

En los siguientes mapas se puede apreciar las condiciones generales del manejo de los residuos orgánicos en el Ecuador.

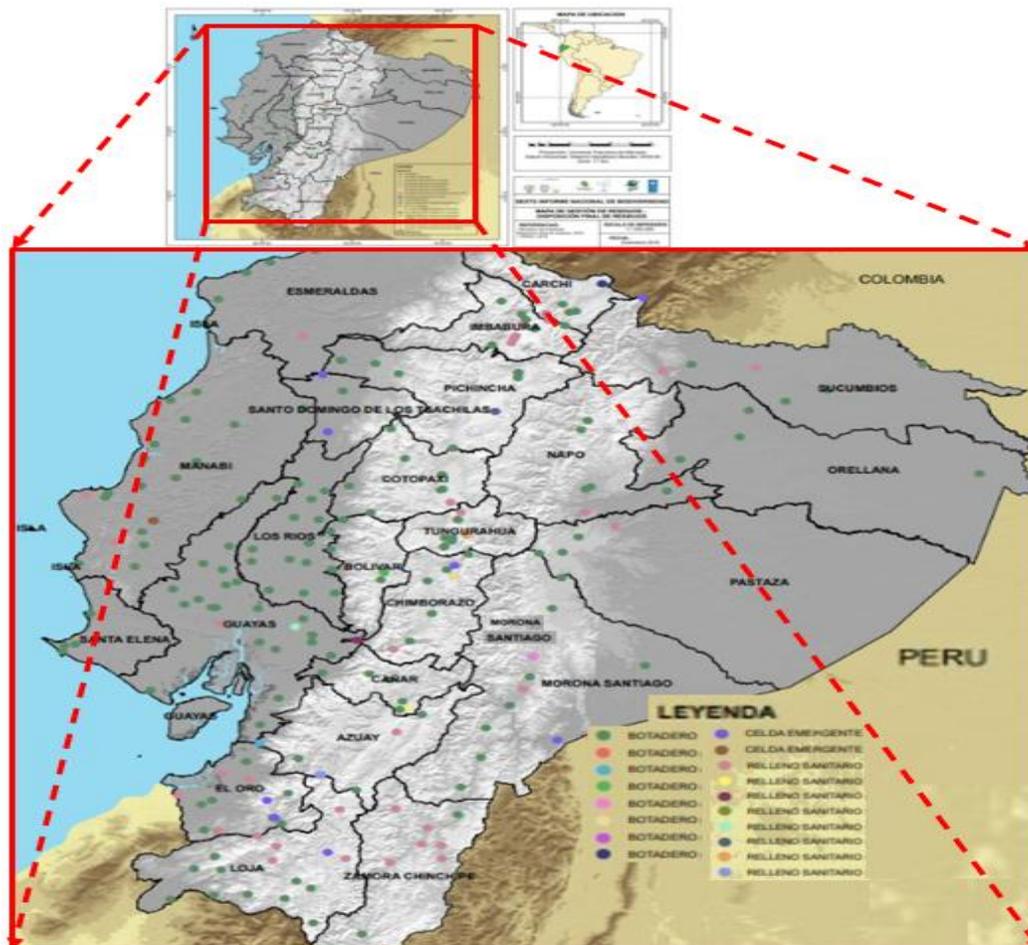
**Figura 9***Mapa de Puntos de Reciclaje Ecuador*

**Fuente:** (INABIO, 2019 Instituto Nacional de Biodiversidad)

En la figura 9, se puede observar que los puntos de reciclaje en Ecuador, se encuentran agrupados principalmente en pocas provincias: (Pichincha, Guayas, Azuay e Imbabura), la mayor parte de centros de manejo integrado de residuos se especializan en neumáticos usados, seguido por celulares en desuso y luego pilas, quedando en último lugar los residuos definidos como aprovechables; dentro de estos últimos se encuentra el material para composta. En la provincia de Santa Elena, se tienen registrados únicamente centros de reciclaje de celulares en desuso.

Figura 10

Mapa de Disposición Final de los Residuos en el Ecuador

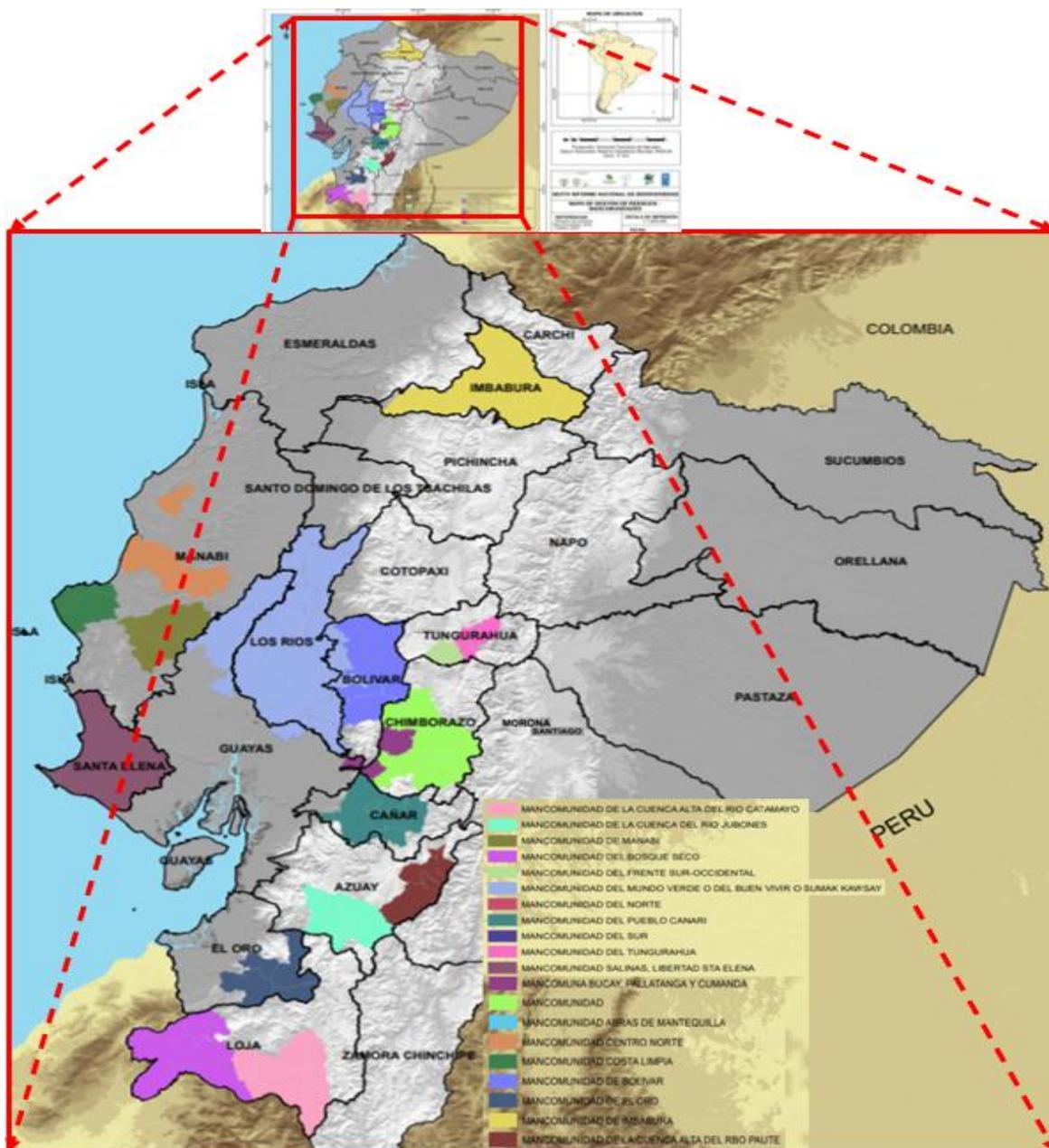


Fuente: (INABIO, 2019 Instituto Nacional de Biodiversidad)

En la figura 10, se puede mirar que la mayor parte de los cantones (221) del Ecuador, disponen sus residuos en botaderos; y, únicamente 2 emplean celdas emergentes y 8 rellenos sanitarios.

Figura 11

Mapa de Gestión de Residuos en Mancomunidades



Fuente: (INABIO, 2019 Instituto Nacional de Biodiversidad)

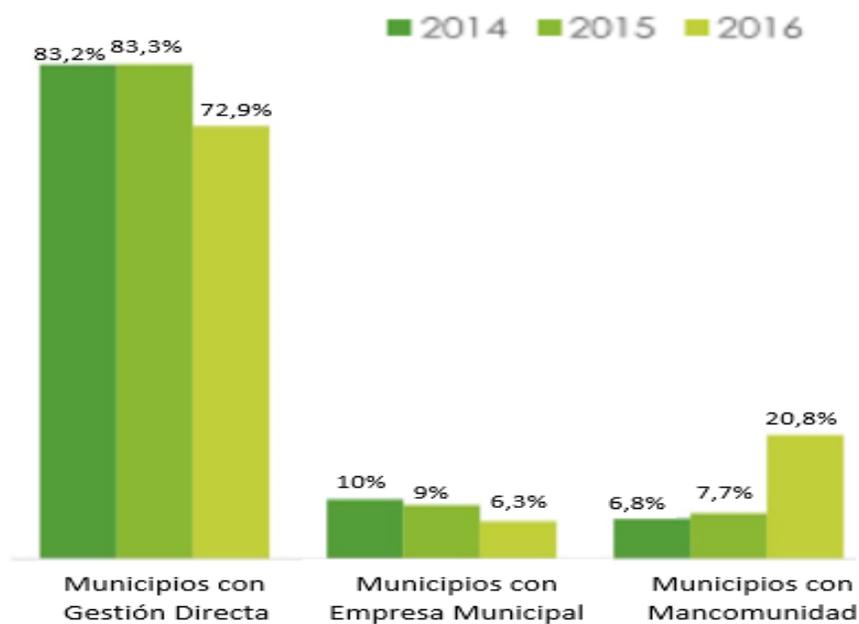
En la figura 11, se puede ver las diferentes mancomunidades formadas o en proceso de formación, que es la manera en que los cantones buscan enfrentar las

competencias que les entrega el COOTAD (CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL); entre las competencias que se plantea manejar en mancomunidad, está el manejo de los residuos. En el área donde se encuentra la ESSUNA, se está trabajando para conformar la MANCOMUNIDAD DE SALINAS, LIBERTAD Y SANTA ELENA”.

Del informe, del conjunto de la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME); y, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) denominado “Estadísticas de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales – Gestión de Residuos Sólidos 2016”, se ha podido identificar la siguiente información, que aporta para la contextualización de la realidad nacional en la gestión de residuos.

**Figura 12**

*Modelo de Gestión de Residuos Urbanos*

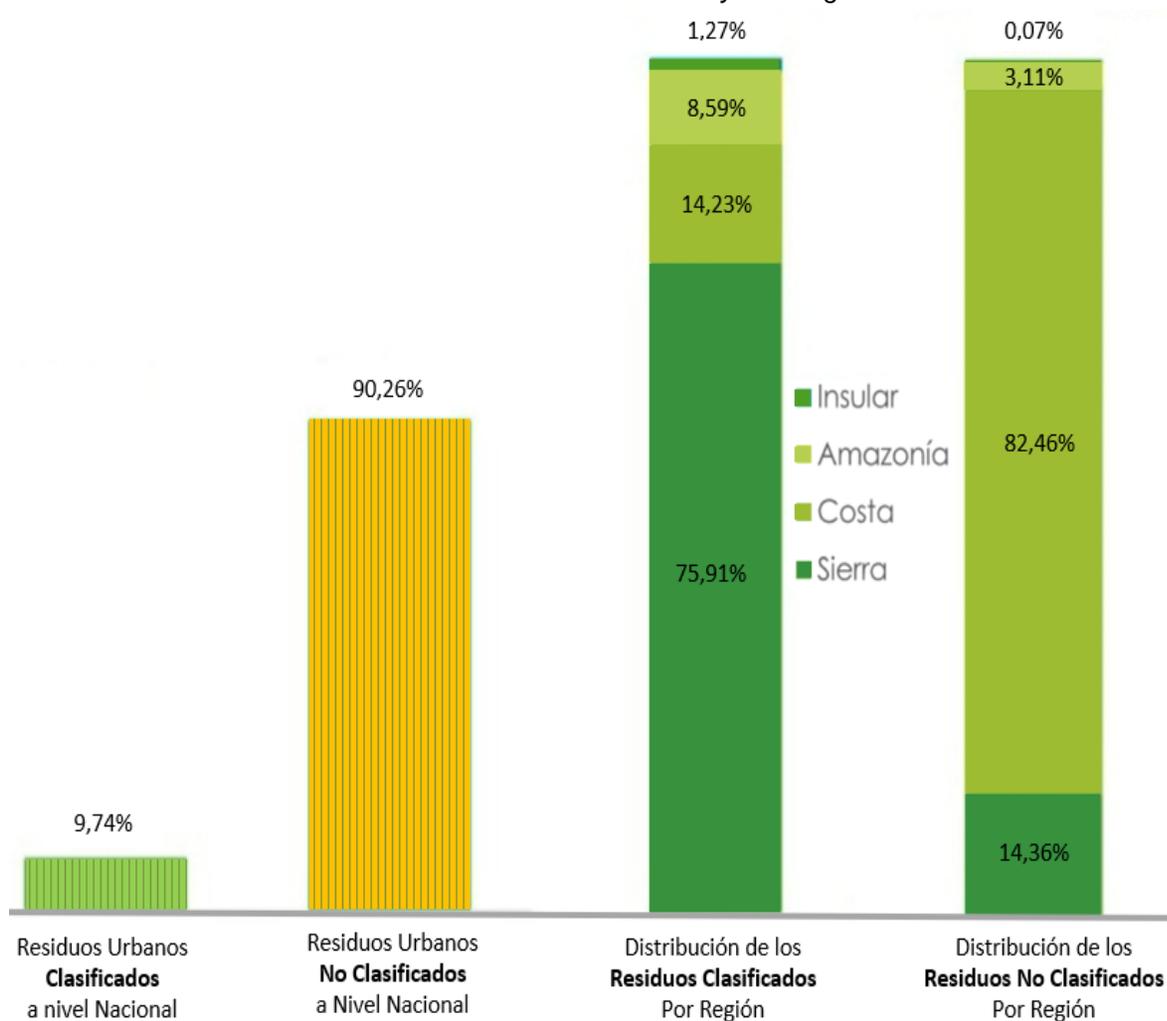


**Fuente:** (AME-INEC, 2016)

En la figura 12, se presenta como va cambiando la gestión de los residuos orgánicos en el Ecuador, baja la gestión directa; así como también, la presencia de empresas municipales, para dar paso, a la gestión de los residuos a través de mancomunidades.

**Figura 13**

*Recolección de Residuos Urbanos de Forma Clasificada y Por Región*



Fuente: (AME-INEC, 2016)

En la figura 13, se observa lo poco que se clasifican los residuos a nivel urbano, también se muestra la distribución de los residuos clasificados y no clasificados a nivel regional en el país. De allí, que se puede decir que:

- Menos del 10% de los residuos orgánicos se clasifican en el país, lo que implica que se recicla menos del 10%.
- En la región Sierra, es donde mayoritariamente se clasifican los residuos (75,91%), luego en la Costa el (14,23%), sigue la Amazonía (14,23%); y, por último la región Insular (1,27%); y,
- La mayor cantidad de residuos, sin clasificar se generan en la Costa (82,46%), luego en la región Sierra (14,36%), sigue la Amazonía (3,11%) y por último la región Insular (0,07%).

Por tanto, hay mucho trabajo por hacer en la gestión y manejo de los residuos en el Ecuador.

**Figura 14**

*Recolección de Residuos Urbanos por número de Municipios, su infraestructura y operatividad*



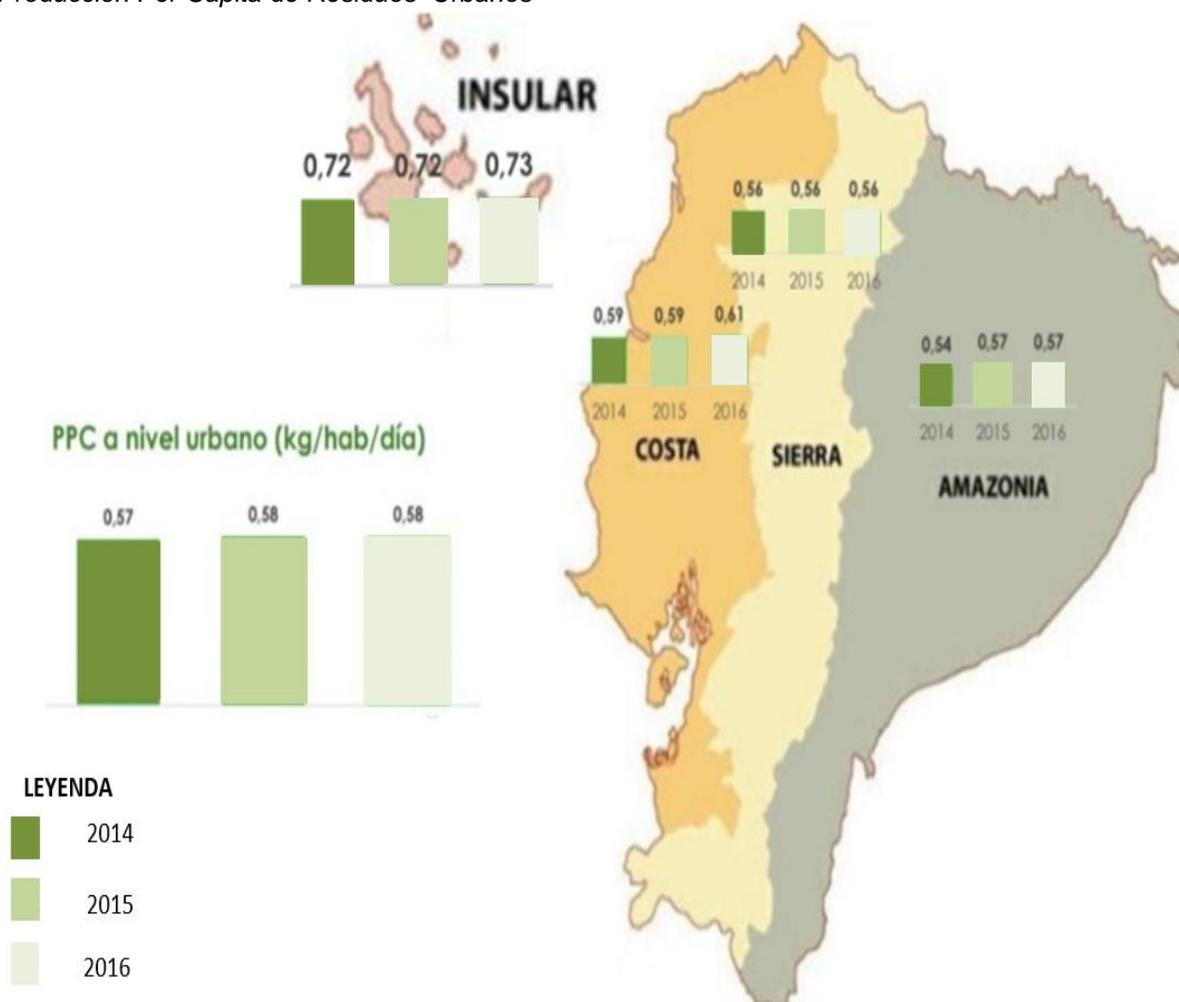
**Fuente:** (AME-INEC, 2016)

En la figura 14, se observa que para el año 2016 el Ecuador tenía la infraestructura para operar:

- Botaderos 79; sin embargo, operaban 110
- Rellenos Sanitarios 96; no obstante, operaban 85
- Celdas Emergentes 46; sin embargo, operaban 26

**Figura 15**

*Producción Per Cápita de Residuos Urbanos*

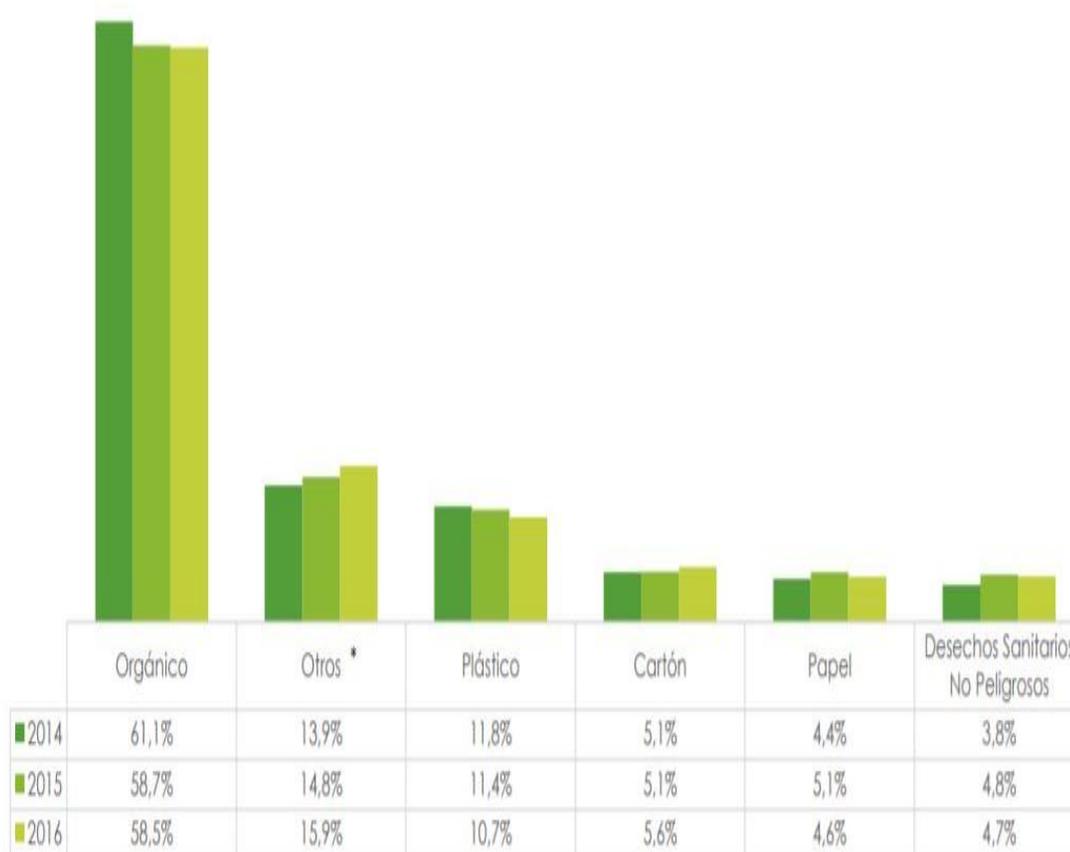


**Fuente:** (AME-INEC, 2016)

De la figura 15, se desprende que la producción per cápita de residuos, se está incrementando en el país; que es en la región Insular donde más se produce, luego en la Costa, le sigue la región Amazónica y por último la Sierra.

**Figura 16**

*Caracterización de los Residuos Urbanos*



**Fuente:** (AME-INEC, 2016)

En la figura 16, se puede ver la constitución de los residuos urbanos en el Ecuador, más del 60% son de carácter orgánico, mismos que constituyen el eje de interés de este estudio. Al revisar la evolución anual de éstos, podemos indicar que su

producción está bajando lentamente, mientras crece el rubro denominado como otros (vidrio, madera, chatarra, caucho, textil, lámparas / focos ahorradores, pilas, metal, etc.).

En la Tabla 6, se presenta la proyección de la producción de residuos y su disgregación para la producción de los residuos orgánicos, con fundamento en el porcentaje entregado por la OPS (2005).

**Tabla 6**

*Proyección de la tasa de producción Residuos Sólidos en el Ecuador, y su cálculo de la tasa de producción de residuos orgánicos*

Año	Tasa de producción de residuos sólidos (Kg/Hab. día)	Tasa de producción de residuos sólidos corregida con Datos AME-INEC (Kg/Hab. día)	Tasa calculada de producción de residuos orgánicos (Kg/Hab. día)	Observaciones
2010	0,82 (*)		0,72	(*) dato para la ciudad de Quito OPS - 2005
2014	0,74 (**)		0,53(***)	(**) dato para el Ecuador PNGIDS - 2014
2015	0,76 (***)		0,54(***)	(***) dato calculado para el Ecuador en base al PNGIDS – 2014
2016	0,78 (***)	0,58(****)	0,34(****)	(****) Calculado en base al AME-INEC 2016
2017	0,81 (***)	0,60(****)	0,35(****)	
2018	0,83 (***)	0,62(****)	0,36(****)	
2019	0,86 (***)	0,63(****)	0,37(****)	
2020	0,88 (***)	0,65(****)	0,38(****)	

**Fuentes:** (OPS, 2005), (PNGIDS Ecuador), (AME-INEC, 2016)

La información expuesta hasta el momento, indica que: La tasa per cápita de producción de residuos sólidos urbanos es de 0,58 para el 2016 (ver Tabla 6), dato que corrige el cálculo expuesto en la Tabla 4. Con esta información, se puede estimar que

para el año 2020, la producción de residuos sólidos per cápita en Ecuador aproximadamente será de 0,65 (Kg/Hab.-día), donde el 58,5% atañe a residuos orgánicos, que corresponde a 0,38 (Kg/Hab.-día), dato que será verificado o corregido con la fase de muestreo aleatorio.

### **Condiciones del manejo de los residuos en la Provincia de Santa Elena y el Cantón Salinas.**

De la información revisada a nivel nacional, se desprende que la Provincia de Santa Elena cuenta con tres botaderos (ver Figura 9), y solo 3 puntos de reciclaje de teléfonos celulares (ver Figura 10). En la Figura 11, se detalla que la gestión de los residuos urbanos, se la realiza en mancomunidad, pero ésta integración provincial, hasta la fecha no se ha cristalizado, a pesar de que su propuesta de integración inicio en el año 2006, y las condiciones del Cantón Salinas, no son lejanas a las identificadas en la provincia.

### **Condiciones del manejo de los residuos en la ESSUNA.**

Si se toma en cuenta, que la población de la ESSUNA, se comporta como todos en el Ecuador, (asunto que se confirmará al cuantificar los volúmenes y cantidades de residuos en la fase experimental); más aún, si hasta la fecha, no se aplica ningún sistema planificado para el manejo de los residuos, se puede indicar que la tasa de producción de residuos orgánicos en la ESSUNA, debe estar aproximadamente en 0,38 (Kg/Hab. día), y avanzando para alcanzar los 0,39 (Kg/Hab. día) al final del año 2020.

Con los datos calculados que se exponen en la Tabla 4; y, tomando en cuenta que en la ESSUNA, se tiene aproximadamente 250 personas que ocupan el comedor, (de lunes a sábado), el peso de residuos orgánicos que se producen de lunes a sábado

será aproximadamente 95 Kg/día, y los domingos (con un aproximado de 130 personas que ocupan el comedor), será aproximadamente 50 Kg, lo que totalizarían un aproximado de 620 Kg por semana.

Para determinar las características de los residuos orgánicos de cocina y comedor de la ESSUNA, se desarrollará un proceso de muestreo aleatorio, directamente en el centro de acopio de residuos, proceso en el cual se mide y registra: peso, volumen y cantidad de comensales, por cada proceso de alimentación desarrollado durante siete días consecutivos.

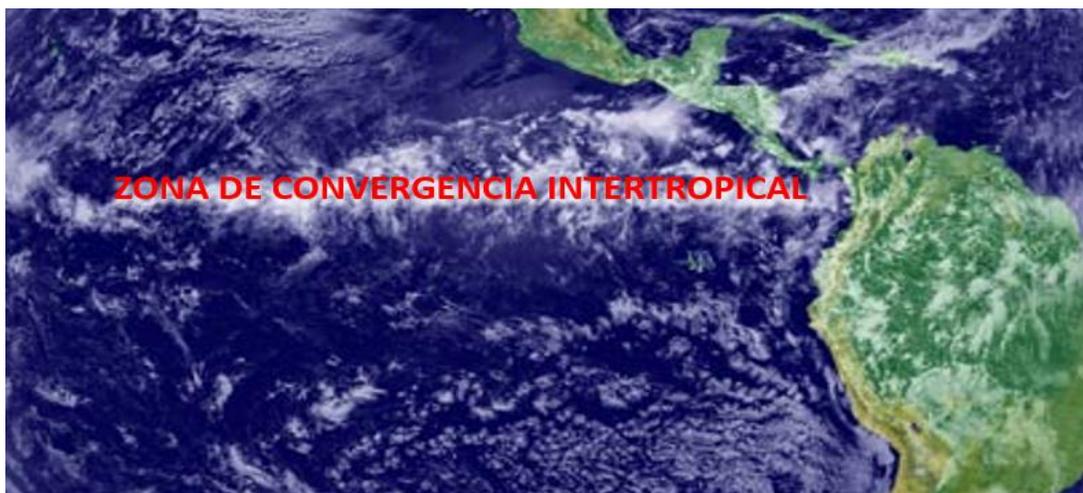
### **Condiciones climáticas en la zona de la ESSUNA.**

El clima en el Ecuador, se encuentra influenciado por la zona de convergencia intertropical.

En la Figura 17 se presenta la ubicación de la zona de convergencia intertropical.

**Figura 17**

Zona de convergencia intertropical

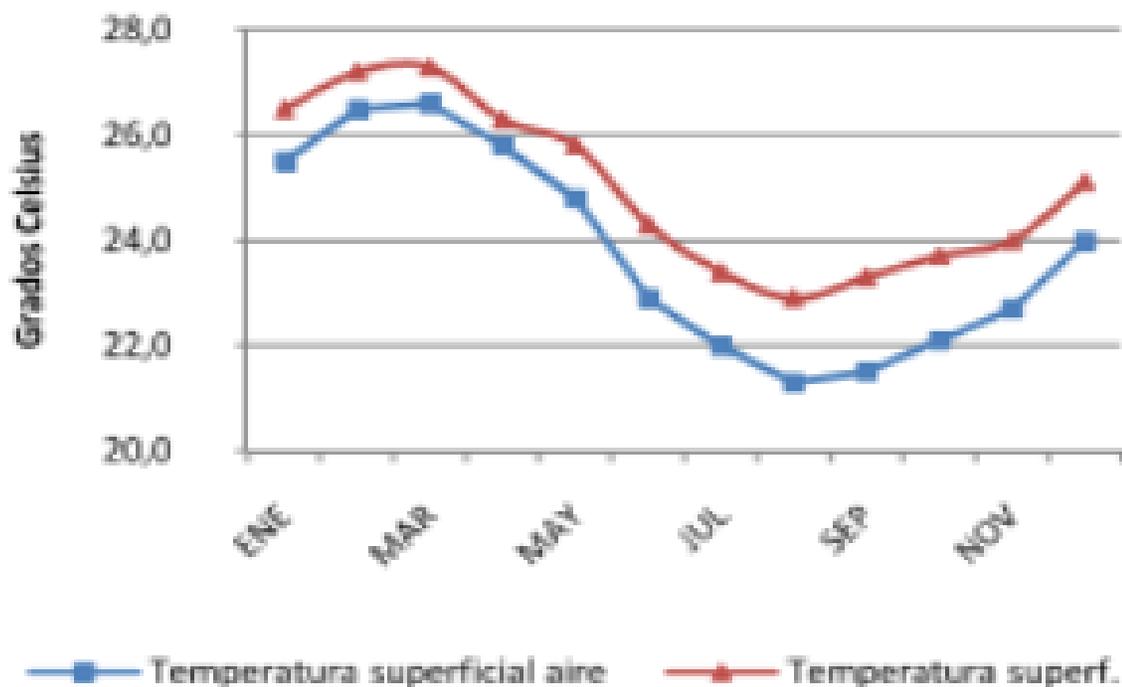


Fuente: NASA

## Temperatura.

Figura 18

Promedio Mensual de la Temperatura del Aire y de la Superficie del Mar



Fuente: Resumen Climatológico 1988 -2008 Estación Meteorológica La Libertad, INOCAR

## Precipitación.

Figura 19

Precipitación

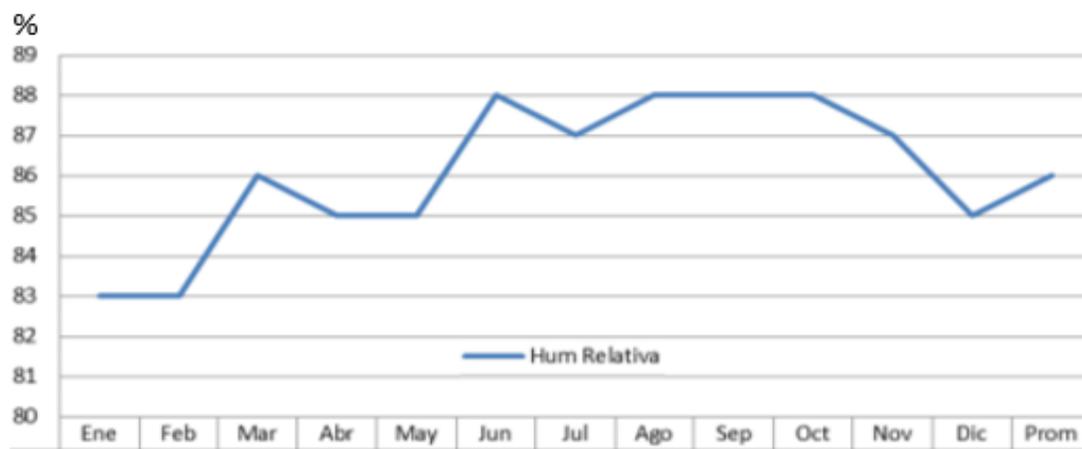


Fuente: Resumen Climatológico 1988 – 2008 Estación Meteorológica La Libertad, INOCAR

## Humedad relativa.

**Figura 20**

*Humedad Relativa Mensual*

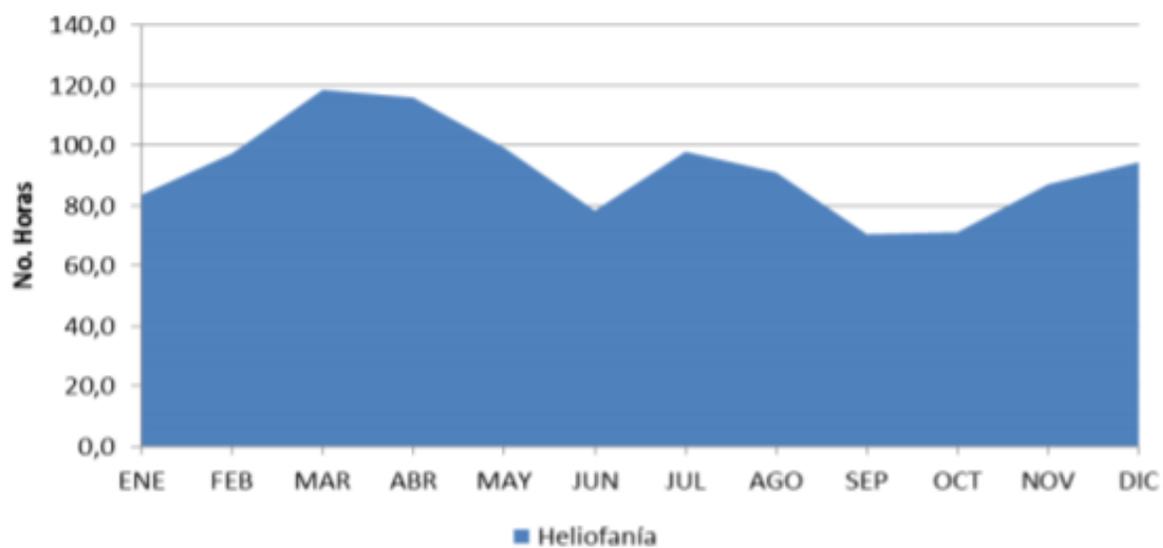


**Fuente:** Resumen Climatológico 1988 - 2008 Estación Meteorológica La Libertad, INOCAR

## Heliofanía.

**Figura 21**

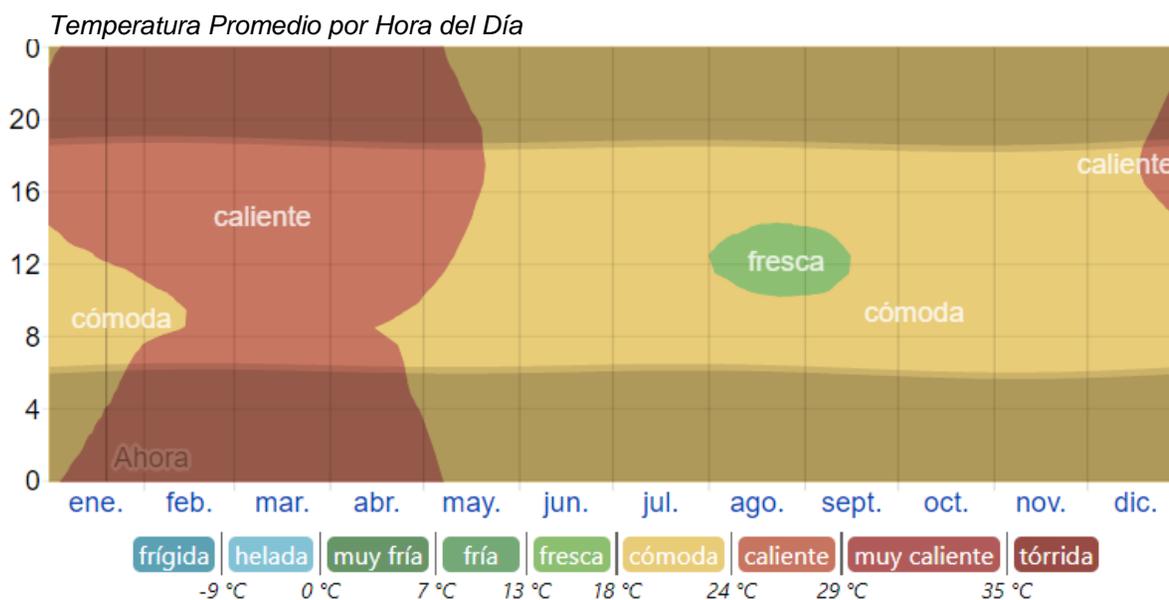
*Heliofanía Promedio Mensual*



**Fuente:** Resumen Climatológico 1988 - 2008 Estación Meteorológica La Libertad, INOCAR

## Temperatura promedio por hora del día.

**Figura 22**



**Fuente:** *Resumen Climatológico 1988 -2008 Estación Meteorológica La Libertad, INOCAR*

## Residuos orgánicos.

Son todos aquellos residuos de origen biológico, no peligrosos o especiales, que son susceptibles de descomponerse, gracias a la acción de microorganismos desintegradores, como por ejemplo residuos de comida y residuos de jardín.

Según lo citan Jaramillo, G & Zapata, L (2008), Flores, Dante define y clasifica a los residuos sólidos orgánicos según: su fuente de generación, (barrido de calles, institucionales, de mercados, comerciales y domiciliarios). Según su naturaleza o característica física, (residuos de alimentos, estiércol, restos vegetales, papel, cartón y cuero). Por sus propiedades biológicas, (excepto la goma y el cuero – solubles en agua, hemicelulosa, celulosa, grasas, aceites y ceras, lignina, lignocelulosa y proteínas).

### ***Técnicas existentes para el compostaje de los residuos orgánicos.***

A nivel mundial, la gestión de los residuos orgánicos, al igual que en Ecuador, la academia en sus centros de investigación, GAD's, ONG's, la empresa pública y privada, han venido desarrollando conocimiento alrededor de esta temática, siempre con el afán del mejor aprovechamiento del recurso que estos residuos representan, gestión que se busca realizar a los menores costos y en los menores tiempos. Para definir esto, los factores que se deben tomar en cuenta son: composición de los residuos orgánicos; y, las características ambientales de la zona, donde se va a llevar a cabo el proceso.

Como se indicó anteriormente, los residuos orgánicos se procesan principalmente por dos métodos: la incineración, (proceso químico), para la recuperación de la energía presente en éstos, (proceso que se implementa en los países desarrollados); y, el compostaje, (proceso microbiológico), para la recuperación de los minerales que contienen los residuos, (se aplica en los países en vías de desarrollo, por su facilidad y la tecnología básica que demanda).

Los factores a decidir de la técnica de compostaje son: tiempo de proceso, espacio disponible, seguridad higiénica, ausencia o presencia de material de origen animal, y condiciones climáticas del lugar, (temperaturas, vientos, lluvias y cualquier evento climático extremo).

El compostaje se puede realizar en bio-pilas o sistemas cerrados, (en recipientes).

En el proceso de compostaje se pueden aplicar los siguientes métodos:

- Compostaje de los residuos, dejándolos descomponer de forma natural.

- Compostaje de los residuos, añadiendo un facilitador microbiano.
- Compostaje de los residuos, adicionando un facilitador químico.
- Compostaje de los residuos, agregando un facilitador casero.
- Compostaje de los residuos, adicionando un facilitador de zoo cría, (lombrices u otros insectos que faciliten la descomposición).

El tipo de compostaje se definirá de acuerdo con la composición de los residuos, las condiciones climáticas de la zona, los recursos humanos disponibles para la gestión, el tiempo y la disponibilidad de espacio e infraestructura.

El compostaje es la técnica más utilizada en Ecuador, para el tratamiento de los residuos orgánicos urbanos, se fundamenta en la descomposición microbiana, principalmente se la realiza de forma aerobia, (presencia de oxígeno).

Según indica el manual de Compostaje del Agricultor (FAO, 2013), las fases del proceso de compostaje son:

Fase Termófila o de Higienización; cuando el material alcanza temperaturas superiores a los 45° Celsius, cuando empieza el desarrollo de microorganismos mesófilos, que crecen a mayores temperaturas, (bacterias termófilas), que facilitan la degradación de moléculas complejas de carbono, (celulosa y lignina).

Fase de Enfriamiento o Mesófila II; cuando se agota el carbono y el nitrógeno del material en compostaje la temperatura desciende hasta los 45° o 40° Celsius, en esta fase se degradan polímeros como la celulosa y aparecen algunos hongos, los organismos mesófilos reaparecen y baja ligeramente el pH, aunque se mantiene ligeramente alcalino, suele durar varias semanas.

Fase de Maduración, es un proceso que puede durar meses a temperaturas bajas o medias, allí se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados, y se forman ácidos húmicos y fúlvicos.

### **Dificultades a superar en el manejo de los residuos orgánicos.**

El aprovechamiento de los residuos orgánicos, debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente sostenible.

Los factores críticos en el proceso de compostaje son a: Temperatura, Oxígeno, Humedad y pH.

### **Conceptos técnicos.**

**Abiótico:** Que no tiene vida, sitio sin seres vivos. Sustancia abiótica, compuesto inorgánico u orgánico básico, (agua, dióxido de carbono, oxígeno, calcio, nitrógeno y sales de fósforo, etc.).

**Acondicionamiento de Residuos:** Cuando los residuos son transformados a formas que permiten fácilmente su transporte y/o almacenamiento.

**Acopio:** Reunión de materiales sólidos a ser depositados en un lugar.

**Agente biológico-infeccioso:** Microorganismo, capaz de producir enfermedades, cuando está en un ambiente propicio y en cantidades suficientes.

**Agente entero-patógeno:** Microorganismo, capaz de producir enfermedades del tracto digestivo del ser humano, se transmite por vía oral o fecal.

**Agente infeccioso:** Microorganismo, capaz de causar una enfermedad en las condiciones ideales para ello.

**Agua subterránea:** Agua que se encuentra en el subsuelo.

**Ambiente:** Cualquier espacio de interacción entre el suelo, aire, agua y la sociedad, sistema constituido por factores naturales, culturales y sociales.

**Aprovechamiento de residuos:** Conjunto de actividades, orientadas a recuperar valores económicos de materiales que no se consideran como el producto buscado, y se generan en procesos productivos, el valor se recupera mediante la reutilización, la re-manufacturación, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios.

**Basura:** Residuos que han perdido totalmente su valor económico, y que representan un costo (económico y/o energético) para su disposición final.

**Biodegradable:** Material que se descompone por acción de microorganismos, proceso que se desarrolla con cierta rapidez.

**Biodegradación:** Proceso relativamente rápido, mediante el cual un material se descompone en residuos orgánicos estabilizados y metano.

**Biodiversidad:** Diversidad de especies vegetales y animales, que viven en un espacio determinado.

**Biogás:** Gases que se producen durante la descomposición micro biológica de materiales biodegradables, mezcla de metano y dióxido de carbono, generada durante la fermentación anaerobia de residuos orgánicos.

**Biopila:** Proceso biológico controlado, donde los contaminantes orgánicos son biodegradados y mineralizados.

**Bioseguridad:** Conjunto de principios, normas, protocolos, tecnologías y prácticas que se implementan para evitar el riesgo para la salud y el medio ambiente, que proviene de la exposición a agentes biológicos causantes de enfermedades infecciosas, tóxicas o alérgicas.

**Biótico:** Organismo viviente y sus procesos vitales.

**Botadero:** También se lo denomina Vertedero Abierto, es el área donde se disponen residuos sin ningún tipo de control y sin la adopción de medidas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales y sanitarios, entre los principales riesgos presentes en un botadero son: erosión, sedimentación, generación de gases y lixiviados, incendios, presencia de vectores.

**Centro de acopio:** Lugar donde se mantienen los materiales bajo ciertas condiciones, para en forma posterior ser aprovechados o movilizados a otros lugares.

**Centro de recepción:** Lugar donde se acoge materiales, para ser manejados de acuerdo a las necesidades de las partes usuarias de estos materiales.

**Centro de reciclaje:** Lugar donde se recupera y hasta se puede aprovechar materiales recuperados de subproductos o productos en desuso.

**Chatarra:** Residuos de metal; se aplica a objetos de metal usados, que entran en desuso (enteros o no); subproductos generados durante la fabricación o consumo de un material o producto.

**Clasificación de los residuos:** Según su estado o forma de presentarse, se clasifican en: sólidos, líquidos y gaseosos; también se los puede clasificar según su origen en: domésticos, comerciales e industriales; o podemos clasificarlos por los materiales que los constituyen en: orgánicos, inorgánicos, metálicos, plásticos, vidrios, papel, etc.; por los efectos que pueden causar sobre la salud de los seres vivos en: peligrosos y no peligrosos.

**Composta:** Producto del proceso de la transformación biológica de los residuos orgánicos, que se utiliza como mejorador de suelos agrícolas. Degradación de residuos orgánicos por acción de bacterias, hongos y levaduras.

**Compostaje:** Descomposición aerobia de los residuos orgánicos mediante fermentación controlada, cuyo producto estable se emplea en el mejoramiento del suelo agrícola.

**Conservación:** Toda acción orientada a proteger recursos que por causa del mal manejo se encuentran afectados.

**Contaminación:** Desequilibrio ecológico, por acción de algún agente externo a un medio determinado, cambio en la calidad normal de uno o varios componentes del ambiente, por acción de un agente extraño.

**Contaminación ambiental:** Alteración de las condiciones ecológicas, por acción de un agente foráneo que anule o disminuya las funciones bióticas de ese medio.

**Cuerpo receptor:** Corrientes o depósitos naturales de agua o aire, y espacios de suelo donde se descargan, infiltran o inyectan sustancias de los materiales que se integran y cambian las condiciones originales del cuerpo receptor.

**Degradable:** Material o sustancia que puede ser descompuesto bajo ciertas condiciones ambientales, (biodegradable, fotodegradable).

**Depósito:** Instalación o lugar donde se colocan sustancias o materiales para estadías largas o permanentes.

**Desarrollo sostenible:** Conjunto de actividades que satisfacen las necesidades del presente, sin comprometer el manejo racional de los recursos naturales, para que las generaciones futuras también puedan disfrutar al menos de las mismas condiciones que ahora se tienen.

**Desecho:** Desperdicio o sobrante de las actividades humanas; se clasifica en: gases, sólidos y líquidos; y por su origen en: orgánicos e inorgánicos.

**Disposición final:** Depositar o confinar cualquier material o sustancia de forma permanentemente.

**Ecología:** Estudio de las relaciones existentes entre los componentes del ambiente y sus formas de interacción, para mantener un equilibrio que permita se mantenga a lo largo del tiempo.

**Eliminación:** Separar o sacar un material, sustancia, energía o situación no deseada, que pudiera causar efectos no deseados en cualquier proceso.

**Emisión:** Liberación de cualquier sustancia, material o energía en cualquiera de sus estados de forma directa o indirecta en el ambiente.

**Fermentación:** Transformación de materia orgánica en compuestos más simples y/o inorgánicos por acción de microorganismos.

**Gestión de residuos:** Conjunto de actividades o proceso a través del cual se manejan los residuos para cumplir un objetivo específico con éstos; generalmente comprende: reducción, reutilización, reciclaje, clasificación, transporte, aprovechamiento y/o disposición final.

**Lixiviados:** Líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de residuos sólidos y que contienen sustancias disueltas o en suspensión. Sustancia líquida que emana de un material de desecho y que tiene alto potencial contaminante.

**Mancomunidad:** Es un concepto político, que tiene que ver con las diferentes posibilidades de organización política y administrativa que una región puede tener. Cuando se habla de mancomunidad se está haciendo referencia a una unión de diferentes territorios, que se juntan en pos de un objetivo común que puede ser de tipo político o económico.

**Material:** Sustancia, compuesto o mezcla que se usa como insumo en la elaboración de algún producto.

**Metano:** CH<sub>4</sub> componente del gas natural y el biogás.

**Mineral:** Sustancia inorgánica, que no tiene vida o no se generó en ella.

**Orgánico:** Que pertenece o se deriva de los seres vivos, compuesto que contiene carbono.

**Proceso:** Conjunto de actividades que tomando materias primas las transforma, generando valor agregado.

**Producto:** Material o sustancia buscada que se genera en un proceso.

**Reciclaje:** Proceso mediante cual un material, subproducto o producto, se reincorpora a un ciclo productivo o de consumo, ya sea en el que fue generado o en otro diferente.

**Recuperación:** Acción de aprovechar los materiales presentes en un sub producto, o un producto mismo que ha entrado en desuso.

**Relleno sanitario:** Lugar donde se depositan residuos sólidos mediante una tecnología, donde se confina la basura en un área lo más estrecha posible, compactándola para reducir su volumen y cubriéndola con capas de suelo en forma diaria, este proceso disminuye al máximo el riesgo de contaminación ambiental.

**Remediación:** Conjunto de actividades o procesos, que buscan recuperar las condiciones ambientales a sus condiciones originales.

**Reserva marina:** Espacio natural protegido por la legislación, con el objeto de mantener y/o regenerar los recursos marinos de una zona específica.

**Residuo:** Todo material o sustancia, en cualquiera de los estados que se genera como subproducto de un proceso productivo; incluso todo producto, que ha terminado su vida útil, o ya no se requiere y que sea necesario disponer.

**Residuos orgánicos:** Residuos que se originan de seres vivos, como son: restos de comida, jardín, etc., y se descomponen gracias a microorganismos desintegradores.

**Residuos sólidos:** Todo material o sustancia que se considere residuo y se encuentre en estado sólido.

**Reúso:** Acciones que consisten en volver a usar los productos antes de ser descartados.

**Separación:** Segregación de materiales, sustancias o residuos de iguales características, para posibles aprovechamientos en el mismo proceso donde se generan o en diferentes procesos.

**Subproductos:** Residuos que se pueden aprovechar como materia prima, para el mismo proceso donde se generó u otro diferente; por tanto, no se le debe dar disposición final en un relleno sanitario.

**Tratamiento:** Conjunto de acciones, que por medio de reacciones físicas o químicas, se alteran las condiciones de una sustancia o material.

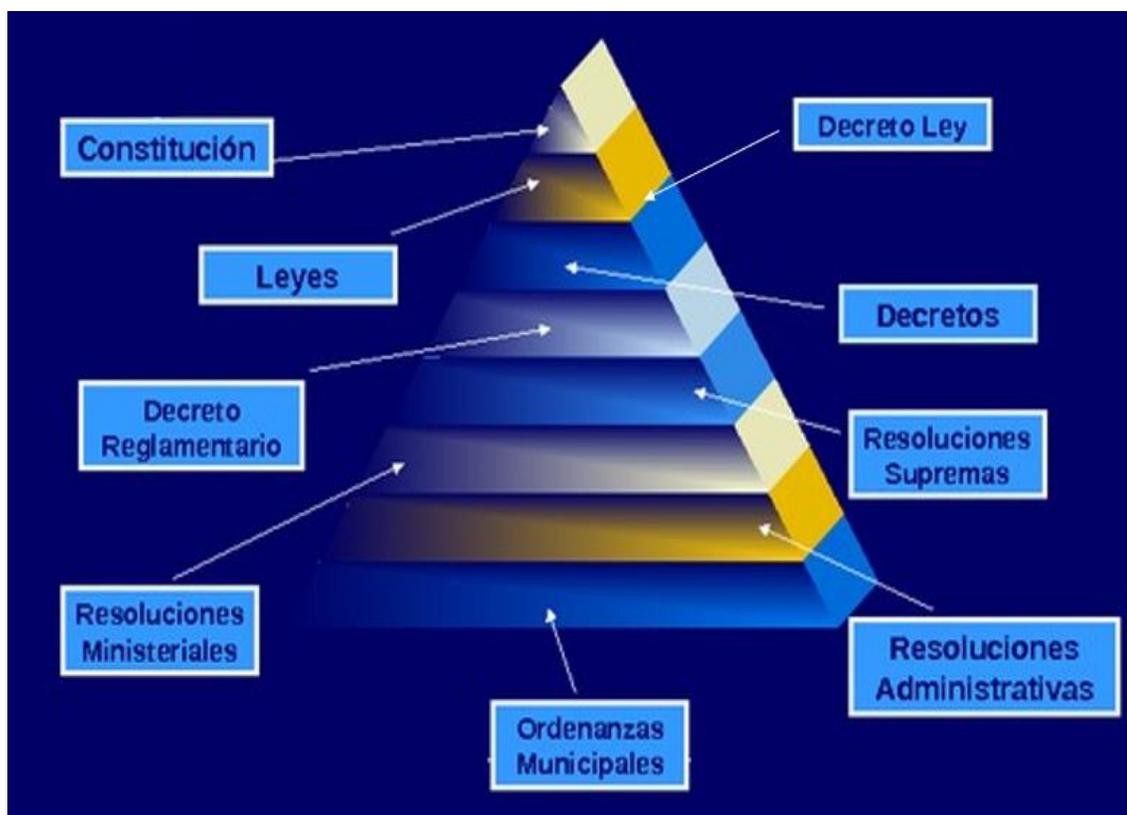
**Vector:** Cualquier ser vivo que puede transmitir enfermedades.

## Marco Legal

De acuerdo con la pirámide de Kelsen, donde se grafica la jerarquía de las leyes, y se divide por niveles.

Figura 23

*Pirámide de Kelsen*



Fuente: Wordpress.com

En el nivel más alto, se encuentra la Constitución de la República del Ecuador, (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011), donde en sus artículos 14 y 15 se reconoce el derecho que tiene la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; haciendo énfasis, en la necesidad de la preservación del ambiente, el cuidado de los ecosistemas, la biodiversidad, la prevención y el control de la

contaminación, la recuperación de los espacios afectados; para lo cual, el sector público y privado, deberá promover el uso de tecnologías limpias, energías limpias, (alternativas no contaminantes), de bajo impacto. (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

En el artículo 66, se determina, manda y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

En el artículo 73, se reconoce a la naturaleza como sujeto con derechos; y, determina que el estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, destrucción de ecosistemas o alteración permanente de los ciclos naturales. (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

En el artículo 83, se establece como deberes y obligaciones de los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la Ley, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

De igual forma en el artículo 261 se indica la competencia exclusiva del estado para dictar las políticas (económicas, tributarias, arancelarias, etc.); e, intervenir directamente en la implementación de mecanismos que promuevan el uso de tecnologías limpias en el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU). (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

En el artículo 264 de la Constitución se dicta, que el manejo de los RSU es competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD's). (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

En el artículo 395, se indica que el Estado garantizará el desarrollo de un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (Asamblea del Ecuador, 2008 / 2011).

La Convención de las Naciones Unidas (1994) en su artículo 145 (referente a los derechos del mar), indica que se debe asegurar la eficaz protección del medio marino contra los efectos nocivos, exige prevenir daños a la fauna y flora marina, conservando y protegiendo los recursos naturales de estas zonas; además en el artículo 194, se determina que los estados desarrollarán todas las medidas necesarias para prevenir, reducir, y controlar la contaminación del medio marino procedente de cualquier fuente, utilizando los medios más viables que dispongan, y se esforzarán por armonizar sus políticas al respecto. (Naciones Unidas, 1994). El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) en los artículos 55 y 137, competencia que se encuentra normada por los lineamientos que entrega la Autoridad Ambiental Nacional que reside en el Ministerio de Medio Ambiente (MAE), que dicta el Código Orgánico del Ambiente (COA). (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018), en el título II de los Desechos, Deberes y Principios Ambientales indica que “los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública”. En referencia a la gestión de los residuos se reconoce el principio de responsabilidad integral, para toda actividad que genere o pueda generar impactos ambientales, en todas las fases de sus actividades, lo que quiere decir desde su generación hasta su disposición final, o sea se reconoce el principio denominado: “de la cuna a la tumba”; así como también, el principio: “el que contamina paga”; esto mediante la incorporación a los costos de producción de todas las medidas ambientales

necesarias para prevenir, mitigar, evaluar, controlar y/o compensar cualquier tipo de contaminación al medio ambiente.

En el artículo 233 de COA se señala la responsabilidad extendida del productor a la gestión de los residuos y desechos (de todo tipo), indicando “los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida del mismo. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción y el uso del producto, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho, luego de su vida útil o por otras circunstancias”, la autoridad ambiental nacional debe determinar a través de normativa los productos sujetos a esta política, así como las metas y lineamientos para el programa de gestión integral de los residuos y desechos originados a partir del consumo y uso de los productos que sean regulados. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), en su libro VI aprobado con el acuerdo ministerial 061 de mayo del 2015, en su artículo 50, establece “los productores o importadores, según sea el caso, individual y colectivamente, tienen la responsabilidad de la gestión del producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición final de estos luego de su vida útil”. Hasta la fecha, la responsabilidad extendida del productor se aplica a la gestión de los desechos de:

- Plásticos de uso agrícola (Acuerdo ministerial 021, abril 2013),
- Gestión de equipos eléctricos y electrónicos (Acuerdo ministerial 190, enero 2013),

- Gestión de neumáticos usados (Acuerdo ministerial 129, enero 2014), y
- La Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado (Registro Oficial 583, de noviembre 2011), hace referencia en su capítulo II, al impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables.

Con el acuerdo ministerial 1476 (septiembre 2008) del Ministerio del Medio Ambiente, en mutuo acuerdo con el Ministerio de Defensa, crean la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), con el fin de preservar la zona ambiental marino costera, donde existen variedad de ecosistemas, por lo que se regula puntualmente las actividades y sus efectos en la zona.

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena, expide el reglamento de aplicación de la ordenanza de prevención, control y manejo ambiental, sobre la contaminación por aguas residuales, desechos industriales, actividades turísticas y además al recurso agua en el cantón Santa Elena, la que tiene por objeto establecer el control y las regulaciones ambientales básicas, en el ámbito de las competencias del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, para que el vertido, conducción, tratamiento, control y disposición final de las aguas residuales estén garantizando en todo momento la salud humana, la protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales. (Cantón Santa Elena, 2016).

En julio de 2018, el GAD Municipal de Santa Elena expide “La ordenanza sustitutiva regulatoria del manejo de residuos en el Cantón Santa Elena”, donde se plantea normativa sobre las actividades de:

- Sistema de barrido, que permita a la ciudad de Santa Elena y a los centros parroquiales y poblados del cantón, mantenerse limpios, garantizando la salud de los que habitan en estas jurisdicciones.
- Nuevas alternativas de recolección, disposición final y tratamiento de los residuos conforme a la técnica actual.
- La participación ciudadana, en actividades tendientes a conservar limpia la ciudad y los centros parroquiales y poblados del Cantón, de conformidad al modelo de gestión que se implementará desde la Municipalidad.
- La disminución en la generación de residuos.
- La concientización ciudadana, para lograr de los propietarios y /o arrendatarios, el barrido de la vereda, a fin de mantenerlas limpias y vigilar que terceros no la ensucien.

## CAPÍTULO II

### Fundamentación Metodológica

#### *Enfoque o Tipo de Investigación*

Esta investigación, por su propósito es de tipo aplicada, ya que se centra en la resolución de un problema en un contexto determinado, puesto que plantea la utilización de conocimientos de áreas especializadas, con el fin de aplicarlos para efectuar cálculos que permitan dimensionar las instalaciones necesarias, para realizar el compostaje de los residuos orgánicos; y, de esta manera se pueda ejecutar la planificación e implementación del área de manejo de los residuos orgánicos generados en la cocina y comedor de la ESSUNA.

Por la naturaleza de los elementos estudiados y la información manejada, corresponde a una investigación de tipo cuantitativa; por los medios para obtener datos, se da una investigación de tipo dual, ya que se manejan datos obtenidos directamente en una fase de muestreo, y también se utilizan datos obtenidos en fuentes bibliográficas.

Por el tipo de estudio, si bien ya se indicó que la investigación lleva una fase de muestreo, se fundamenta en el método deductivo, ya que tomando la información bibliográfica, que presenta fenómenos de forma general, se aplicarán criterios en un proceso experimental particular, (manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA), para definir el dimensionamiento de las facilidades necesarias en el tratamiento de los residuos; también se desarrollará, específicamente, el proceso para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA.

Según el período temporal, la investigación es de tipo transversal, ya que se desarrolla un muestreo de residuos orgánicos, generados durante una sola semana, (del 27 de abril al 03 de mayo de 2020).

### ***Alcance o Niveles de Investigación***

Por el tipo de resultado que se busca, el alcance de la investigación es descriptivo, ya que se enfoca en: el análisis de las características de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA; en las características métricas de las facilidades necesarias para tratar los residuos orgánicos; y, en las condiciones ambientales de la zona, para describir el proceso a desarrollar en el tratamiento de los residuos, (volúmenes, actividades, tiempos, etc.), lo que es residuos orgánicos, lo que se materializará en el Manejo de los Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la ESSUNA.

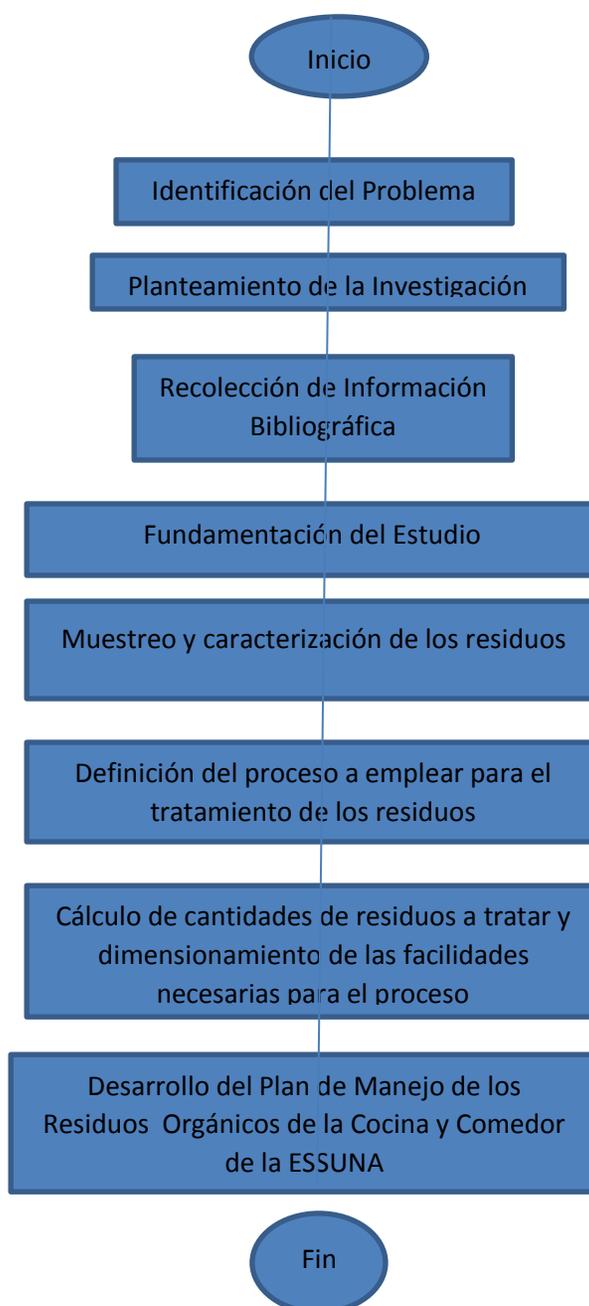
### ***Diseño de la Investigación***

El proyecto es de carácter descriptivo, ya que mediante un muestreo, se determinará las características de los residuos orgánicos, y con el apoyo de información bibliográfica, se obtendrán los insumos para el desarrollo del Manejo de los Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la Escuela Superior Naval "CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE".

A continuación, se expone un flujo lineal de las actividades para la realización de la investigación.

**Figura 24**

*Flujo lineal de las actividades de la investigación*



Como se puede observar, la investigación se inició determinando el problema, para continuar con la búsqueda de información bibliográfica que lo sustente, y que lo riente para la solución del mismo; como el presente estudio es descriptivo, se desarrolló una fase de levantamiento de información en la fuente de generación de los residuos, (muestreo de las características y cantidades de residuos producidas en un lapso de tiempo determinado, asumiendo el proceso de producción de residuos como un sistema cíclico-semanal), con sustento en esta información, se realizó la definición del proceso de tratamiento de residuos más conveniente para la ESSUNA, con esto se procede a una fase en la cual se desarrollan cálculos para definir las cantidades de residuos que se requieren procesar; así como también, el dimensionamiento de las facilidades necesarias para realizar el tratamiento de los residuos de manera continua y sustentada. Con toda ésta información se procederá al Manejo de Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la ESSUNA "CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE".

Ver Planificación en el Anexo 1A. (Planificación de la Investigación en Project).

### **Recolección de la información bibliográfica que fundamentará el estudio.**

Con el reconocimiento del problema, se procederá a identificar un conjunto de palabras y frases clave, para la búsqueda de información en el Internet; y, las diferentes bibliotecas generales y especializadas.

Contando con las palabras y frases clave, se realiza la navegación en Internet, para identificar la bibliografía disponible en las diferentes bibliotecas (libros, manuales, informes, artículos técnicos, etc.).

Con esta información se realiza un listado, donde se clasifican por la información que contienen y la fase de descripción y/o análisis de dónde será empleada la información.

### **Muestreo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA.**

Habiendo revisado la información donde se encuentran los métodos de muestreo y caracterización de residuos, se definirá cuándo se realizará el muestreo, y los materiales necesarios para este proceso, (recipientes donde recoger los residuos, balanza para la toma de pesos, recipiente para la determinación de volúmenes, métodos que se emplearán para realizar el muestreo, y formatos para registro de datos).

### **Definición del proceso a ser aplicado en el tratamiento de los residuos.**

Tomando en cuenta las características ambientales de la zona donde se encuentra ubicada la ESSUNA, las características y la cantidad de residuos orgánicos que producen per-cápita, la población media que es usuaria del comedor, y los recursos con los que cuenta la ESSUNA, se procederá a definir el proceso de tratamiento de los residuos, que es más viable implementar en la ESSUNA, para que éste sea sostenible en el tiempo y se desarrolle de manera cíclica.

Tomando en cuenta las características ambientales de la zona donde se encuentra ubicada la ESSUNA, las características y la cantidad de residuos orgánicos que producen per-cápita, la población media que es usuaria del comedor, y los recursos con los que cuenta la ESSUNA, se procederá a definir el proceso de tratamiento de los residuos, que es más viable implementar en la ESSUNA, para que éste sea sostenible en el tiempo y se desarrolle de manera cíclica.

Para definir la técnica de compostaje es muy importante conocer:

- Disponibilidad del tiempo de proceso;
- Disponibilidad de mano de obra;

- Disponibilidad de espacio para realizar el proceso;
- Seguridad Higiénica requerida;
- Características del material de partida, (ausencia o presencia de material de origen animal);
- Condiciones climáticas del lugar, (temperaturas bajo cero, vientos fuertes, lluvias torrenciales u otros eventos climáticos extremos);

Según sean las condiciones, los métodos se dividen en: sistemas cerrados y sistemas abiertos. Los sistemas abiertos, son aquellos que se desarrollan al aire libre, mientras que los cerrados, son los que se desarrollan en recipientes y bajo algún tipo de cubierta. (Román Pilar, 2013).

Por las condiciones ambientales, (temperatura, precipitación, humedad y heliofanía) de la ESSUNA, la disponibilidad de espacio, escasez de mano de obra, seguridad higiénica requerida, se considera que lo más viable es desarrollar un proceso de compostaje cerrado, ya que garantiza la bioseguridad del entorno y por tanto de las personas.

### **Cálculo de las cantidades de residuos y los tiempos necesarios para el tratamiento de los mismos.**

Con la definición de método, se realizará la estimación de los tiempos requeridos para el tratamiento de los residuos, según el método definido, para esto se emplearán los manuales de compostaje, que se identificaron durante el análisis bibliográfico y algunos artículos técnicos especializados en el tema.

### **Dimensionamiento y diseño de las facilidades necesarias para el manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA.**

Con el método definido, las cantidades de residuos a tratar establecidas y los tiempos necesarios para el tratamiento de los residuos, se procederá a identificar los posibles espacios donde se pudiera realizar el tratamiento de éstos, con ésta información se procederá al diseño de las facilidades necesarias para el tratamiento de los residuos, según las características de espacio escogido para este proceso. El tratamiento de residuos puede llegar a desprender vapores y gases con olores no muy agradables, durante el tratamiento; por tanto, se requiere buscar preferentemente, una zona en la que se tenga ventilación, y donde la dirección del viento, no pueda llevar los vapores y gases, a lugares donde se tenga personal trabajando, o que desarrolle actividades de forma permanente. Conociendo el área disponible se diseñarán y dimensionarán las facilidades necesarias para desarrollar el tratamiento de manera sostenible en el tiempo.

### **Desarrollo del Manejo de los Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la ESSUNA “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”.**

Con toda la información recolectada y generada, se procederá a desarrollar el Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”; el plan contendrá lo siguiente:

Manejo de residuos orgánicos de la cocina y comedor de la ESSUNA “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”.

1. Antecedentes
2. Propuesta de política de la ESSUNA para el manejo de los residuos orgánicos
3. Objetivos del Plan
  - 3.1 General
  - 3.2 Específicos
4. Alcance del Plan
5. Definición de roles, funciones y responsabilidades
6. Descripción de las actividades del Plan (diagrama de flujo de las actividades)
7. Cronograma de aplicación del Manejo de residuos orgánicos
8. Anexos
  - 8.1 Registro de ingreso de residuos orgánicos al área de tratamiento
  - 8.2 Registro de indicadores del proceso
  - 8.3 Registro de cantidades del material generado en el tratamiento de los residuos orgánicos
  - 8.4 Registro de evacuación del material producido y destino
9. Bibliografía

### ***Población y Muestra***

Para la investigación se desarrollará la toma de muestras en forma aleatoria sistemática. Aleatoria, porque se define muestrear en una semana cualquiera, lo que garantiza condiciones normales de generación de residuos orgánicos. Sistemática, porque se realiza bajo el mismo protocolo de muestreo durante las 4 comidas diarias y los 7 días de la semana.

Esta forma de muestreo, garantiza que se tengan datos representativos; por tanto, que permitan realizar la investigación sin ningún tipo de sesgo, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados. Los datos obtenidos en este muestreo, garantizan y entregan la confiabilidad, de los resultados obtenidos en los cálculos que sustentan el dimensionamiento de las facilidades, así como la sostenibilidad del proceso a lo largo del tiempo, tomando en cuenta su periodicidad, lo que facilita grandemente su manejo.

### ***Técnicas de Recolección de Datos***

Al plantear una investigación descriptiva, con fase de muestreo aleatorio sistemático, se requiere el concurso de información teórica, que sustente los cálculos a desarrollar; y con esto, se estructure una fase de recolección de datos sólida, que permita determinar claramente los resultados buscados; por tanto, la investigación plantea la recolección de datos, mediante la observación y toma de medidas de forma sistemática-documental, la clasificación y sistematización de información documental, obtenida en fuentes secundarias; así como también, la generación de información a través del registro de información, por medio de cálculos que permitirán la particularización del proceso de compostaje a las necesidades de la ESSUNA.

En el desarrollo del registro de la información observada directamente en campo, (zona de acopio de residuos), para cada fase, se realizará formatos específicos, donde se registrará la información de forma clara, específica y detallada.

#### **Técnica documental.**

Se revisará información, de carácter técnico especializada en el tratamiento biológico, para la degradación de residuos orgánicos, y se procederá a clasificar según los diferentes métodos existentes, y el tipo de información que cada una entrega.

### ***Instrumentos de Recolección de Datos de la Fase Experimental***

Para la recolección de datos, en la fase de muestreo aleatorio sistémico, se diseñarán formatos específicos para el registro de datos.

Inicialmente, se plantea desarrollar la toma de datos desde el punto de vista teórico puro, (medir peso y volúmenes diferenciados de: material crudo, material cocido, huesos y semillas); pero, analizando la posibilidad de realizar la separación de los residuos en las fuentes, (cocina y comedor); del análisis se determinó que no es posible, (ya que esto, requiere poner una persona de forma permanente para que apoye en esta tarea); con esta situación, se plantea desarrollar un muestreo de residuos por peso, diferenciando por fuentes (cocina y comedor). Por tanto, se simplificó la tarea de toma de datos, ajustando a los tiempos disponibles del Guardiamarina, y un ayudante, para no generar afectaciones a los tiempos normales de gestión en sus obligaciones diarias.

### ***Procesamiento y Análisis de Datos***

Los datos registrados para la determinación del índice de producción de residuos orgánicos, serán tratados mediante métodos de estadística descriptiva, y sus resultados se compararán con los valores estimados en la Tabla 4, lo que permitirá evaluar las condiciones de manejo ambiental de la ESSUNA, respecto del criterio de manejo de la reducción de residuos, en la tarea de preparación de alimentos y en el proceso de consumo de los mismos.

### **Muestreo de la producción de residuos orgánicos en la cocina y el comedor de la ESSUNA.**

Luego de solicitar permiso al Departamento de Investigación y Vinculación de la ESSUNA, y habiendo obtenido la correspondiente autorización, se procedió a realizar el muestreo durante siete días consecutivos, (27-04-2020/03-05-2020); como resultado de este proceso se tiene los registros que se expone en la tabla 7.

**Tabla 7**

Proyección de la producción de Residuos Orgánicos en comedor y cocina de la ESSUNA			
<b>Día de muestreo</b>	<b>Residuos Orgánicos Generados (Kg)</b>	<b>Promedio de Usuarios del comedor en el día</b>	<b>Producción per cápita (Kg/día persona)</b>
<b>Lunes 27/04/20</b>	67,86	211	0,32
<b>Martes 28/04/2020</b>	45,70	211	0,22
<b>Miércoles 29/04/2020</b>	63,77	211	0,30
<b>Jueves 30/04/2020</b>	99,90	211	0,47
<b>Viernes 01/05/2020</b>	83,03	211	0,39
<b>Sábado 02/05/2020</b>	71,75	211	0,34
<b>Domingo 03/05/2020</b>	69,35	211	0,33
<b>Valores Medios</b>	<b>71,63</b>	<b>211</b>	<b>0,34</b>

En el Anexo 2B. Se exponen, los registros desarrollados durante la fase de muestreo de campo; y, la tabla de cálculos, realizados para generar los datos expuestos en las tablas 5 y 6.

En las figuras 24, 25 y 26 se documenta gráficamente, el levantamiento de los datos durante el proceso de muestreo.

**Figura 25**

*Pesaje de los residuos orgánicos*



Proceso de embalaje para determinación de volumen y peso de los residuos orgánicos

**Figura 26**

*Instrumental utilizado para el proceso de pesaje de los residuos orgánicos*



Instrumental con el cual se determinó el peso de los residuos

**Figura 27**

*Caracterización de los residuos orgánicos*



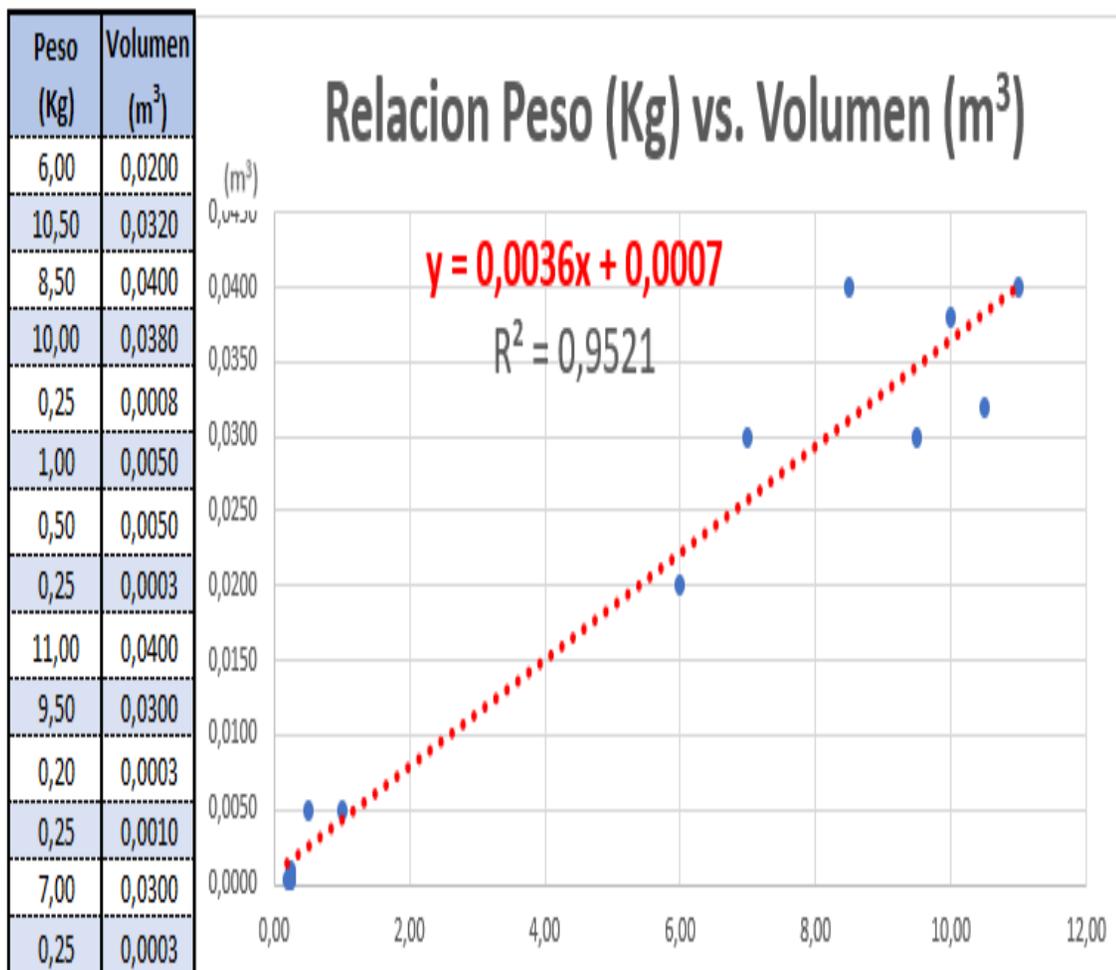
Características de los residuos orgánicos que se generan en la ESSUNA

El cálculo de las cantidades y volúmenes, de residuos orgánicos, que se generan en la cocina y comedor de la ESSUNA, a la semana, al mes, dos meses, tres meses y al año, se realizarán mediante proyecciones lineales; sin tomar en cuenta, la tendencia a la baja, en la producción de residuos que se ha detectado en el análisis teórico; éste análisis se presenta en la tabla 6, donde se realiza una proyección bajo el estimado que se tenga 250 personas alimentándose en la ESSUNA, (margen de seguridad del 20% aprox.).

En la figura 28, se observa la determinación, (mediante los datos levantados en el muestreo aleatorio), de la fórmula para calcular el volumen que representarían los residuos orgánicos a manejarse en la ESSUNA.

Figura 28

Determinación del volumen de los residuos orgánicos en función de su peso



**Nota:** Valores tomados en la fase de muestreo

Como se puede ver, se utilizó una regresión lineal para el cálculo del volumen de los residuos orgánicos, el coeficiente de Pearson ( $R^2$ ) es cercano a uno, por lo que es muy aceptable la función determinada.

**Tabla 8**

*Proyección de Registro de la producción de Residuos Orgánicos en comedor y cocina de la ESSUNA*

<b>Período de tiempo</b>	<b>Tasa per cápita (kg/día Persona)</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Cantidad de Residuos calculados (Kg)</b>	<b>Volumen de los Residuos generados (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Día</b>	0,34	250	85,00	0,3067
<b>Semana</b>	0,34	250	595,00	2,1427
<b>1 mes</b>	0,34	250	2550,00	9,1807
<b>2 meses</b>	0,34	250	5100,00	18,3607
<b>3 meses</b>	0,34	250	7650,00	27,5407
<b>Año</b>	0,34	250	31025,00	111,6907

Tomando en cuenta que al material, (residuos orgánicos), le lleva un tiempo aproximado de 4 meses para descomponerse, (con manejo de humedad, pH y aireación), se plantearía la construcción de al menos 3 celdas, ya que la producción debe llenarse en 2 meses y mantenerse 4 meses para su óptima degradación, (proceso aerobio – manejo del depósito con personal a cargo), esto genera la necesidad de celdas con una capacidad mínima de 19m<sup>3</sup> para lo que son residuos orgánicos, más el volumen de la capa de suelo necesario para cubrir el depósito diario correspondiente al 30%, induciendo a que la celda tenga la capacidad de 25m<sup>3</sup>; como la altura máxima del depósito no puede sobrepasar el 1,2m, (para facilitar el llenado y vaciado de la celda), el área necesaria para las celdas es de 21m<sup>2</sup>, que se expresa por la función:

$$largo (m) = \frac{21(m^2)}{ancho (m)}$$

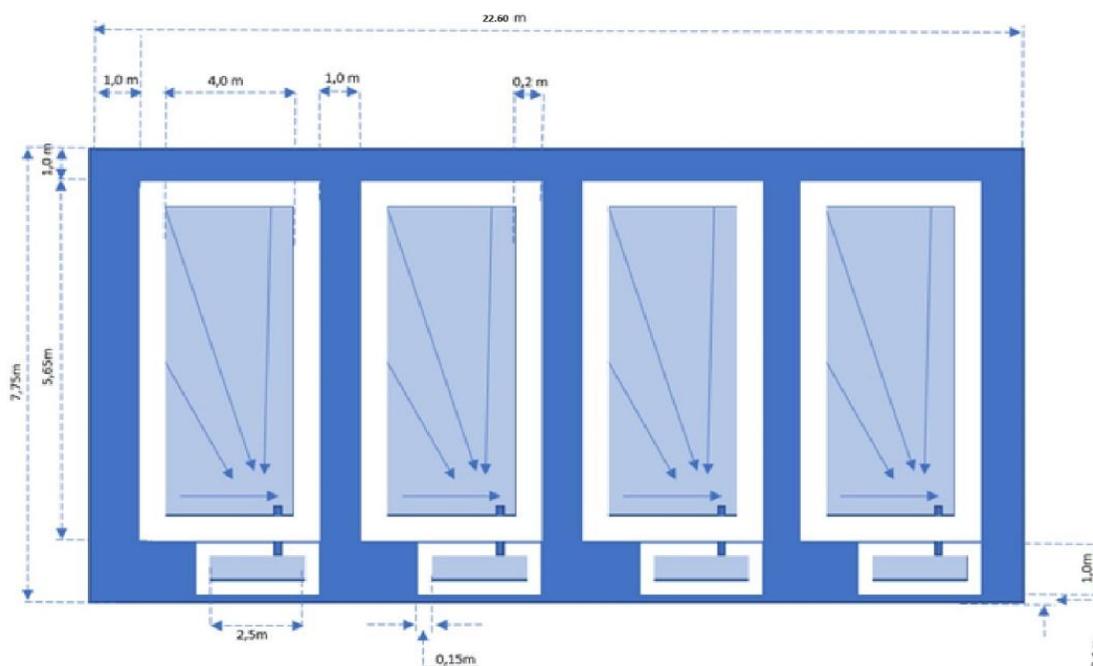
Por tanto, la forma más eficiente de esto sería un círculo ( $A = \pi r^2$ ), pero constructivamente lo más viable es un cuadrado, con lado igual a 4,60m., pero para facilitar su manejo cubierto, (plástico simple), se debe contemplar un valor máximo de 4m. de ancho; por tanto, el largo deberá ser de 5,25m., para así terminar generando una celda de forma rectangular.

Por otro lado, si se toma en cuenta que la ESSUNA no cuenta con personal para el manejo del depósito, (cuando mucho el personal que deposite el material en las celdas y cubra con tierra los residuos), se requiere el reposo del material por 6 meses, (proceso anaerobio), lo que implica la construcción de 4 celdas de  $21\text{m}^3$  (1,2m. x 4m. x 5,25m.), o 3 celdas que manejen la producción de residuos de 3 meses cada una ( $36,5\text{m}^3$ ), que bajo los mismos criterios expresados, en el anterior análisis, la celda sería de las siguientes dimensiones: 1,2m. x 4m. x 7,6m.

Para la implantación de las facilidades de 4 celdas con las dimensiones de 1,2m. x 4m. x 5,25m., se requiere contar con una área de  $176\text{m}^2$ , como se puede observar en la figura 29.

**Figura 29**

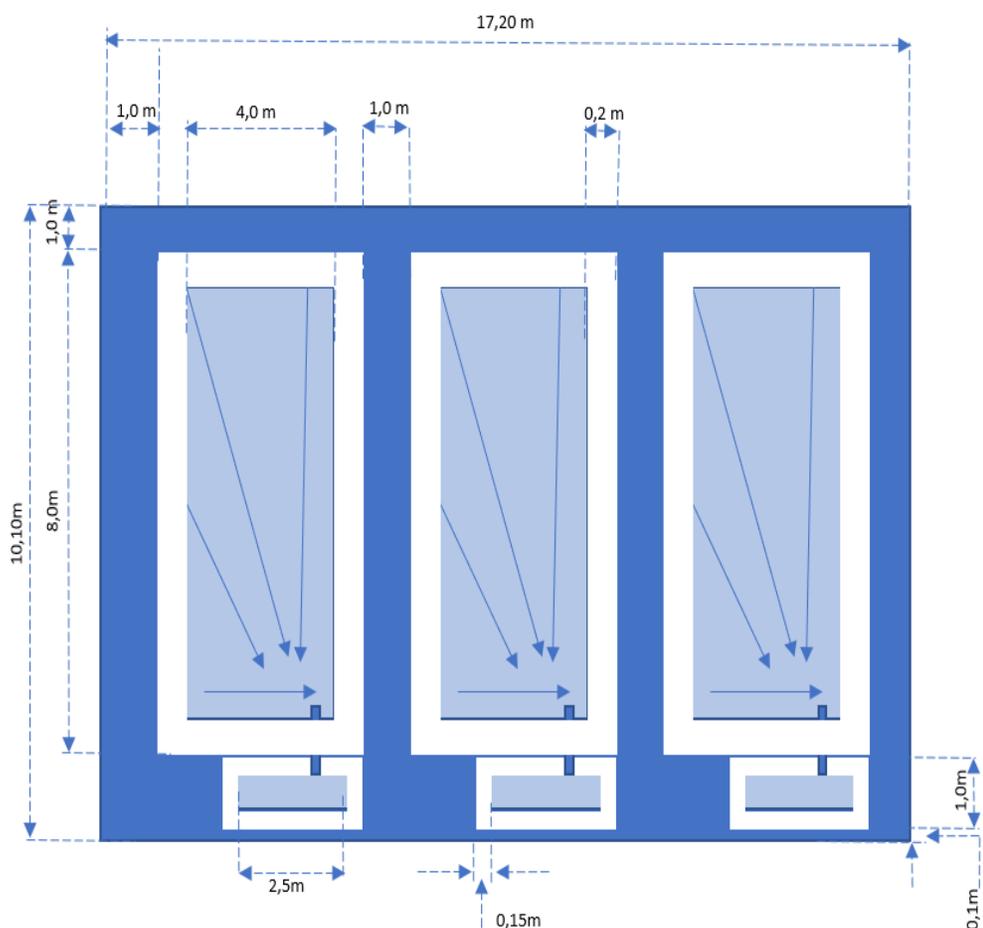
*Plano de Implantación del modelo de 4 celdas con capacidad de 21 m3*



Para la opción de 3 celdas con capacidad de  $36,5\text{m}^3$  el área requerida es de  $174\text{m}^2$  como se puede ver en la figura 30.

**Figura 30**

*Plano de Implantación del modelo de 3 celdas con capacidad de  $36,5\text{ m}^3$*



Como se observa en los planos de implantación, cada una de las celdas, contiene una poceta recolectora para los lixiviados que generen los residuos, mismos que deberán ser recirculados en el proceso; las pocetas recolectoras como se indica en el gráfico, tendrán las siguientes dimensiones efectivas  $2,50\text{m.} \times 0,70\text{m.} \times 0,65\text{m.}$  (capacidad de  $1,10\text{m}^3$  aprox.), volumen suficiente para recoger los lixiviados que se

generarán día a día. Como se indica en los planos, los cubetos donde se depositarán los residuos, deberán tener una pendiente entre el 3% y 5%, (pendiente que no permite el arrastre de sólidos), para que los lixiviados fluyan sin dificultad, hacia un ducto que permita su paso hacia la poceta recolectora.

Para la implementación de la infraestructura definida, de 3 celdas con capacidad de  $36,5\text{m}^3$  el área necesaria es de  $174\text{m}^2$ , de allí que se requirió calcular el costo y los tiempos indispensables; en tal razón se hizo la consulta a un Ing. Civil, quien orientó para establecer las siguientes actividades:

**Tabla 9**

*Actividades, justificación y cantidades para la implementación de la obra civil, que implican las facilidades para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA*

<b>Actividad</b>	<b>Justificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Limpieza / Excavación / Relleno y nivelación del suelo</b>	Se requiere 174m <sup>2</sup> para construir las facilidades, se plantea preparar 180 m <sup>2</sup> para las facilidades	180	m <sup>2</sup>
<b>Compactación del suelo</b>	Se compactará el suelo para garantizar su estabilidad	180	m <sup>2</sup>
<b>Colocado de piedra bola</b>	Para garantizar la estabilidad estructural de la plataforma, se colocará una base de piedra bola con espesor de 0,20m, para esto se desarrollará un encofrado con tabla de monte sin cepillar	36	m <sup>3</sup>
<b>Colocación de ripio</b>	Para cubrir los espacios entre las piedras bola se colocará ripio fino.	10	m <sup>3</sup>
<b>Instalación de malla electrosoldada (9mm)</b>	Sobre la piedra bola y el ripio se colocará malla electrosoldada de 9 mm sin corrugar, para así generar un armazón que estabilice la plataforma en su conjunto, se considera un 15% de traslapes entre las diferentes placas	180	m <sup>2</sup>
<b>Tejido de columnas para sustentar paredes de los cubetos</b>	En la malla electrosoldada se anclarán unas pequeñas columnas de 0,15 X 0,15 para estabilizar las paredes de los cubetos; las columnas estarán dispuestas en módulos de 4m X 4m	18	u
<b>Poceta recolectora de lixiviados</b>	Las pocetas serán cavadas en el piso y sus paredes serán construidas con malla electrosoldada y concreto de 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3	u
<b>Desagüe de los cubetos</b>	Tubería de PVC 5 pulgadas	1	u
<b>Construcción de Plataforma, acabados y juntas de dilatación</b>	Plataforma con concreto de 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	180	m <sup>2</sup>
<b>Construcción de paredes y enlucidos</b>	Las paredes serán de bloque (0,2 X 0,4 X 0,15)	86,4	m <sup>2</sup>
	Mortero para construcción de paredes	180	m <sup>2</sup>
	<b>Mortero para enlucido de paredes</b>	<b>180</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Con esta descripción de actividades, se procedió a realizar un listado de materiales, mismos que se cotizaron en una ferretería.

**Tabla 10**

*Lista de Materiales que se requieren, para la construcción de las facilidades, para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA*

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tabla de monte sin cepillar	Tabla	35
Piedra bola	m <sup>3</sup>	15
Clavos	Lbs	10
Ripio	m <sup>3</sup>	10
Malla electrosoldada 9mm lisa	m <sup>2</sup>	235
Hierro 9 mm liso	m	30
Alambre de amarre	Lbs	10
Tubo PVC 5 pulgadas	u	1
Arena	m <sup>3</sup>	13
Ripio	m <sup>3</sup>	10
Cemento (saco 50Kg)	u	203
Bloque de 15	u	1150

La adquisición de estos materiales implica un monto de 5000 USD.

También se calculó el tiempo necesario para la construcción de la infraestructura, tomando en cuenta que se requiere un maestro mayor y dos ayudantes, todo el tiempo.

Tabla 11

*Definición de tiempos y costos de mano de obra, para la construcción de las facilidades, para el manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA*

Actividad	Justificación	Cantidad	Unidad	Tiempo (semanas)	Valor	Costo
<b>Limpieza / Excavación / Relleno y nivelación del suelo</b>	Se requiere 174m <sup>2</sup> para construir las facilidades, se plantea prepara 180 m <sup>2</sup> para las facilidades	180	m <sup>2</sup>	0,3	500	150
<b>Compactación del suelo</b>	Se compactará el suelo para garantizar su estabilidad	180	m <sup>2</sup>	0,2	500	100
<b>Colocado de piedra bola</b>	Para garantizar la estabilidad estructural de la plataforma, se colocará una base de piedra bola con espesor de 0,20m, para esto se desarrollará un encofrado con tabla de monte sin cepillar	36	m <sup>3</sup>	0,4	500	200
<b>Colocación de ripio</b>	Para cubrir los espacios entre las piedras bola se colocará ripio fino	10	m <sup>3</sup>	0,2	500	100
<b>Instalación de malla electrosoldada (9mm)</b>	Sobre la piedra bola y el ripio se colocará malla electrosoldada de 9 mm sin corrugar y así generar un armazón que establezca la plataforma en su conjunto, se considera un 15% de traslapes entre las diferentes placas	180	m <sup>2</sup>	0,1	500	50
<b>Tejido de columnas para sustentar paredes de los cubetos</b>	En la malla electrosoldada se anclarán unas pequeñas columnas de 0,15 X 0,15 para estabilizar las paredes de los cubetos, las columnas estarán dispuestas en módulos de 4m X 4m	18	u	0,2	500	100
<b>Poceta recolectora de lixiviados</b>	Las pocetas serán cavadas en el piso y sus paredes serán construidas con malla electrosoldada y concreto de 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3	u	0,2	500	100
<b>Desagüe de los cubetos</b>	Tubería de PVC 5 pulgadas	1	u	0,1	500	50
<b>Construcción de Plataforma, acabados y juntas de dilatación</b>	Plataforma con concreto de 210 (Kg/cm <sup>2</sup> )	180	m <sup>2</sup>	0,4	500	200
		180	m <sup>2</sup>			
		180	m <sup>2</sup>			
<b>Construcción de paredes y enlucidos</b>	Las paredes serán de bloque (0,2 X 0,4 X 0,15)	86,4	m <sup>2</sup>	1,2	500	600
	Mortero para construcción de paredes	180	m <sup>2</sup>			
	Mortero para enlucido de paredes	180	m <sup>2</sup>			

De esto se desprende que, la construcción de las facilidades, demorará 3,3 semanas y tendrá un costo de 1650 USD por mano de obra. A estos costos, se debe sumar el alquiler de maquinaria y la compra de insumos varios, con lo cual se tendría un valor total de la obra de 7355,5 USD. Para más detalle, véase el Anexo 3C.

## CAPÍTULO III

### Resultados de la Investigación

#### *Título del Resultado de la Investigación*

La presente investigación, tiene como objetivo entregar el **“Manejo de los Residuos Orgánicos de la ESSUNA CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”**.

Los resultados de este trabajo de investigación, se plantean principalmente en tres ejes:

- Resultados de muestreo aleatorio;
- Diseño general; y, cuantificación de las facilidades necesarias, para el manejo de residuos orgánicos de la ESSUNA; y,
- Manejo de Residuos Orgánicos de la ESSUNA “CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE”.

#### *Justificación*

La ESSUNA, en su modelo de gestión institucional, plantea su responsabilidad y compromiso, por desarrollar una gestión ambiental responsable; más aún, si tomamos en cuenta que la ESSUNA se encuentra dentro de la REMACOPSE.

Por lo tanto, se plantea que se recicle, los residuos orgánicos que se generan en la cocina y comedor de la ESSUNA. La mejor alternativa, (eficaz, económica y ecológica), es mediante el compostaje, (baja inversión y baja demanda tecnológica), éste proceso, no solo previene la contaminación que puede generar este tipo de residuos, sino que también, genera un producto, que tiene un valor incluso comercial, ya que en el país existe un incipiente comercio de humus y/o suelo mejorado para

agricultura urbana. El material resultante del compostaje se podrá utilizar inicialmente en la misma ESSUNA, para la mejora de sus jardines.

### ***Desarrollo de la Propuesta o Resultados de la Investigación***

#### **Resultados de Fase de Muestreo Aleatorio y cálculos para el dimensionamiento de facilidades.**

En la fase de muestreo, se identificaron los valores básicos para el Plan de manejo:

- Cantidad, (en peso), de residuos orgánicos generados diariamente;
- Volumen de los residuos, respecto del peso;
- Cantidad de personas, que se alimentan en la ESSUNA.

Con los datos obtenidos se calculó, la producción de residuos orgánicos per cápita; y, dado que éstos, no presentan una densidad constante, se plantea desarrollar un modelo matemático, (regresión lineal), que permita calcular el volumen esperado, para el peso determinado de los residuos orgánicos; para validar el modelo matemático, se realiza un análisis estadístico, (cálculo del coeficiente de correlación de Pearson –  $R^2$ ).

$$\mathbf{Volumen (m^3) = 0,0036 Peso(Kg) + 0,0007}$$

Para este modelo matemático, se calculó un coeficiente de correlación de Pearson  $R^2=0,9521$ , que se encuentra muy cercano a **1**, lo que implica que el modelo matemático es adecuado, mismo que se lo utiliza para determinar el volumen de los residuos a manejar.

En la tabla 7 se presentan los resultados determinados en la fase experimental y de los cálculos de gabinete.

**Tabla 12**

*Información determinada, con el apoyo de los datos levantados en la fase experimental; y de Residuos Orgánicos en cámara y cocina de la ESSUNA*

<b>Variable Determinada</b>	<b>Valor</b>
Producción per - cápita de Residuos Orgánicos en la ESSUNA	0,34 (Kg/día) persona
Peso de Residuos Orgánicos producidos en tres meses en la ESSUNA	7650 (Kg)
Volumen de Residuos Orgánicos producidos en tres meses en la ESSUNA	27,5(m <sup>3</sup> )
Área necesaria para la implementación del Manejo de Residuos Orgánicos de la ESSUNA "Cmdte. Rafael Morán Valverde"	174(m <sup>2</sup> )
Volumen de suelo requerido para el tratamiento de los Residuos Orgánicos generados en un trimestre	8,3(m <sup>3</sup> )

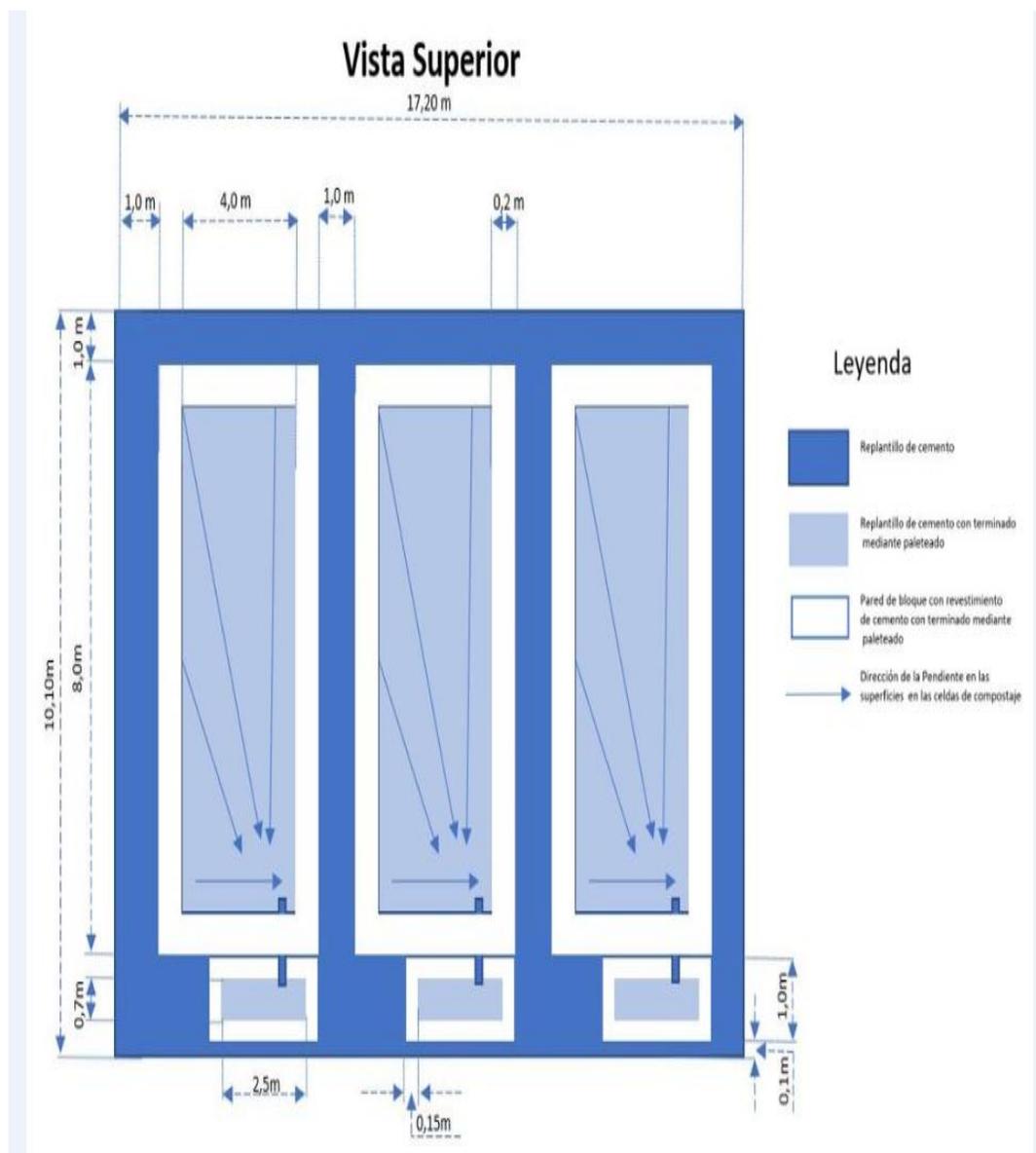
### **Resultados de la Fase de diseño de las facilidades para Tratamiento de los Residuos Orgánicos.**

En esta fase, se determinará las dimensiones y características de las facilidades para el Manejo de los Residuos Orgánicos de la ESSUNA.

En las figuras 31 y 32, se presentan los planos, de las facilidades definidas, para la gestión de los residuos orgánicos de la ESSUNA.

Figura 31

Vista superior de las facilidades definidas para el tratamiento de los residuos orgánicos de la ESSUNA





La ESSUNA, es consciente de la necesidad de efectuar una gestión responsable con el ambiente, sobre todo por estar dentro de un área protegida Marino Costera, en tal circunstancia, busca desarrollar una gestión que le permitirá mitigar y controlar los potenciales impactos ambientales, que generan sus actividades.

Toda actividad que realiza el hombre, de alguna forma, altera su entorno, lo que implica la presencia de impactos ambientales. La mayor parte de éstos están asociados a los residuos que dichas actividades generan. De allí, que es fundamental tomar en cuenta el manejo de los residuos, y ser partícipes del proceso de gestión de los mismos.

A nivel individual, las personas producen residuos orgánicos e inorgánicos, como reportan estudios especializados, el 60% de estos residuos son orgánicos, de allí que es muy importante plantear un correcto manejo de los mismos.

## 2. Objetivos

### a. General

Realizar el adecuado manejo y aprovechamiento, de los residuos orgánicos, que se generan en la cocina y comedor de la ESSUNA, mediante la aplicación, de un conjunto de actividades cronológicamente organizadas, para garantizar, que este tipo de residuos, no contaminen el ambiente y sean aprovechados de forma integral.

### b. Específicos

- Definir los diferentes niveles de autoridad, que tienen las personas que facilitan los recursos necesarios, para el Plan de manejo, mediante la realización de un cuadro, donde se especifique quién tiene la autoridad para asignar recursos, a fin de garantizar que se cumplan las actividades que plantea el presente Plan.

- Determinar las distintas responsabilidades, que tienen las personas de la ESSUNA, mediante la generación de un cuadro, que especifique lo que deben realizar cada una de ellas, para garantizar que el Plan se cumpla.
- Describir cronológicamente, y paso a paso, las actividades que se deben ejecutar, para garantizar la aplicación del manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA.

### 3. Alcance

El presente Plan de manejo, se debe aplicar, a los residuos orgánicos que se generan en la cocina y comedor de la ESSUNA, al centro de acopio de residuos; y, al área de celdas de compostaje. La implementación del presente Plan es responsabilidad de la Escuela Superior Naval “Comandante Rafael Moran Valverde”, (ESSUNA); y, de quienes viven, estudian y trabajan allí.

### 4. Definiciones y Abreviaciones

**Abono Orgánico:** Sustancia de origen animal o vegetal, que aporta nutrientes al suelo.

**Área de almacenamiento de residuos:** Sitio o lugar donde se mantienen los residuos, hasta ser transportados, a su lugar de aprovechamiento o disposición final.

**Ayudante de cocina:** Persona que trabaja bajo la supervisión de Chefs o Cocineros, realizando las tareas básicas, en trabajos rutinarios de la cocina como: Limpiar, pelar y cortar las verduras.

**Celdas de compostaje:** Lugar donde se depositan los residuos orgánicos, para su degradación hasta que se obtiene abono orgánico.

Clasificación de residuos en la fuente: Actividad mediante la cual se clasifican los residuos, según criterios específicos, (para el presente caso se los divide en orgánicos e inorgánicos); esta clasificación se la realiza en el mismo lugar donde se generan, lo que facilita su aprovechamiento.

Lixiviados: Es el efluente líquido que desprenden los residuos.

Plan de manejo: Instrumento de gestión que describe un conjunto de acciones, procedimientos y medios, para realizar la gestión que ampara de forma eficaz, económica y ecológica.

REMACOPSE: Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.

## 5. Referencias

- Plan de Manejo Ambiental de REMACOPSE
- INEN NTE 2841

## 6. Responsabilidades y Autoridades

En la tabla 13 se exponen los niveles de autoridad y responsabilidades de los habitantes y trabajadores de la ESSUNA.

Tabla 13

*Autoridad y Responsabilidades de los habitantes y trabajadores de la ESSUNA*

<b>Función</b>	<b>Responsabilidad</b>	<b>Autoridad</b>
<b>Director ESSUNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar los recursos necesarios para la implementación del presente Plan.</li> <li>• Definir conjuntamente con los Señores Oficiales: destino y uso del suelo orgánico generado en las celdas de compostaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprobar el Manejo Ambiental de Residuos Orgánicos de la Cocina y Comedor de la ESSUNA.</li> <li>• Vigilar el cumplimiento del Plan.</li> </ul>
<b>Oficiales e Instructores ESSUNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar conjuntamente con la Dirección de la ESSUNA, el uso del abono orgánico que se genera en las celdas de compostaje.</li> <li>• Realizar la planificación de las charlas, para la capacitación de las personas en la aplicación del presente Plan.</li> <li>• Controlar el uso del suelo orgánico, que sale de las celdas de compostaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer Cumplir el Plan.</li> </ul>
<b>Cuerpo de Guardiamarinas ESSUNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar a los Señores Oficiales, en la gestión del Plan.</li> <li>• Preparar y realizar charlas de capacitación, dirigido a las personas que habitan y trabajan en la ESSUNA.</li> </ul>	
<b>Cocineros ESSUNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separar los residuos en la fuente (residuos orgánicos e inorgánicos).</li> <li>• Programar las actividades, de manejo de los residuos orgánicos, que deben desarrollar los Ayudantes de cocina.</li> <li>• Solicitar el mantenimiento o reposición de los recursos para el buen funcionamiento del Plan.</li> </ul>	
<b>Ayudantes de cocina de la ESSUNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recoger y mantener separados, los residuos orgánicos que se generan en la cocina y comedor.</li> <li>• Almacenar de forma separada, los residuos orgánicos, en el centro de acopio de residuos.</li> <li>• Transportar y depositar a diario, los residuos orgánicos en las celdas de compostaje.</li> <li>• Recircular los lixiviados, de las celdas de compostaje.</li> <li>• Deberán portar guantes y mascarilla, para la manipulación de los residuos orgánicos.</li> </ul>	

## 7. Actividades del Plan

### a. Consideraciones Generales

Dentro de las actividades operativas, que se desarrollan en la cocina y comedor de la ESSUNA, se generan residuos orgánicos, en una cantidad media de 85 kilogramos por día, (lo que representa en promedio  $0,3m^3$ ). Éstos, deben ser manejados en forma separada, para que puedan ser aprovechados en la generación de suelo orgánico; proceso que evitará, que los residuos orgánicos contaminen el ambiente de la ESSUNA, (suelo, agua, aire, plantas, animales y a las personas); y, por tanto de la REMACOPSE.

### b. Separación en la Fuente

La gestión de los residuos orgánicos, se realizará mediante la separación en la fuente, para luego desarrollar su compostaje; éstos deben ser clasificados, el momento en que se generan; y, se almacenarán de forma separada; para lo cual, es necesario un cambio de actitud y concientización de las personas; ya que todos, de una forma u otra, generan residuos orgánicos, al consumir los alimentos o al prepararlos.

Para facilitar y guiar, a las personas, hacia este cambio positivo, es necesario realizar charlas de capacitación, mismas que deberán ser impartidas por el cuerpo de Guardiamarinas, según el cronograma que definan los Señores Oficiales e Instructores de la ESSUNA.

### c. Manejo de los residuos orgánicos en el Comedor

Se deberá contar con dos recipientes estratégicamente ubicados en el comedor de la ESSUNA, para la recolección de los residuos orgánicos, generados después de

que los comensales se sirvan sus alimentos. Los recipientes, deberán tener una capacidad máxima de 40 litros; y, con una resistencia para mantener 15 kilos.

Los responsables, de que los orgánicos se manejen de forma separada, serán los Ayudantes de cocina de la ESSUNA, quienes portando guantes y mascarilla, deberán recolectarlos en los recipientes designados para este objeto.

Los residuos recogidos, en las actividades de limpieza del comedor, (luego de cada servicio), deberán ser llevados a depositar en los recipientes de la cocina, para posteriormente ser lavados y retornados, inmediatamente, a sus lugares, en el comedor.

Los recipientes deben ser impermeables, y su color se ajustará a lo indicado en la norma INEN NTE 2841. (Numeral 6. Código de Colores; 6.1 Clasificación general; 6.2 Clasificación específica. Páginas: 5-6 (Registro Oficial N° 214, 2014-03-28).

En las figuras 33, 34, y 35 se presenta, el tipo de recipientes que deberán emplearse en el comedor; y, los equipos de protección, a ser utilizados por los ayudantes de cocina, al manipular los residuos orgánicos.

**Figura 33**

*Recipiente para residuos orgánicos del comedor*



Recipiente en color verde como lo manda la norma INEN NTE 2841, tamaño para contener 40 litros, obsérvese que cuenta con su correspondiente tapa.

**Figura 34**

*Guantes para manejo de residuos orgánicos*



Guantes impermeables y con la resistencia para el manejo de los residuos.

**Figura 35**

*Mascarilla para manejo de residuos orgánicos*



Mascarilla de seguridad con capacidad de filtrar partículas con una eficiencia del 95%.

#### d. Manejo de los residuos orgánicos en la Cocina

Las actividades de preparación de alimentos, generan permanentemente residuos orgánicos, (crudos y cocidos), por lo que los Cocineros y sus Ayudantes, deberán depositarlos, en recipientes que los diferencien de los otros residuos (inorgánicos). Para el manejo, de los residuos orgánicos en la Cocina de la ESSUNA, se debe colocar estratégicamente 3 recipientes, con la capacidad de contener 150 litros; y, con la resistencia para mantener 40 kilos.

Los responsables de que los residuos orgánicos, sean separados en la fuente, serán los Cocineros y sus Ayudantes; y, la obligación de que éstos se manejen por

separado, será de los Ayudantes de la cocina de la ESSUNA, quienes deberán contar con guantes y mascarilla, para colocarlos en los recipientes designados para este objeto.

Los recipientes deben ser impermeables; y, su color se ajustará a lo indicado en la norma INEN NTE 2841. (Numeral 6. Código de Colores; 6.1 Clasificación general; 6.2 Clasificación específica. Páginas: 5-6). (Registro Oficial N° 214, 2014-03-28).

En las figuras: 36, 37, y 38, se presenta el tipo de recipientes que se deberán emplear en la cocina, y detalles de los mismos.

**Figura 36**

*Recipiente para residuos orgánicos de la cocina*



Recipiente en color verde como lo manda la norma INEN NTE 2841, tamaño para contener 150 litros.

**Figura 37**

*Detalle de las ruedas, con las que cuentan los recipientes*



Capacidad de deslizarse en superficies lisas como las de la cocina.

**Figura 38**

*Detalle del asa y la tapa del recipiente*



Asa que facilita el transporte de los recipientes y tapa que mantiene aislados los residuos orgánicos.

e. Almacenamiento de los residuos orgánicos

Al final del día, los residuos orgánicos, se juntarán en un solo recipiente de la cocina, y de ser necesario, se utilizarán los otros dos, (los recipientes, no deberán ser llenados más del 70% de su capacidad, en volumen), y desde la cocina se trasladarán al área de almacenamiento, donde permanecerán cerrados hasta el siguiente día; y, sobre sus tapas se colocarán pesos (de 2 o 3 kilos), a fin de evitar que sean abiertos por animales. Posteriormente, el o los recipientes, se trasladarán de la cocina al depósito, mediante arrastre, accionando las ruedas de los recipientes, esta actividad la efectuarán los Ayudantes de cocina al final del día, luego de concluir con las actividades de limpieza.

f. Transporte de los residuos del área de almacenamiento al centro de compostaje

En las mañanas, luego del primer servicio de alimentación, (desayuno), los Ayudantes de cocina, transportarán los residuos, del depósito diario al centro de compostaje; para ello, retirarán los pesos de las tapas de los recipientes que contienen los residuos orgánicos, y subirán un recipiente en una carretilla manual, misma que facilitará el transporte, (se llevará únicamente un recipiente a la vez); realizándose tantos viajes, como recipiente, se deba movilizar.

Los Ayudantes de cocina, para desarrollar esta actividad, deberán contar con guantes y mascarilla. En las figuras 39, 40, y 41 se presenta, el tipo de carretilla manual, que se empleará en el transporte de los residuos y detalles de la misma.

**Figura 39**

*Carretilla manual, para transporte de los residuos orgánicos al centro de compostaje*



Carretilla tubular de 90 litros de capacidad, formas rectangulares que permiten la estabilización del recipiente de residuos orgánicos.

**Figura 40**

*Detalle de la llanta neumática 16 X 4 pulgadas*



Capacidad de movilizarse en terreno irregular, con el amortiguamiento que le permite su cámara neumática.

**Figura 41**

*Apoyos y mangos de sujeción para gran resistencia de la carretilla manual*



Apoyos reforzados para soportar.

g. Depósito de los residuos en la celda de compostaje

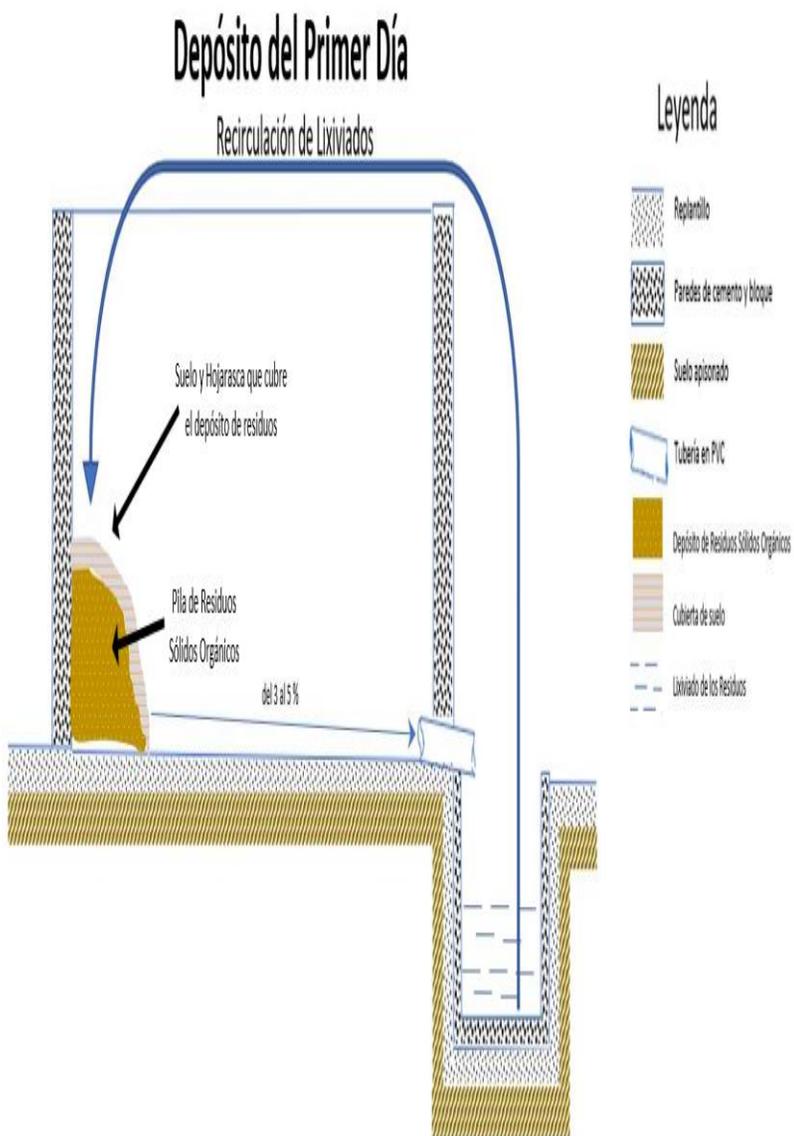
Los residuos ya en el centro de compostaje, serán colocados formando una pila (véase la figura 41); si éstos se derraman, los Ayudantes de cocina, los recogerán, y encima colocarán una capa de suelo y hojarasca, (que recolectarán de los jardines de la ESSUNA); la capa de suelo con la cual se cubrirá, deberá tener un espesor promedio de 10 cm.

Luego de cubrir los depósitos de residuos orgánicos, se deberá tapar la celda con un plástico de 6m X 10m, (se cubrirán siempre y cuando no se tenga personal trabajando en ellas); esto implica, que el plástico deberá colgar por las paredes de la celda.

Para garantizar que el plástico se mantenga en su lugar, los Ayudantes de cocina, pondrán cuarterones de madera, a lo largo de los bordes de las paredes de la celda. Cada celda, se llenará aproximadamente en tres meses, y la última capa en la celda de compostaje, deberá ser de suelo y hojarasca (véase la figura 42).

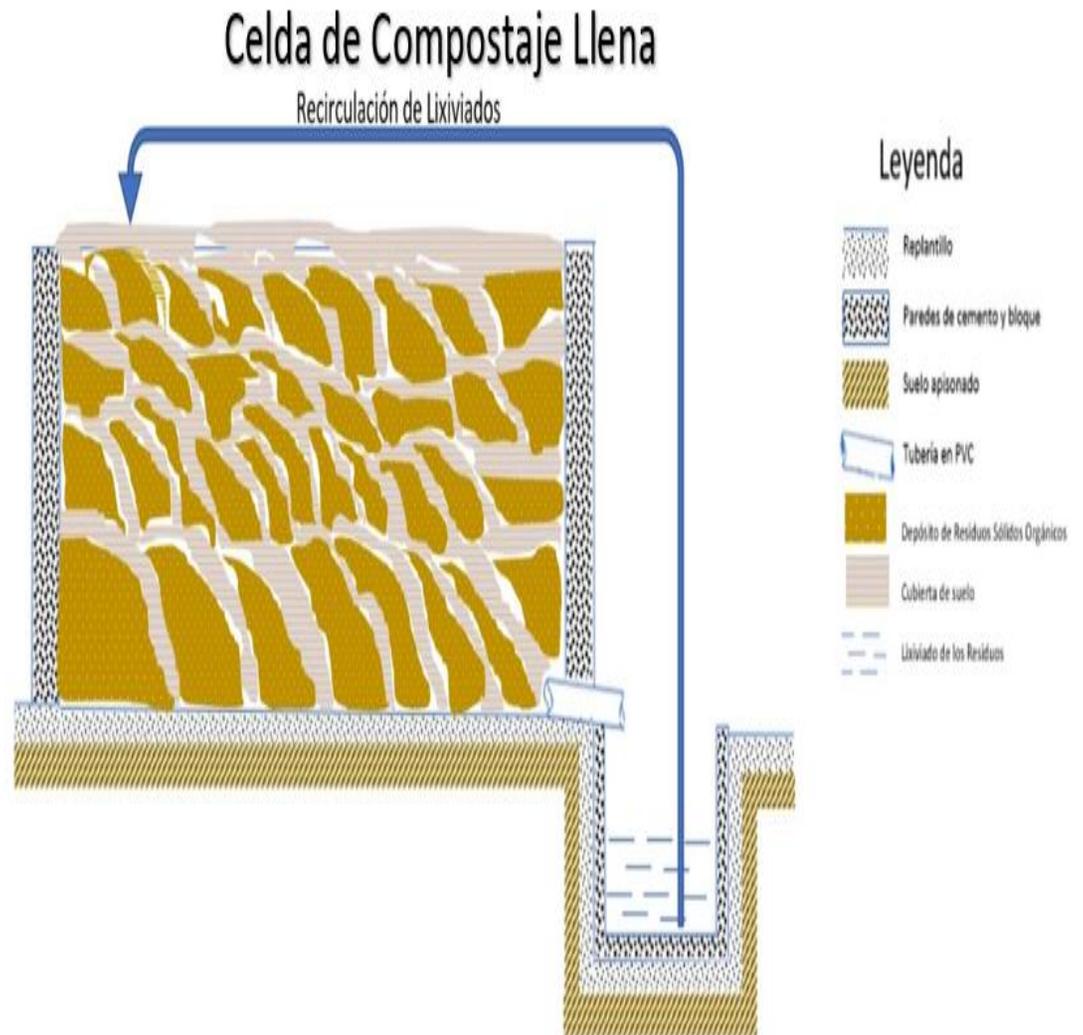
**Figura 42**

*Esquema del depósito de los Residuos Orgánicos en el primer día de ocupación de la celda de compostaje*



**Figura 43**

*Esquema del depósito de los Residuos Orgánicos con la celda de compostaje llena*



#### h. Manejo de los residuos orgánicos en la celda de compostaje

Los residuos orgánicos, luego de ser depositados en la celda se cubrirán con suelo, y posteriormente con nuevas capas de residuos orgánicos y suelo; esto se repetirá, hasta llenar la celda como se mencionó anteriormente, debiendo mantenerse llena durante 6 meses.

Los residuos orgánicos, en promedio presentan un 70% de humedad, por lo que generan escurrimientos líquidos, (lixiviados), los cuales fluirán por el fondo de la celda, hasta salir a la poceta recolectora de lixiviados; los lixiviados que se recogen en la poceta, deberán ser nuevamente colocados sobre la pila de residuos, (se recircularán para humedecer y facilitar el proceso de degradación), procedimiento a realizarse cada mañana, por los Ayudantes de cocina, cuando vayan a depositar los residuos en las celdas de compostaje. Los lixiviados se recircularán, en la misma celda que los genera, tal como se indica en las figuras 42 y 43.

i. Evacuación del compost generado en las celdas composteras

Luego de 6 meses de haberse llenado la celda, el material deberá estar listo para ser evacuado. El resultado de este proceso de compostaje, es un abono orgánico de gran calidad, por lo que se podrá utilizar en el tratamiento de jardinería de la ESSUNA, esto salvo mejor criterio de sus autoridades.

Antes del vaciado de las celdas que contienen el abono orgánico, se definirá su uso y por tanto dónde se lo acopiará; debe recordarse, que será necesario evacuar la celda para continuar con el proceso de compostaje, ya que la producción de residuos orgánicos es constante, y con las tres celdas, se requiere la evacuación del material generado en las mismas, cada seis meses, sin retardos.

El volumen que se recuperará de las celdas de compostaje, será de aproximadamente  $20\text{m}^3$ , ya que los residuos en el proceso de degradación, disminuyen el volumen, en aproximadamente un 30%.

El señor Director, los señores Oficiales e Instructores de la ESSUNA, definirán y planificarán el uso del abono orgánico; los responsables de realizar el desalojo del

material, serán los beneficiarios del abono orgánico, (tentativamente los encargados de manejar los jardines de la ESSUNA).

Finalmente, con la celda vacía se reiniciará el proceso de compostaje.

## Conclusiones

- En la presente investigación, se logró diagnosticar las condiciones de la generación de los residuos orgánicos en la cocina y el comedor de la ESSUNA; mediante este proceso, se identifica que la tasa de producción de residuos orgánicos, per cápita de la ESSUNA, se encuentra en valores inferiores a los esperados, según las proyecciones desarrolladas (0,38 Kg/Hab. día – Ver tabla No. 4); lo que indica, que la gestión de los recursos alimenticios en la ESSUNA, es correcta.
- Con la determinación de las condiciones ambientales existentes en el área de influencia de la ESSUNA, se definió que es factible la realización de compostaje, para el tratamiento de los residuos orgánicos; dado que, existen limitaciones en la disposición de mano de obra, que maneje el proceso desde el punto de vista aerobio, (control de humedad, temperatura, pH y presencia de oxígeno en los depósitos), se definió la implementación de un proceso aerobio en su inicio, y anaerobio en fases avanzadas, (intervención de microorganismos sulfato reductores); por tanto, se plantea depósitos que se mantengan seis meses, para lograr la descomposición total de los residuos orgánicos.
- Con la información recabada durante la investigación, se procedió a desarrollar los diseños, (planos y cálculo de costos), de las facilidades necesarias, para la implementación del tratamiento y manejo de los residuos orgánicos de la ESSUNA; con esta información, se desarrolló el Manejo de los residuos orgánicos.
- El correcto manejo de los residuos orgánicos, generará un alto reconocimiento a la ESSUNA, por su compromiso frente al cuidado del medio ambiente; así como

también, fortalecerá la formación de la conciencia social – ambiental en sus Guardiamarinas.

- La inversión que se requiere realizar, para desarrollar las facilidades del tratamiento de los residuos orgánicos, asciende a un valor de 7.350 USD. (ver Anexo 3C.); con la generación de compost mediante el proceso de manejo de los residuos, se producirían aproximadamente 80 m<sup>3</sup> de compost, que en peso representa aproximadamente 500 kilos, (densidad media del compost 0,55 gr/cm<sup>3</sup>), pudiendo en el mercado llegar a representar 300 USD., por lo que de plantearse, una recuperación de la inversión sería a largo plazo (25 años).

## Recomendaciones

- El proceso de compostaje puede optimizarse en tiempo y calidad, si es que se logra disminuir el tamaño de los residuos, para lo cual se recomienda, en un futuro, dar apoyo mecánico al proceso, principalmente con la utilización de una trituradora, a fin de que los microorganismos tengan mayor superficie de contacto con los residuos, con lo cual se lograría mineralizarlos en menor tiempo.
- Para mejorar el proceso, (calidad de compost y disminución de tiempo de degradación de los residuos), se recomienda la introducción de lombrices en el proceso, (dentro de los cubetos de compostaje); ya que, el metabolismo de estos organismos, facilita la degradación de los residuos, puesto que al recorrer las lombrices por los residuos, generan micro-túneles que permiten airear; y, por tanto oxigenan el proceso, acelerando la degradación de los mismos.
- En razón de que el sustrato generado, (compost), en el manejo de los residuos orgánicos, permitiría la posibilidad de implementar y manejar un huerto demostrativo, se recomienda la implementación del mismo, pues ello contribuiría a reforzar la conciencia y responsabilidad socio-ambiental del cuerpo de Guardiamarinas durante su ciclo de formación.
- Finalmente, luego de haber desarrollado la caracterización de los residuos orgánicos, se recomienda a la ESSUNA, avance en su proceso de gestión de los mismos, caracterizando los residuos sólidos inorgánicos, a efectos de generar un plan de manejo, donde se plantee la aplicación de las 4R's (Reeducar, para que las personas: Reduzcan, Reúsen y Reciclen), para así lograr una gestión integral.

## Bibliografía

- AME-INEC. (2016). *Reporte Economico Gestion de residuos solidos*. Obtenido de Ecuador en cifras: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Gestion\\_Integral\\_de\\_Residuos\\_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf)
- Asamblea del Ecuador. (2008 / 2011). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito.
- Banco Mundial. (2018). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*.
- Bruzón, I, G. J. (1995). *Evolucion de las Propiedades físicas y Químicas de la cachaza - carbonilla*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Cantón Santa Elena. (enero de 2016). *Ordenanzas municipales. Cantón Santa Elena*. Obtenido de <https://vlex.ec/vid/canton-santa-elena-expide-662963173>
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del Agricultor*.
- INABIO. (2019 Instituto Nacional de Biodiversidad). Obtenido de 26. Gestion Integral de Desechos Sólidos: <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/2019/01/30/26-gestion-integral-de-desechos-solidos-pngids/>
- MAE & MDN. (2009). *Plan de Manejo de la Reserva de Produccion Faunistica Marino Costera Puntilla de Santa Elena*. Salinas.
- MAE. (2014). *Programa PNGIDS Ecuador*. Obtenido de <https://www.ircwash.org/node/57337>
- MAE. (2018). *Programa PNGIDS Ecuador*. Obtenido de Ministerio del Ambiente Ecuador: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Registro Oficial Ecuador.
- Naciones Unidas. (1994). *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*.
- OPS, PNGIDS Ecuador, AME-INEC. (2005, 2016).
- Registro Oficial N° 214. (2014-03-28). *NTE INEN 2841*. Ecuador.
- Román Pilar, M. M. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor en America Latina*. Santiago de Chile: FAO.
- Sáez, A. (2014). Los rellenos sanitarios en America: caso Cpolombia. *Omnia*.
- Sáez, A, & U. (2014). Manejo de Resduos solidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*.
- Soto, G. (2003). Abonos orgánicos: definiciones y procesos. (Melendez, Ed.) *Scielo Colombia*, 20 - 49.
- UNESCO. (s.f.). *Código internacional UNESCO para la Clasificación de los campos de la ciencia y tecnología*.