



# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Sede Santo Domingo**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS**

**NATURALES**

Informe de propuesta tecnológica para obtener el título de:

**INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

**CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA PARA EL MANEJO  
DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN  
MUTUALISTA BENALCAZAR DE LA CIUDAD DE SANTO  
DOMINGO DEL AÑO 2015.**

Autor:

**Jorge Antonio Delgado Del Valle**

Director:

**Lic. Marco Jácome Rivera, M.Sc.**

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Febrero - 2017

CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS  
SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCAZAR DE LA  
CIUDAD DE SANTO DOMINGO DEL AÑO 2015

Lic. Marco Jácome Rivera, *M.sc.*

**DIRECTOR(A)**

---

**APROBADO**

Ing. Miriam Recalde Quiroz, *M.sc.*

**PRESIDENTE(A) DEL  
TRIBUNAL**

---

Ing. Roberto Campos, *M.sc.*

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Santiago Arteaga, *M.sc.*

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

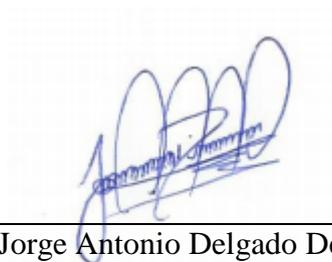
---

Santo Domingo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2017

## RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Autor:	<b>JORGE ANTONIO DELGADO DEL VALLE</b>
Institución:	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>
Título:	<b>CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCAZAR EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DEL AÑO 2015</b>
Fecha:	<b>FEBRERO, 2017</b>

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor el mismo que no ha sido plagiado.



---

Jorge Antonio Delgado Del Valle  
C.C. 1720832003

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**INFORME DEL DIRECTOR**

Santo Domingo, 30 de enero del 2017

Ing. Miriam Recalde, *M.sc.*

**COORDINADOR(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

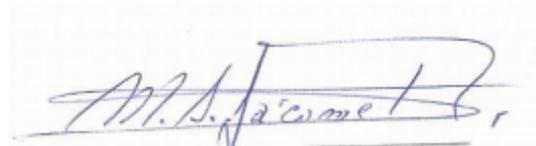
Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo técnico realizado por el estudiante **JORGE ANTONIO DELGADO DEL VALLE**, cuyo título es **CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCAZAR DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DEL AÑO 2015**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, el mismo que no ha sido plagiado por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Jácome Rivera', is written over a horizontal line.

Lic. Marco Jácome Rivera *M.sc.*

**DIRECTOR**

## *Dedicatoria*

*Primeramente dedico este trabajo a Dios por estar junto a mí en cada momento de mi vida y enseñarme que con paciencia, esfuerzo y perseverancia alcanzamos cada meta que nos proponemos.*

*A mi Madre, Elizabeth Del Valle, la persona la cual me dio la vida, ha luchado siempre por darme lo mejor un buen ejemplo y apoyarme en todas las decisiones tomadas. Madre mía te amare por siempre.*

*A mi hermana, a todos mis familiares Tíos, Tías, primos en general gracias por todo el apoyo.*

*Zuiero dedicar de igual forma a una persona muy importante en mi vida mi enamorada, Mishelle Ramos gracias por apoyarme en esta etapa de mi vida estoy muy feliz con lo que he logrado Te Amo.*

*También dedico este trabajo a todos mis profesores y maestros que con sus conocimientos me ayudaron a fortalecer los míos y poder lograr este objetivo.*

*Todas estas palabras no son suficientes para agradecerles el apoyo incondicional que me brindaron este logro va por todos ustedes.*

***JORGE ANTONIO DELGADO DEL VALLE.***

## *Agradecimiento*

*A Dios, por brindarme la fuerza necesaria para poder culminar con este trabajo, sin tu ayuda hubiera sido complicado poder desarrollarlo.*

*A mi Director, Lic. Marco Jácome Rivera por ser mi guía en el desarrollo de este trabajo, además de tener la paciencia y el criterio para colaborar con el avance de la investigación.*

*De manera muy especial a mi Madre Elizabeth Del Valle la cual se esforzó demasiado por verme triunfar, muchas gracias Madre mía te amo, la palabra gracias no es suficiente para agradecer todo lo que has dado por mí, el amor incondicional, el esfuerzo y sacrificio de verme realizado como profesional. Te prometo siempre esforzarme para que estés orgullosa de mí y devuelverte todas las alegrías que me has dado.*

*A toda mi familia, por su ayuda incondicional en este proceso le agradezco a mis hermanos, tíos, primos a todos muchas gracias por su ayuda.*

*También a todos mis amigos de la universidad, docentes, los cuales formaron parte de mi vida durante algunos años muchas gracias.*

*Por ultimo agradezco a los habitantes de la Urbanización Mutualista Benalcazar, gracias a su colaboración se logró realizar con éxito el respectivo estudio.*

**JORGE ANTONIO DELGADO DEL VALLE**

**FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**  
**PROYECTO DE TITULACIÓN**

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1720832003
<b>APELLIDO Y NOMBRES:</b>	Delgado Del Valle Jorge Antonio
<b>DIRECCIÓN:</b>	Cooperativa 17 de diciembre
<b>EMAIL:</b>	Jorge8_se@hotmail.com
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	3711159
<b>TELÉFONO MOVIL:</b>	0939197160

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Caracterización y Propuesta para el manejo de desechos sólidos en la Urbanización Mutualista Benalcazar de la ciudad de Santo Domingo del año 2015
<b>AUTOR O AUTORES:</b>	Jorge Antonio Delgado Del Valle
<b>FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:</b>	Febrero del 2017
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:</b>	Lic. Marco Jácome Rivera M.sc.
<b>PROGRAMA</b>	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Ambiental Y Manejo de Riesgos Naturales
<b>RESUMEN:</b>	El actual estudio se ejecutó teniendo en cuenta la problemática actual a nivel mundial y regional acerca del manejo de los desechos sólidos, lo que constituye

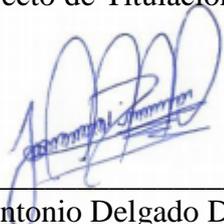
como asunto de carácter preocupante debido a variables como el incremento poblacional, aumento de la renta per cápita global, etc. Como objetivo de esta investigación se planteó un manual para el aprovechamiento de los desechos sólidos de la Urbanización Mutualista Benalcazar, a la cual se lo considera en un estrato económico alto. En el estudio se tomó una muestra de 57 lotes de los cuales se determinó que la producción per cápita de la Urbanización es de 1,13 kg/hab/día con una densidad de 0,38 Ton/m<sup>3</sup>; además se caracterizaron los residuos del sector, analizando los materiales aprovechables para la implementación de este manual se tiene a la materia orgánica con un 66,98%, el papel y cartón en un 8,39%, el plástico incluido botellas pet un 8,49% y por último el vidrio con un 3,38%; todo esto se realizó con base en las normas internacionales mexicanas NMX-AA-015-1985:tomando en cuenta la síntesis de Método de cuarteo de residuos sólidos municipales que es implementado por la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME). Por medio de las encuestas se pudo determinar que la mayoría de los habitantes (93%) desea participar en proyectos que se incluyen en el manual para el aprovechamiento y buen uso de los residuos sólidos; donde se recomienda la aplicación de tecnologías para el reciclaje, y compostaje, pudiéndose beneficiar con ingresos económicos para la Urbanización, con la finalidad de costear gastos de guardianía y jardinería, además poder contribuir a la disminución de la contaminación por la generación de desechos sólidos en el sector.

El manual está fundamentado en una serie de etapas las cuales consisten en: La generación de desechos sólidos,

	<p>Separación, almacenamiento en la fuente, recolección, transporte interno y tratamiento, entre los cuales tenemos: reciclaje de los productos que se pueden aprovechar; el compostaje con los desechos orgánicos, el cual se lo realizará en cada vivienda, y por último con los materiales no aprovechables a los que se les dará una disposición final, serán transportados hacia el Complejo Ambiental con la ayuda del GAD Municipal. En el lugar, su manejo será de acuerdo con las exigencias de las normas ecuatorianas.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Manual para el manejo, residuos, caracterización de residuos, desechos, reciclaje, compostaje</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>The present study was carried out taking into account the actual global and regional problems related to solid waste management, which is a worrying subject due to variables such as population increase, increase in global per capita income, etc. As an objective of this research, a manual for the use of the solid waste of the Mutualista Benalcazar Urbanization was proposed, this urbanization is considered in a high economic stratum. In the study, a sample of 57 pieces of land was taken, which determined that the per capita production of the Urbanization is 1.13 kg / inhabitant / day with a density of 0.38 Ton /m<sup>3</sup>; ; In addition, the waste from the sector was characterized by analyzing the materials that could be used for the implementation of this manual. The organic material has 66.98%, paper and cardboard 8.39%, plastic including bottles 8, 49% and finally glass with 3.38%; All this was done based on the Mexican international standards NMX-AA-015-1985: taking into account</p>

	<p>the synthesis of method of quartering municipal solid wastes that is implemented by the Association of Ecuadorian Municipalities (AME). Through the surveys it was possible to determine that the majority of the inhabitants (93%) want to participate in projects that are included in the manual for the use and good use of solid waste; Where it is recommended the application of technologies for recycling and composting, being able to benefit with economic income for the Urbanization, with the purpose of costing guardianship and gardening expenses, in addition to being able to contribute to the reduction of pollution by the generation of solid wastes in the sector.</p> <p>The manual is based on a series of stages: solid waste generation, separation, storage at source, collection, internal transport and treatment, among which we have: recycling of products that can be used; Composting with organic waste, which will be done in each residence, and finally with non-usable materials that will be given a final disposal to be transported to the Environmental Composite with the help of the Municipal GAD. In the place, its handling will be in accordance with the exigencies of the Ecuadorian norms.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p>Operating manual, waste , characterization of residues, remaining, recycling, composting.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f:   
 Jorge Antonio Delgado Del Valle  
 C.C. 1720832003

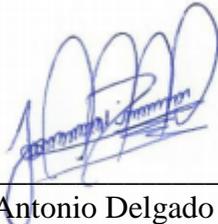
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **JORGE ANTONIO DELGADO DEL VALLE**, C.C. 1720832003 autor/a del proyecto titulado: **CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCÁZAR DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DEL AÑO 2015** previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 06 de febrero del 2017

f: \_\_\_\_\_

  
Jorge Antonio Delgado Del Valle  
C.C. 1720832003

# ÍNDICE DE CONTENIDO

## PÁGINAS

Portada .....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	II
Responsabilidad del autor.....	III
Informe del director .....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento .....	VI
Formulario de registro bibliográfico .....	VII
Declaración y autorización .....	XI
Índice de contenido.....	XII
Índice de tablas .....	XV
Índice de figuras .....	XVI
Índice de anexos .....	XVII
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo general .....	3
1.2. Objetivos específicos .....	3
<b>2. CONTENIDO TÉCNICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Definición y clasificación de los residuos sólidos .....	4
2.1.1. Definición de los Residuos Sólidos .....	4
2.1.2. Clasificación de los Residuos Sólidos .....	4
2.2. Sistematización del procedimiento de caracterización de RSU .....	8
2.2.1. Zonificación y Muestreo.....	8
2.2.2. Preparación del material para la caracterización .....	9
2.2.2.1. Registros diarios de muestras a recolectar .....	9
2.2.2.2. Preparación del material para la recolección.....	9
2.2.3. Capacitación a las familias de la muestra seleccionada .....	10
2.2.4. Recolección de Residuos Sólidos Urbanos .....	11
2.3. Análisis de los residuos sólidos urbanos .....	13
2.3.1. Determinación de la composición de los residuos sólidos urbanos .....	13
2.3.1.1. Método del Cuarteo .....	13
2.3.2. Determinación de la PPC .....	16

2.3.3.	Determinación de la humedad de los residuos .....	16
2.3.4.	Determinación de la densidad de los residuos.....	17
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
4.1.	Tamaño de la muestra.....	22
4.2.	Humedad de los Residuos Sólidos Urbanos .....	22
4.3.	Densidad de los Residuos Sólidos Urbanos.....	23
4.4.	Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Urbanos .....	24
4.5.	Clasificación de los Componentes de los Residuos Sólidos procedentes de la caracterización .....	26
4.6.	Análisis de las Encuestas.....	28
<b>5.</b>	<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>MANUAL PARA MANEJO Y EL BUEN USO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCAZAR .....</b>	<b>34</b>
6.1.	Introducción .....	34
6.2.	Alcance .....	35
6.3.	Objetivo del manual .....	35
6.4.	Beneficios .....	35
6.5.	Información básica del manual.....	35
6.5.1.	Importancia.....	35
6.6.	Etapas para el manejo adecuado y aprovechamiento de los desechos sólidos .....	36
6.6.1.	Generación de desechos sólidos .....	36
6.6.2.	Separación y almacenamiento en la fuente .....	36
6.6.3.	Recolección y transporte interno .....	37
6.6.4.	Tratamiento .....	37
6.6.5.	Reciclaje .....	37
6.6.6.	Compostaje.....	41
6.6.6.1.	Fases del compostaje .....	41
6.6.6.1.1.	Fase Mesófila.....	42
6.6.6.1.2.	Fase Termófila o de Higienización.....	42
6.6.6.1.3.	Fase de Enfriamiento o Mesófila II.....	42
6.6.6.1.4.	Fase de Maduración.....	42
6.6.6.2.	Monitoreo del compostaje.....	42

6.6.6.2.1.	Oxígeno.....	43
6.6.6.2.2.	Humedad.....	44
6.6.6.2.3.	pH .....	44
6.6.6.2.4.	Temperatura .....	45
6.6.6.3.	Diseño y tamaño de la compostera.....	46
6.6.6.4.	Procedimiento del compostaje .....	47
6.6.6.5.	Aplicación del compost.....	48
6.6.7.	Residuos no aprovechables y disposición final .....	48
6.7.	Análisis presupuestario de la inversión .....	49
6.7.1.	Evaluación presupuestaria de la propuesta .....	49
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

## PÁGINAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos por su origen (Bertolino, 2007) .....	4
<b>Tabla 2.</b> Clasificación RSU por naturaleza química y porcentaje de humedad (Bertolino, 2007) .....	6
<b>Tabla 3.</b> Densidad de diferentes componentes de los RSU .....	18
<b>Tabla 4.</b> Densidad de los RSU según su fase de recolección .....	18
<b>Tabla 5.</b> Producción Per Cápita por vivienda seleccionada.....	24
<b>Tabla 6.</b> Peso total semanal y porcentaje de la clasificación de los RSU caracterizados de la UMB .....	27
<b>Tabla 7.</b> Colores de los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos (INEN, 2014).....	38
<b>Tabla 8.</b> Precios del mercado referenciales para materiales reciclables (MAE, 2014) .	39
<b>Tabla 9.</b> Ingreso por la venta de material reciclable anual de la UMB .....	40
<b>Tabla 10.</b> Descripción del salario de un empleado con beneficios y aportaciones.....	40
<b>Tabla 11.</b> Presupuesto para la contratación de personal de trabajo .....	41
<b>Tabla 12.</b> Técnica para controlar la falta y el exceso de oxígeno en el compost.....	43
<b>Tabla 13.</b> Técnica para controlar el exceso y la falta de humedad .....	44
<b>Tabla 14.</b> Técnica para controlar el pH optimo en el compostaje .....	45
<b>Tabla 15.</b> Técnica para mantener una temperatura estable en el compostaje.....	45
<b>Tabla 16.</b> Parámetros ideales del compostaje (FAO, 2013) .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

## PÁGINAS

<b>Figura 1.</b> Esquema General de la Gestión de los Residuos Sólidos (Ambientum, 2015)	6
<b>Figura 2.</b> Proceso de caracterización de RSU (AME, 2012)	8
<b>Figura 3.</b> Etiquetado de una vivienda	10
<b>Figura 4.</b> Socialización a las viviendas seleccionadas de la UMB	11
<b>Figura 5.</b> Recolección de RSU en la UMB	12
<b>Figura 6.</b> Descarga y Pesaje en el Complejo Ambiental de las muestras recolectadas	13
<b>Figura 7.</b> Cuarteo de los desechos sólidos UMB	14
<b>Figura 8.</b> Pasos para el cuarteo de desechos sólidos urbanos (AME, 2012)	14
<b>Figura 9.</b> Listado de residuos sólidos a caracterizar	15
<b>Figura 10.</b> Caracterización de los desechos sólidos urbanos de la UMB	15
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de Residuos Sólidos Aprovechables de la UMB	28
<b>Figura 12.</b> Distribución porcentual del número de personas que viven por domicilio	29
<b>Figura 13.</b> Distribución porcentual del servicio de recolección de basura periodicidad y número de recolectores	29
<b>Figura 14.</b> Distribución porcentual de las familias que clasifican los desechos sólidos	30
<b>Figura 15.</b> Distribución porcentual de la clasificación de los Residuos Sólidos	30
<b>Figura 16.</b> Distribución % de personas que participarían de proyectos de reciclaje	31
<b>Figura 17.</b> Distribución porcentual sobre un valor extra a pagar para el desarrollo de un proyecto de reciclaje	32
<b>Figura 18.</b> Ubicación Parroquial de la UMB en Santo Domingo	33
<b>Figura 19.</b> Ubicación del Proyecto	33
<b>Figura 20.</b> Esquema Etapas para el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos	36
<b>Figura 21.</b> Diseños de compostaje comunes	46
<b>Figura 22.</b> Dimensiones de una pila modelo para la UMB	46
<b>Figura 23.</b> Tipos de recipientes que se pueden utilizar como base de una compostera	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

### PÁGINAS

<b>Anexo 1.</b> Mapa de lotización de la Urbanización Mutualista Benalcazar.....	54
<b>Anexo 2.</b> Registro de pesos diarios .....	57
<b>Anexo 3.</b> Registro de Subproductos provenientes de la caracterización.....	58
<b>Anexo 4.</b> Afiche informativo sobre el proyecto de caracterización.....	59
<b>Anexo 5.</b> Ruta de Recolección .....	60
<b>Anexo 6.</b> Ubicación de contenedores en puntos estratégicos.....	60
<b>Anexo 7.</b> Diseño de contenedores para implementar en la UMB .....	61
<b>Anexo 8.</b> Proceso para obtener el abono orgánico .....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos, a nivel mundial, constituye uno de los mayores problemas ambientales de nuestro siglo, en el mundo se generan 1,3 mil millones de toneladas al año de residuos sólidos en 2012, EE.UU es el líder mundial en la producción de residuos con 621.000 toneladas por día, seguido por China con 521.000 toneladas, la generación de residuos en el Ecuador era de 406,8 Kg per cápita al año, lo que representa la mitad de los residuos generados por parte de Estados Unidos (828 Kg/per cápita/año). (UIEM, 2014)

En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas existen aproximadamente 94.023 viviendas, de las cuales el 81,45% eliminan sus desechos mediante el camión recolector, el 7,95% lo queman al aire libre, el 6,67% vierte sus desechos en lotes baldíos o quebradas, el 2,34% entierra sus residuos, el 0,80% arroja a los ríos, canales y el 0,79% restante elimina sus residuos empleando otras formas esto quiere decir que el 18,55% de la población se convierte en fuente de contaminación ambiental. (INEC, 2010), De la Urbanización Mutualista Benalcázar no se tienen datos por tal motivo se realizó el respectivo estudio. Un residuo sólido es un material que se desecha después de que haya cumplido su vida útil o terminada con su misión específica. Se trata, por lo tanto, de algo deteriorado que se convierte en basura y que, para el común de la gente, no tiene valor económico. Los residuos pueden eliminarse (cuando se destinan a vertederos o se entierran) o reciclarse (obteniendo un nuevo uso) (Pérez, 2014).

El problema para gestionar estos residuos se dificulta con el pasar de los años, esto se debe al aumento poblacional que sufre nuestro país, a la concentración de la población en los centros urbanos, el uso generalizado de envases sin retorno fabricados con materiales no degradables, frente a tal problemática se debe implementar planes, programas de capacitación a la ciudadanía con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad de vida de las personas e impulsando a la conservación de los ecosistemas.

Estos residuos pueden ser aprovechados de una manera eficiente, se los puede reutilizar, reciclar, incinerar para producción de energía y también como compostaje, además de aprovechar estos residuos se reducirá significativamente los impactos negativos que se generan por el mal manejo de los desechos sólidos, con el propósito de que la ciudadanía empiece a separar desde la fuente se realizara el estudio “Generación per cápita de desechos sólidos” para conocer lo tipos de desechos que más se producen en la “Urbanización Mutualista Benalcázar” y así implementar programas de gestión como separación, educación, conservación ambiental y programa de reciclaje de desechos sólidos.

El presente trabajo se enfoca en determinar de manera cuantitativa y cualitativa los desechos sólidos generados en la “Urbanización mutualista Benalcazar” porque es una zona de clase social alta, la generación de desechos sólidos variara con la actual debido a que en esta zona son consumistas, al ser un sector cerrado, empleando técnicas para el buen uso de los desechos pueden generar ingresos para guardianía o jardinería, se va a proponer un manual para el buen uso de los residuos domiciliarios dependiendo la caracterización en el sector, para llevar a cabo el presente estudio se aplicara la metodología utilizada por la AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas) dispuesta en el 2012, la misma que consiste en: Zonificación y determinación, Preparación de material para la caracterización, Selección y capacitación a familias que conforman la muestra, Determinación de la muestra, Recolección de residuos, Determinación de la generación Per cápita, Determinación de la composición de los residuos, Determinación de la densidad, humedad de los residuos. (AME, 2012)

Al momento de realizar el análisis de los residuos sólidos, en la determinación de la composición de los residuos se aplicará el método de cuarteo el mismo que se lo detalla en normas internacionales como la mexicana NMX-AA-015-1985 Método de cuarteo de residuos sólidos municipales (Rivera, Jorge; Montiel, Miguel; Pérez, Adriana, 2012), es aplicado para estudios de caracterización de desechos por entidades como la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, Ministerio de Ambiente en el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS).

### **1.1. Objetivo general**

- Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios que produce la Urbanización Mutualista Benalcázar con el fin de proponer un manual para su manejo eficiente en el sector.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios de la “Urbanización Mutualista Benalcazar”.
- Determinar la producción per cápita de los desechos sólidos domiciliarios de la “Urbanización Mutualista Benalcazar”.
- Proponer un manual para el buen uso de los desechos sólidos domiciliarios.

## 2. CONTENIDO TÉCNICO

### 2.1. Definición y clasificación de los residuos sólidos

#### 2.1.1. Definición de los Residuos Sólidos

Un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no muestra características de peligro, resultantes del consumo, uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que se puede aprovechar y transformar en un nuevo bien con un valor económico agregado. (MAE, 2014)

Son residuos sólidos urbanos (RSU) los generados por distintas actividades en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad.

Los residuos sólidos domiciliarios (RSD) son los que se generan en nuestras viviendas y estos están constituidos principalmente por materia orgánica (restos de alimentos, cáscara de frutas, etc.) e inorgánica (vidrio, plásticos, cartón, papel, etc.). También se produce algunos residuos que resultan peligrosos como las pilas, envases de medicamentos, etc.

#### 2.1.2. Clasificación de los Residuos Sólidos

Según Bertolino por su origen los residuos sólidos urbanos se clasifican como se describe en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos por su origen (Bertolino, 2007)

ORIGEN	TIPOS DE RESIDUOS
<b>Domiciliarios:</b> Procedentes de las viviendas, limpieza de calles, veredas, zonas verdes, establecimientos industriales.	Restos de comida, materiales plásticos, papeles cartones, textiles, cuero, madera, goma, residuos de jardín, vidrio, aluminio, cerámica, metales, férreos, latas y suciedad proveniente del barrido e higiene en general.
<b>Voluminosos:</b> Por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos en la recolección convencional	Muebles, Colchones, Electrodomésticos.
<b>Comerciales:</b> Surgen de los circuitos de distribución de bienes de consumo	Papel, cartón, plásticos, restos de comida, metales, vidrio, latas y madera.

<b>Residuos Sanitarios:</b> Derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis y establecimientos similares.	Material de cura, yesos, ropa y materiales de un solo uso, cultivo, material contaminado, restos de tejidos humanos.
<b>Construcción y Demoliciones:</b> Derivados de la construcción, reparación o ampliación de viviendas, vías de comunicación, empresas, etc.	Madera, hormigón, acero, ladrillos, piedras, materiales para conexión eléctrica, vidrios rotos, plástico, escombros en general
<b>Institucionales:</b> Producidos en escuelas, hospitales, cárceles y dependencias gubernamentales.	Papel, cartón, plásticos, restos de comida, metales, vidrios, latas y madera.
<b>Industriales:</b> Son derivados de actividades industriales y deben depositarse en recipientes adecuados.	Metales, plásticos, fibras, tejidos, maderas, vidrios, papel, cartones, chatarra, residuos de alimentos, cenizas, etc.
<b>Universales:</b> Representan un riesgo a la salud y al ambiente y son generados en los hogares.	Pilas, baterías, tubos fluorescentes, cartuchos de impresora, tintas.
<b>Agrícolas:</b> Relacionadas con actividades agrícolas, forestales o ganaderas y realizadas dentro del perímetro urbano	Fertilizantes, productos agros sanitarios, residuos de cultivos, bidones con restos de agroquímicos.

La clasificación que se va a adoptar en el siguiente estudio es la más común, la cual se realiza en campañas de separación de residuos que por lo general se suele clasificar a los residuos de acuerdo a su naturaleza química y contenido de humedad en orgánicos (a veces denominada fracción húmeda) e inorgánicos (también denominada fracción seca).

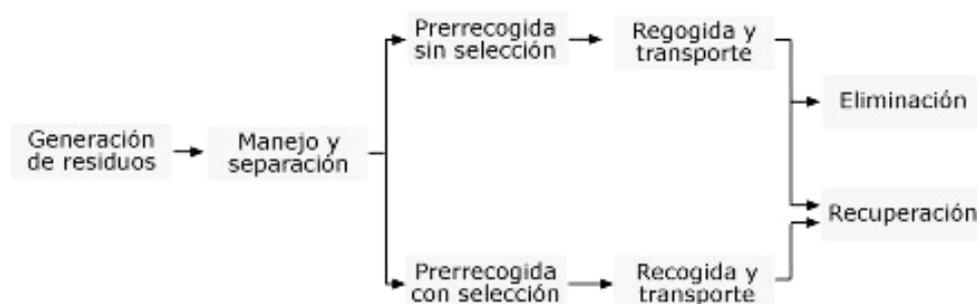
Por su naturaleza química y porcentaje de humedad los RSU se describen en la Tabla 2

**Tabla 2.** Clasificación RSU por naturaleza química y porcentaje de humedad (Bertolino, 2007)

<b>ORGANICOS (Fracción Húmeda o Compostables)</b>	<b>INORGANICOS (Fracción Seca o No Compostables)</b>
Residuos de Cocina Residuos de Jardines Residuos de poda, arbolado urbano, parques y plazas.	Papel y Cartón Vidrio Plástico y Goma Metales Envases tetra pack Materiales textiles Materiales Inertes
Se caracterizan por ser fácilmente degradables ante la actividad bacteriana	Su degradación puede llevar años integran la cadena de comercialización y reciclaje

Para realizar un estudio adecuado de caracterización de residuos sólidos inicialmente recolectamos una muestra de la cual analizamos su origen, composición es decir sus principales características con el objetivo de planificar o implementar mejoras en el manejo de estos desechos sea en la recolección, almacenamiento o disposición final con la finalidad de reducir los impactos ambientales y mejorar las condiciones de vida de la población. (López, 2009)

Los pasos que se deben seguir para una gestión adecuada son los que se describen en la Figura 1:



**Figura 1.** Esquema General de la Gestión de los Residuos Sólidos (Ambientum, 2015)

La gestión de los residuos contempla el conjunto de procedimientos necesarios para realizar el recogido, traslado a centros de acopio, tratamiento y disposición final para recuperarlos, reintegrarlos como materias primas en los circuitos productivos o eliminarlos.

La prerrecogida es una fase primordial que marca el resto de la gestión debido a que los ciudadanos son los actores principales es decir separación desde la fuente. La recogida engloba las operaciones de transporte de residuos desde la ciudad a centros de tratamiento o acopio.

La disposición final es el proceso que reúne todas las operaciones exactas para la recuperación o la eliminación de los RSU. Esta fase concentra todos los procesos de transformación, ya sean mecánicos, químicos, biológicos o de recuperación energética utilizados para valorizar los residuos, así como aquellos que se emplean para el vertido final de los restos no recuperados y de los rechazos de los procesos anteriores.

En términos generales, los residuos sólidos urbanos se gestionan por dos métodos: recogida global en la cual no hay ninguna separación de algún componente de RSU y la recogida selectiva en la cual se realiza una selección previa de materiales que se puedan reutilizar. (Ambientum, 2015)

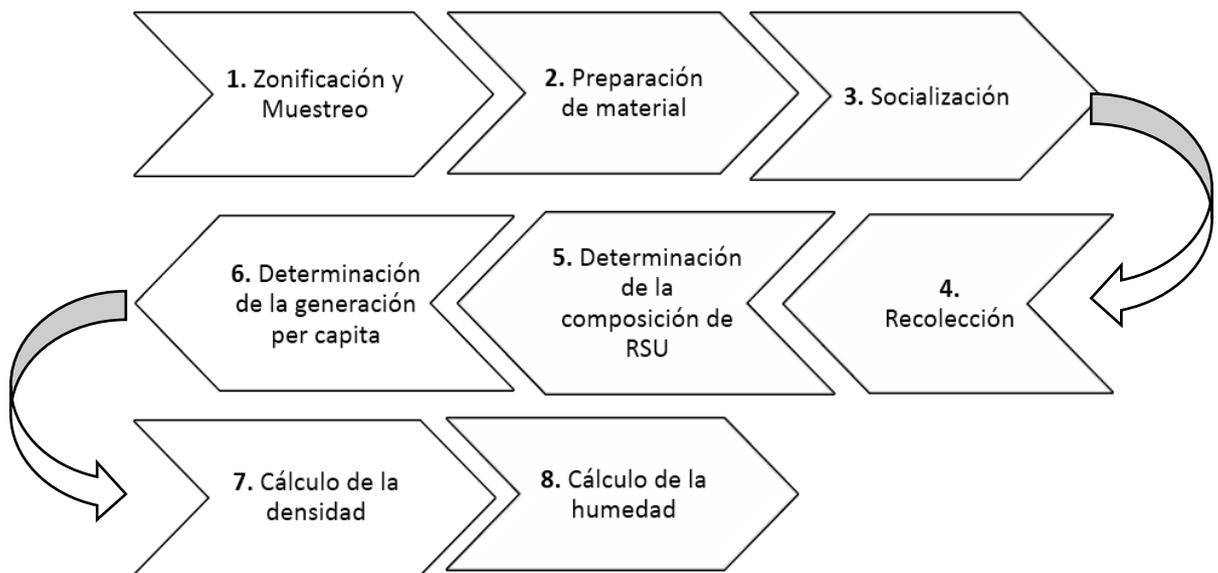
La recogida sin selección previa es la dominante en su totalidad en el Ecuador debido a que no hay una buena gestión empezado desde la fuente que es la base de nuestra investigación, el método de recogida global no favorece la recuperación de residuos, el motivo es simple pues para tratar de recuperar algo y que sea reutilizable se necesita de tratamientos industriales excesivos y tiene un valor agregado e innecesario además no fomenta la voluntad de reciclar de las personas.

La gestión de los residuos sólidos es la estrategia por la que todos los actores sociales intervinientes asumen la responsabilidad de efectuar acciones coordinadas con el objetivo de solucionar los problemas que generan los residuos. (Bertolino, 2007)

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

## 2.2. Sistematización del procedimiento de caracterización de RSU

Para obtener un buen estudio de la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Urbanización Mutualista Benalcazar de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas se utilizó la metodología orientada por la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas la cual se explica en la figura2. (AME, 2012)



**Figura 2.** Proceso de caracterización de RSU (AME, 2012)

### 2.2.1. Zonificación y Muestreo

**Zonificación:** La UMB cuenta con 257 predios (Anexo 1).

**Muestreo:** Para poder realizar el muestreo es decir determinar el número de muestras para nuestro estudio se utilizó la siguiente formula (Net Quest, 2014)

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{E^2(N-1) + (Z^2 PQ)} \quad (1)$$

Dónde:

**n** = tamaño necesario de la muestra

**Z** = margen de confiabilidad (1.65 con nivel de confianza del 90%)

**P** = probabilidad de que el evento ocurra 50%

**Q** = probabilidad de que el evento no ocurra 50%

**E** = error de estimación del 10%

**N** = tamaño de la población (casas)

## **2.2.2. Preparación del material para la caracterización**

### **2.2.2.1.Registros diarios de muestras a recolectar**

Para tener información diaria se realizaron tres tipos de registros:

- Registros de información general de cada predio seleccionado en la muestra

- Registro de pesos diarios en los cuales consta la siguiente información:  
(Anexo2)

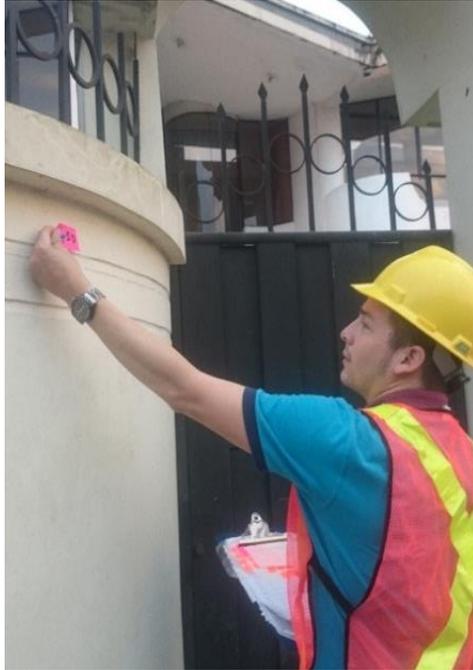
- ✓ Código de la vivienda
- ✓ Nombre de la familia que habita la vivienda
- ✓ Zona
- ✓ Número de miembros de la familia
- ✓ Peso (Kg)

- Registro para la caracterización de residuos sólidos el cual consta de la siguiente información: (Anexo3)

- ✓ Tipo de residuo
- ✓ Peso (Kg)
- ✓ Porcentaje%

### **2.2.2.2.Preparación del material para la recolección**

Para empezar con la recolección diaria primeramente se seleccionaron las viviendas al azar después de conocer nuestra muestra de 57 viviendas se procedió a etiquetar cada vivienda con su respectivo código.



**Figura 3.** Etiquetado de una vivienda

Se facilitó a cada una de las familias participantes un paquete de 7 bolsas plásticas cada una etiquetada con su día correspondiente con datos de peso y código de la vivienda.

### **2.2.3. Capacitación a las familias de la muestra seleccionada**

En esta parte se logró informar a cada miembro de familia o responsable de proporcionar las bolsas con los desechos sólidos al estudiante encargado del proyecto a una hora establecida de 18h: 00 a 19h: 00, todo esto en un periodo de una semana por motivos de estudios.

La Socialización del proyecto se efectuó puerta a puerta para impartir conocimientos puntuales en lo que se refiere al proyecto, además se optó por distintos horarios a la hora de sociabilizar para una mayor difusión del tema.



**Figura 4.** Socialización a las viviendas seleccionadas de la UMB.

Además a cada familia se le facilitó un volante con información del proyecto de caracterización de desechos sólidos urbanos (Anexo4) el cual constaba con el objetivo de estudio y la metodología a seguir.

Se le comunico a cada familia que en las bolsas entregadas deben colocarse todos los residuos generados en el día, sin separar orgánicos e inorgánicos únicamente separando los desechos sanitarios en otra bolsa.

Este proceso se lo realizo durante una semana como se describe en la metodología aplicada por la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, para promediar datos y obtener un dato exacto y confiable en nuestro estudio.

#### **2.2.4. Recolección de Residuos Sólidos Urbanos**

Después de haber realizado la capacitación adecuada a las familias seleccionadas se procede a recolectar los residuos sólidos en las bolsas entregadas a cada familia, este proceso se realizó marcando una ruta (Anexo 5).

El procedimiento fue realizado durante un periodo de 7 días con ayuda del carro recolector facilitado por la empresa privada EcoAmbiental, cubriendo la ruta Urbanización Mutualista Benalcazar de 6pm a 7pm.



**Figura 5.** Recolección de RSU en la UMB

Las familias participantes del proyecto de caracterización tuvieron buena participación cumpliendo con la entrega de las bolsas en el transcurso de la semana, si estaban ausentes las bolsas eran dejadas en la puerta de calle lo cual ayudo mucho para obtener los resultados deseados.

Luego de haber culminado la ruta nos trasladamos hacia el Complejo Ambiental de la Provincia ubicado en el kilómetro 32 de la vía Santo Domingo-Quevedo ya que el Municipio presto un espacio para poder realizar la caracterización de lo recolectado.

Una vez en el complejo se nos ubicó en un espacio amplio para poder realizar la caracterización sin inconveniente alguno, el cual fue utilizado durante el periodo que duro la investigación.

En lugar se procedió a descargar los RSU del camión recolector, seguido a eso se pesó cada una de las bolsas y se anotó en el registro el peso diario de cada una.



**Figura 6.** Descarga y Pesaje en el Complejo Ambiental de las muestras recolectadas

### **2.3. Análisis de los residuos sólidos urbanos**

#### **2.3.1. Determinación de la composición de los residuos sólidos urbanos**

##### **2.3.1.1. Método del Cuarteo**

Finalizado el pesaje y registro de todas las bolsas recolectadas se procedió a abrir las bolsas, obteniendo como resultado una mezcla homogénea de todos los residuos sólidos recolectados diarios y poder realizar el método del cuarteo como se lo estipula en las normas internacionales mexicanas NMX-AA-015-1985 Método de cuarteo de residuos sólidos municipales (Rivera, Jorge; Montiel, Miguel; Pérez, Adriana, 2012)

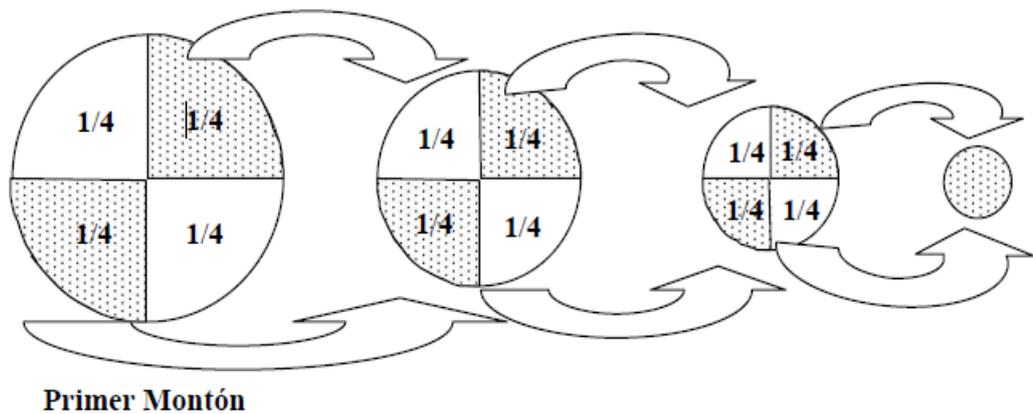
Además este método está estipulado en la Guía de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), fue utilizado en el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) a través del Ministerio del Ambiente con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador. (MAE, 2010)

Aplicando el método del cuarteo, se debe abrir las bolsas en el lugar designado por el complejo ambiental y se debe proceder a juntar todos los residuos para luego revolverlos y obtener una mezcla homogénea como se observa en la figura 7.



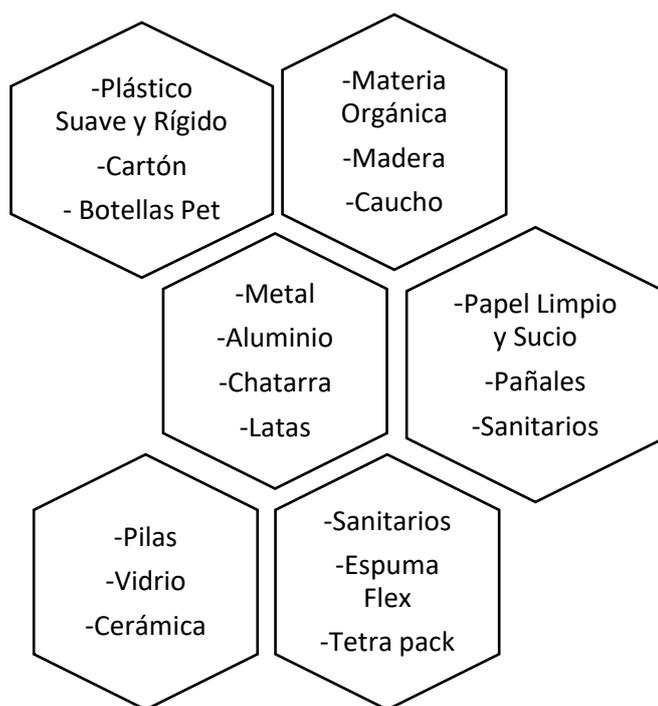
**Figura 7.** Cuarteo de los desechos sólidos UMB

Después de haber obtenido una mezcla homogénea de aproximadamente uno 320 kilogramos, dato obtenido del pesaje de un día, se procede a dividir el monto en cuatro partes iguales A, B, C, D; una vez obtenido esto se descartan las partes opuestas es decir A, C o B, D, este proceso es repetido continuamente hasta obtener una muestra con un peso de 50 kilogramos de desechos sólidos como se observa en la siguiente figura.



**Figura 8.** Pasos para el cuarteo de desechos sólidos urbanos (AME, 2012)

Culminado el cuarteo se procede a separar los distintos componentes de la muestra resultantes en la caracterización de los 50 kilogramos de desechos sólidos, se realizó un listado de estos componentes como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 9.** Listado de residuos sólidos a caracterizar

La Fig. 9 indica el listado en el cual se deben registrar para realizar la caracterización de los componentes, se llevó a cabo un registro diario de peso de cada categoría (anexo 3). Este proceso de caracterización se efectuó en el complejo ambiental por lapso de una semana como indica la metodología, para el pesaje de los componentes se utilizó una balanza digital marca CAMRY TCS-300-ZE21 para registrar pesos superiores a los 2 kg / 4,4 lb y una balanza digital pequeña marca OHAUS Valor 1000 para elementos con peso inferiores a 1 kg / 2,2 lb.



**Figura 10.** Caracterización de los desechos sólidos urbanos de la UMB

En el momento de pesaje de cada uno de los componentes se deben anotar en el registro diario de pesos de desechos sólidos (anexo 2).

Una vez concluida la caracterización diaria todos los residuos se deben acumular en un lugar determinado, para darle una disposición final adecuada, el encargado de remover estos desechos a las celdas para su confinamiento es un camión del Complejo Ambiental.

### **2.3.2. Determinación de la PPC**

Culminado el trabajo de caracterización y con los datos obtenidos de pesos diarios de desechos sólidos, número de miembros de familia de cada vivienda de la muestra seleccionada, se procede a determinar la producción per cápita (Kg/hab/día) de la zona de estudio UMB.

Para conocer este dato primeramente se dividió el total de residuos sólidos urbanos generados por cada vivienda para el número de habitantes de la misma, para obtener el dato se utilizó la siguiente fórmula (AME, 2012):

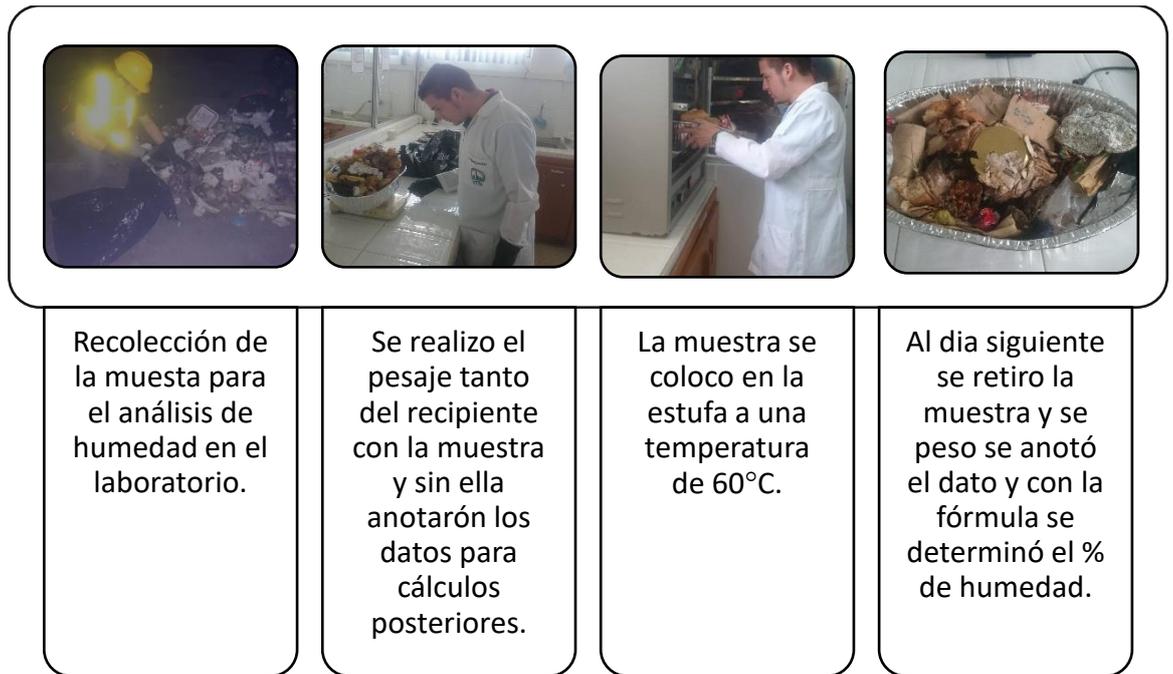
$$GPC = \frac{\text{Promedio de kg recolectados}}{N. - \text{habitantes}} \quad (2)$$

### **2.3.3. Determinación de la humedad de los residuos**

Es de suma importancia conocer el valor de la humedad de los RSU, debido a que es la cantidad de agua que van liberando estos residuos hasta su disposición final, la liberación de este líquido se conoce como percolado o lixiviado, el cual es muy contaminante para escorrentías o aguas subterráneas si llegase a filtrar por la tierra y alcanzar estas fuentes.

Este parámetro se lo calculo en el transcurso de la investigación y consistió en la cantidad de humedad que contenían los residuos sólidos de la UMB

Para determinar la cantidad de humedad presente en nuestra muestra de residuos sólidos se cumplió el siguiente proceso:



Para calcular el porcentaje de humedad que se perdió la muestra se utilizó la siguiente fórmula: (UNI, 2006)

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_t} * 100 = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (3)$$

#### 2.3.4. Determinación de la densidad de los residuos

El diseño sistemático que forman la gestión de residuos sólidos se hace a partir de las propiedades de estos y una de estas es el peso específico (densidad) la cual nos sirve especialmente para determinar el volumen ocupado por una masa de residuos, la unidad en el Sistema Internacional de la densidad es (Kg/m<sup>3</sup>).

La densidad de los residuos sólidos varía dependiendo la composición del mismo y su grado de compactación, los valores representativos van desde una densidad no compactada de 150 Kg/m<sup>3</sup> a 800 kg/m<sup>3</sup>. En la siguiente tabla se puede observar la densidad de algunos materiales.

**Tabla 3.** Densidad de diferentes componentes de los RSU

<b>TIPO DE RESIDUOS</b>	<b>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Orgánicos	291
Papel	89
Cartón	50
Plásticos	65
Textiles	65
Vidrio	196
Aluminio	160
Metales Ferrosos	320
Residuos Sólidos Urbanos	130
Residuos Sólidos Urbanos Compactados	297
Residuos en el Relleno Sanitarios	600-900

Además de los diseños es importante conocer este dato para saber la capacidad de recolección debido a que la densidad de los residuos varía en función de la fase de recolección en la que se encuentran como indica la tabla 4.

**Tabla 4.** Densidad de los RSU según su fase de recolección

<b>FASE DE RECOLECCIÓN</b>	<b>DENSIDAD MEDIA DE LOS RSU</b>
En los tachos de entrega del domicilio	<sup>3</sup> 0,20 - 0,30 t/m <sup>3</sup>
En los vehículos de recolección	0,25 - 0,35 t/m <sup>3</sup>

Para conocer la densidad primeramente se debe conocer el volumen el cual se lo obtuvo con el siguiente procedimiento:



Se procedio revisar el recipiente que se encuentre en buen estado y sin ningun desperfecto.

Se realiza las medidas necesarias que son la altura interna del cilindro la cual se la represento con la letra **(H)**.

Ademas se midio el diametro del cilindro el cual se lo representa con **(D)**.

Se lleno el recipiente por completo con residuos sólidos

Una vez lleno el cilindro se deja caer al suelo a una altura de 10 cm este proceso se lo realiza por tres ocasiones

Se mide el espacio que sobro luego de la compactación y se lo representa con **(h)**.

Por ultimo se peso el cilindro lleno con residuos solidos y ese valor se lo representara como **(m)**.

Para calcular el volumen se aplicó la siguiente formula (AME, 2012):

$$V = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H - h) \quad (4)$$

Con el dato de volumen podemos aplicar la siguiente fórmula para calcular la densidad: (Gutiérrez, 2008)

$$D = \frac{m}{v} \quad (5)$$

### 3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS

<b>Materiales</b>	<b>Herramientas y equipos</b>
EPP (Mascarilla, Guantes, Mandil)	Balanza digital marca CAMRY TCS-300-ZE21
Botas de hule o Zapatos	Estufa
Plástico, Stikers	GPS Garmin Etrex 10 Geocaching
Esferos, Cuaderno, Registros	Olympus Vg-165 Cámara Digital 14 Mp
Fundas plásticas	Palas
Cilindro de 200 litros	Flexómetro
Recipiente metálico	

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Tamaño de la muestra

Con los datos de nuestro universo (números de lotes en la Urbanización Mutualista Benalcázar) 257 en total se aplicó la fórmula (1) para calcular la muestra.

$$n = \frac{(1,65 * 1,65 * 257 * 0,5 * 0,5)}{(0,10 * 0,10)(257 - 1) + (1,65 * 1,65 * 0,5 * 0,5)}$$

$$n = 57$$

El número de viviendas a muestrear fue de 57, para obtener nuestras viviendas del universo de 257 se aplicó el muestreo aleatorio simple en el cual se le asignó a cada predio un número o código, se colocan en un recipiente y se mezclan. Se extrajo con indica nuestra muestra un total de 57 predios el resultado de este muestreo se observa en el anexo 6.

### 4.2. Humedad de los Residuos Sólidos Urbanos

Para obtener el dato de la humedad se aplicó la fórmula 3:

**Dónde:**

$W$  = es el contenido de humedad, (%)

$W_w$  = Peso del agua de la muestra

$W_s$  = Peso neto de la muestra

$W_1$  = es el peso de tara más muestra, en gramos (2500,16 gr)

$W_2$  = es el peso de tara bandeja más muestra seca, en gramos (814,30 gr)

$W_t$  = es el peso de tara bandeja, en gramos (91,16 gr)

$$W = \frac{2500,18gr - 1014,30gr}{2500,18gr - 91,16gr} * 100$$

$$W = \frac{1485,88gr}{2409,02gr} * 100$$

$$W = 61,68\%$$

Realizando las pruebas de laboratorio se determinó que el porcentaje de humedad que presentó la muestra fue de 61,68%; la muestra permaneció un día en la estufa del laboratorio a una temperatura de 60°C, analizando el resultado podemos concluir que los RSU recolectados de la UMB contienen gran cantidad de líquidos en su mayoría esto se debe a la presencia de material orgánico la cual representa el 66,98% del total recolectado de los predios seleccionados.

#### 4.3. Densidad de los Residuos Sólidos Urbanos

Utilizando la fórmula 4 se procedió a calcular el volumen:

**Dónde:**

$V$ = Volumen a encontrar

$\pi$ = 3,1416

$D$ = diámetro del cilindro (0,52 m)

$H$ = altura interna del cilindro (0,87 m)

$h$ = diferencia de altura (0,20 m)

$$V = 3,1416 * \left(\frac{0,52m}{2}\right)^2 * (0,87m - 0,20m)$$

$$V = 3,1416 * (0,067m^2) * (0,67m)$$

$$V = 0,1410m^3$$

Con el dato de volumen se procedió a calcular la densidad con la fórmula 5:

**Dónde:**

$D$ = Densidad de los residuos sólidos

$m$ = Peso del cilindro más residuos sólidos (53,50 kg)

$v$ = volumen del cilindro (0,1410m<sup>3</sup>)

$$D = \frac{53,50 \text{ kg}}{0,1410 \text{ m}^3}$$

$$D = 379,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$D = 0,38 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

El valor resultante de la densidad de los RSU de la UMB es de  $0,38 \text{ Ton/m}^3$  basándonos en los datos de la AME el cual nos indica que los valores estándares de densidad de RSU es de  $0,20 - 0,30 \text{ Ton/m}^3$  (Tabla 4) comparando con nuestro resultado obtenido se concluye que la densidad de los residuos tiene un leve aumento esto se debe a que en la UMB generan residuos que tienen mayor peso.

#### 4.4. Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Urbanos

Terminado el pesaje de los RSU de la UMB por una semana que duró la investigación, se procede a calcular la PPC, primeramente se obtuvo el promedio de generación de residuos sólidos diarios mediante la división de los pesos totales para el número de días muestreados, una vez obtenido el promedio se lo dividió para el número de personas que habitan en cada predio y como resultado tenemos la PPC como nos indica la Tabla 5.

**Tabla 5.** Producción Per Cápita por vivienda seleccionada

CÓDIGO	N. Per	Pesos (Kg)	PROMEDIO	PPC
M-001	7	44,53	6,36	0,91
M-002	3	17,64	2,52	0,84
M-003	3	25,16	3,59	1,20
M-004	4	36,20	5,17	1,29
M-005	3	18,33	2,62	0,87
M-006	7	39,38	5,63	0,80
M-007	4	29,52	4,22	1,05
M-008	5	65,60	9,37	1,87
M-009	6	22,00	3,14	0,52
M-010	6	43,25	6,18	1,03
M-011	4	27,70	3,96	0,99
M-012	10	104,61	14,94	1,49
M-013	5	35,88	5,13	1,03
M-014	5	35,70	5,10	1,02
M-015	6	45,29	6,47	1,08
M-016	8	56,24	8,03	1,00
M-017	5	25,10	3,59	0,72

M-018	6	36,72	5,25	0,87
M-019	4	38,20	5,46	1,36
M-020	3	36,50	5,21	1,74
M-021	5	29,59	4,23	0,85
M-022	5	40,88	5,84	1,17
M-023	8	44,66	6,38	0,80
M-024	5	56,00	8,00	1,60
M-025	3	51,90	7,41	2,47
M-026	3	20,90	2,99	1,00
M-027	3	23,49	3,36	1,12
M-028	5	54,96	7,85	1,57
M-029	7	43,52	6,22	0,89
M-030	5	36,98	5,28	1,06
M-031	5	39,35	5,62	1,12
M-032	5	41,55	5,94	1,19
M-033	8	40,00	5,71	0,71
M-034	5	34,30	4,90	0,98
M-035	9	49,80	7,11	0,79
M-036	4	30,59	4,37	1,09
M-037	4	48,57	6,94	1,73
M-038	8	57,64	8,23	1,03
M-039	2	31,32	4,47	2,24
M-040	7	85,70	12,24	1,75
M-041	5	40,29	5,76	1,15
M-042	9	45,28	6,47	0,72
M-043	3	25,22	3,60	1,20
M-044	4	45,00	6,43	1,61
M-045	7	47,02	6,72	0,96
M-046	4	30,71	4,39	1,10
M-047	8	63,18	9,03	1,13
M-048	4	29,90	4,27	1,07
M-049	5	18,72	2,67	0,53
M-050	4	19,30	2,76	0,69
M-051	5	33,11	4,73	0,95
M-052	5	33,70	4,81	0,96
M-053	3	14,93	2,13	0,71
M-054	6	49,74	7,11	1,18
M-055	6	43,20	6,17	1,03
M-056	6	81,84	11,69	1,95
M-057	12	66,50	9,50	0,79
<b>PROMEDIO</b>	<b>5</b>	<b>40,93</b>		<b>1,13</b>

Como se observó en la tabla 5 la PPC promedio en la Urbanización Mutualista Benalcázar fue de 1,13 Kg/hab/día.

A nivel Nacional en el año 2008 la generación de residuos fue de 4,06 millones de toneladas métricas al año lo cual da una generación per cápita de 0,74 kg. Se estima que para el año 2017 el país generará 5,4 millones de toneladas métricas anuales, lo que significa que tendrá una PPC de 0,98 (MAE, 2010).

A nivel Local se ha realizado un estudio por Fundación Natura para el GAD Municipal en el año 2008 el cual nos indica que la PPC en Santo Domingo de los Tsáchilas se encontraría en una variación de 0,86 y 0,95 por un periodo de diez años. (Fundación Natura, 2008)

Comparando la PPC de la UMB con la Nacional que es de 0,98 y la Local de 0,95 hay una diferencia entre 0,15 y 0,18 lo cual indica que hay un aumento considerable de desechos sólidos estimados, debido a que el lugar de estudio es de estrato social alto por ende las personas son más consumistas que en otros estratos.

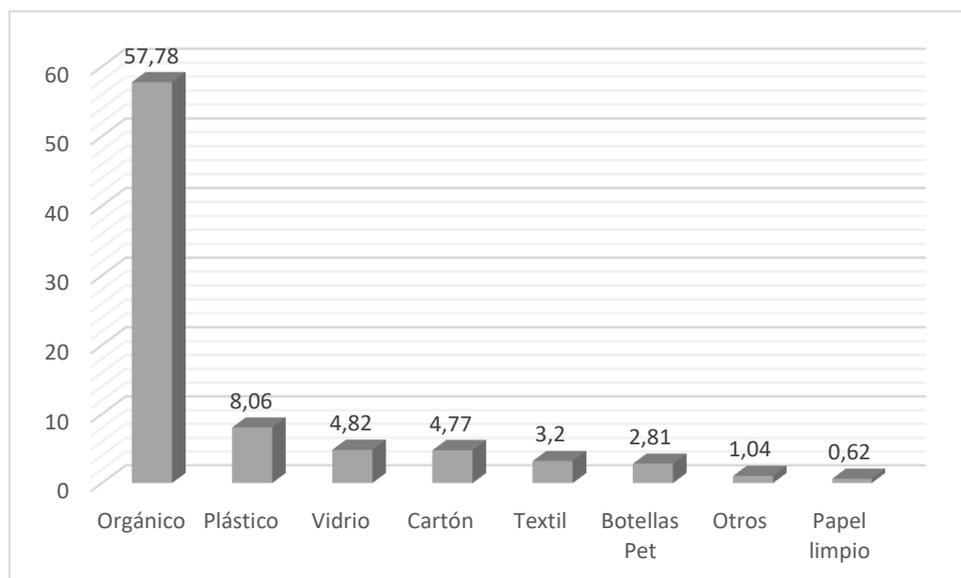
#### **4.5. Clasificación de los Componentes de los Residuos Sólidos procedentes de la caracterización**

En la caracterización de los Residuos de la UMB se logró encontrar una variedad de componentes los cuales se observan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Peso total semanal y porcentaje de la clasificación de los RSU caracterizados de la UMB

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>PESO kg</b>	<b>PORCENTAJES %</b>
Orgánico	451,02	57,78
Papel Sucio	42,36	5,43
Papel Limpio	4,82	0,62
Cartón	37,2	4,77
Botellas Pet	21,92	2,81
Plástico frágil	30,43	3,90
Plástico rígido	32,5	4,16
Chatarra	25,06	3,21
Metal	2,453	0,31
Vidrio	37,62	4,82
Pilas	0,15	0,02
Madera	1,563	0,20
Textiles	8,5	1,09
Latas	5,2	0,67
Pañales	19,7	2,52
Zapatos	16,5	2,11
Espuma Flex	2,6	0,33
Aluminio	4,162	0,53
Caucho	1,295	0,17
Tetrapax	4	0,51
Cerámica	1,047	0,13
Sanitarios	30,4	3,90
<b>Total</b>	<b>765,97</b>	<b>100</b>

En la Tabla 6 nos indica tanto los pesos y porcentajes de los RSU de la UMB de la Ciudad de Santo Domingo el cual nos muestra que el residuo más generado fue el orgánico con un 57,78% y esto se reflejó en el momento de la caracterización eran los residuos con mayor peso. Entre los residuos inorgánicos aprovechables tenemos al cartón con un 4,77%; tenemos al plástico rígido con un 4,16% el vidrio con un 4,82%; el plástico frágil con un 3,90%, el papel limpio con un valor de 0,62% además hubo generación de zapatos con un 2,11% textiles con un 1,09% otro valor que llama la atención es las botellas pet con un valor de 2,81%, de estos materiales nombrados se pueden obtener beneficios aplicando reciclaje. Por último tenemos a los materiales poco aprovechables con un valor de 11,55% y los restantes no aprovechables los cuales generan poco peso ocupando un valor de 6,73%.



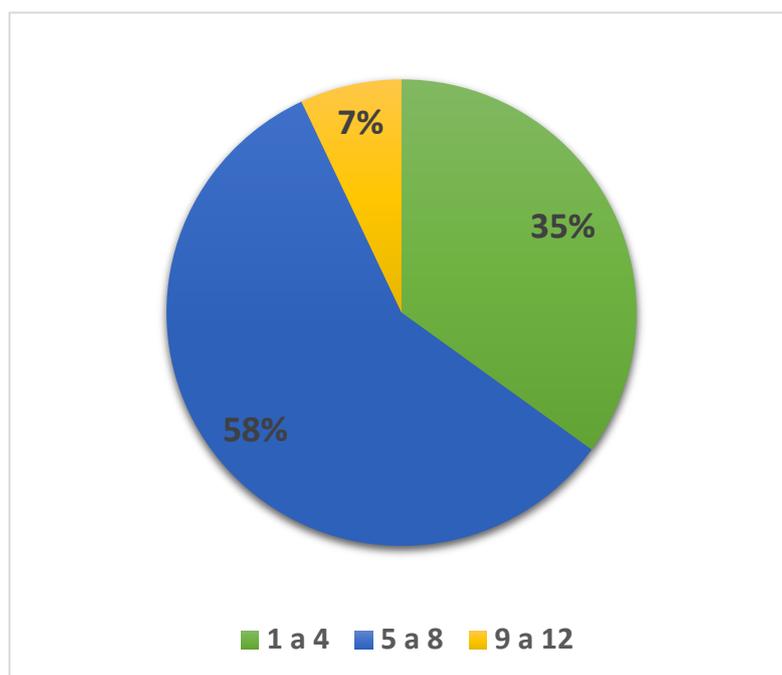
**Figura 11.** Porcentaje de Residuos Sólidos Aprovechables de la UMB

En la figura 11 se especifican los porcentajes de los residuos sólidos que pueden ser aprovechados por los habitantes de la UMB con un 57,78% la materia orgánica la cual puede ser aprovechada para la producción de abonos orgánicos como el compost, tenemos al plástico con un 8,06% el vidrio con un 4,82%; el cartón con un 4,77%; el material textil con un 3,2% además tenemos a las botellas Pet con un 2,81%; el papel limpio con un 0,62% y por último otros materiales como metal, aluminio, madera con 1,04% es decir que de los RSU que se generan en la UMB el 83,01% son aprovechables de una manera eficiente si se realizara una gestión de estos residuos mediante una recolección diferenciada desde los hogares.

#### 4.6. Análisis de las Encuestas

Este asunto se lo ejecuto en el proceso de socialización en el cual se realizó encuestas a los habitantes de los predios seleccionados las cuales están enmarcadas en la gestión de residuos sólidos urbanos con la finalidad de conocer la opinión de ellos en lo que se refiere al servicio de recolección, clasificación de desechos sólidos y si participarían en proyectos sobre separación desde la fuente (reciclaje).

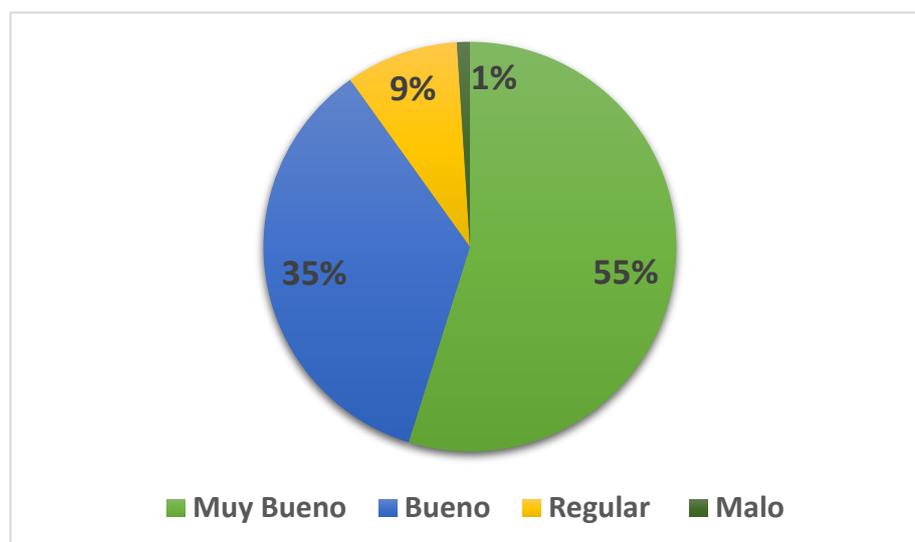
**Pregunta N.- 1.** ¿Cuál es el número de personas que viven en su domicilio?



**Figura 12.** Distribución porcentual del número de personas que viven por domicilio.

Como se observa en la figura 12 la UMB en su mayoría los domicilios están conformados por un número de 5 a 8 personas.

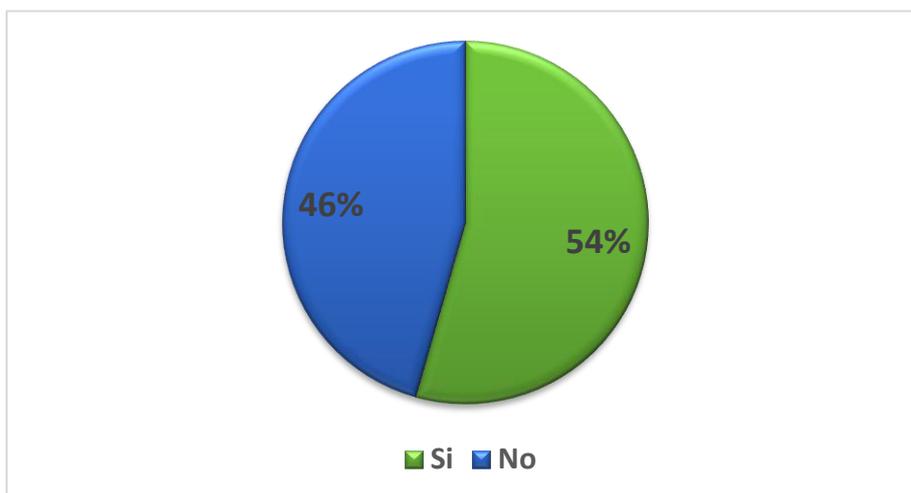
**Pregunta N.- 2.** ¿En su punto de vista, como considera el servicio de recolección de basura prestado, en términos de días (periodicidad) y la cantidad de recolectores?



**Figura 13.** Distribución porcentual del servicio de recolección de basura periodicidad y número de recolectores.

En la figura 13 se puede observar que la mayoría de las personas están de acuerdo con el servicio de recolección prestado un total del 90% están entre bueno y muy bueno y un 10% opina que es regular y malo.

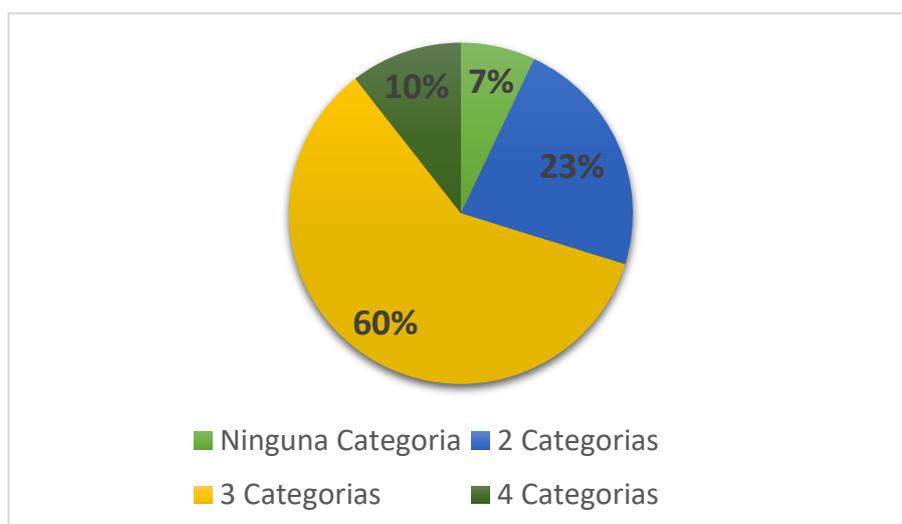
**Pregunta N.- 3.** ¿En el lugar donde convive toda su familia practican la clasificación de los desechos sólidos?



**Figura 14.** Distribución porcentual de las familias que clasifican los desechos sólidos.

Como se observa la figura 14 un porcentaje mayor 54% si realizan la clasificación de residuos sólidos y uno menor 46% no lo realiza, es decir en el sector de la UMB hay una iniciativa implantada sobre la clasificación de los desechos.

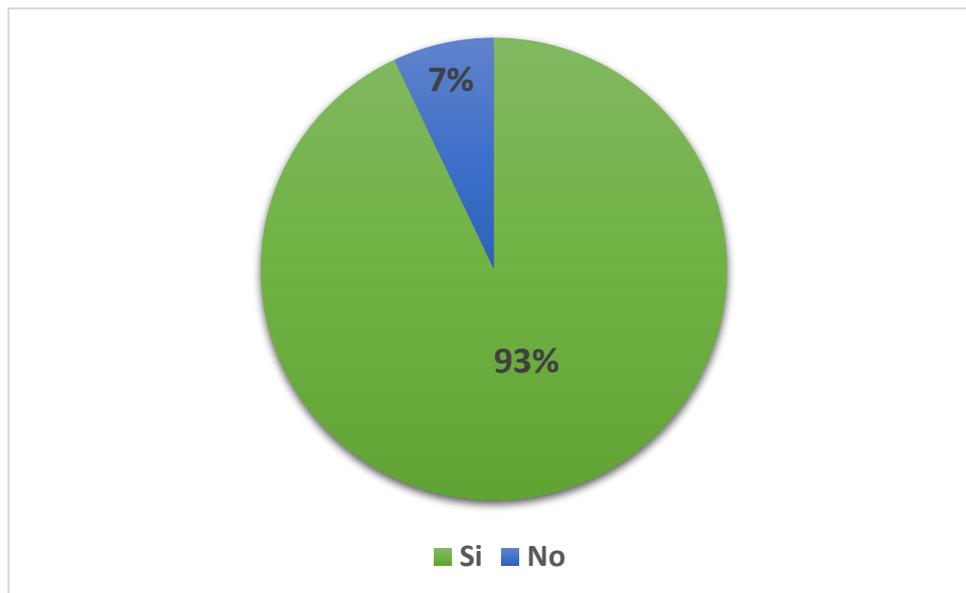
**Pregunta N.- 4.** ¿De ser positiva su respuesta en cuantas categorías estaría dispuesto a separar?



**Figura 15.** Distribución porcentual de la clasificación de los Residuos Sólidos

En la figura 15 se puede demostrar que las personas de la UMB en su mayoría el 60% prefieren la clasificación en tres categorías siendo estas la orgánica, papel y plástico luego un porcentaje menor 23% lo haría en dos categorías orgánicas e inorgánicas, por ultimo un 10% clasificaría en cuatro categorías y un 7% no participaría la clasificación.

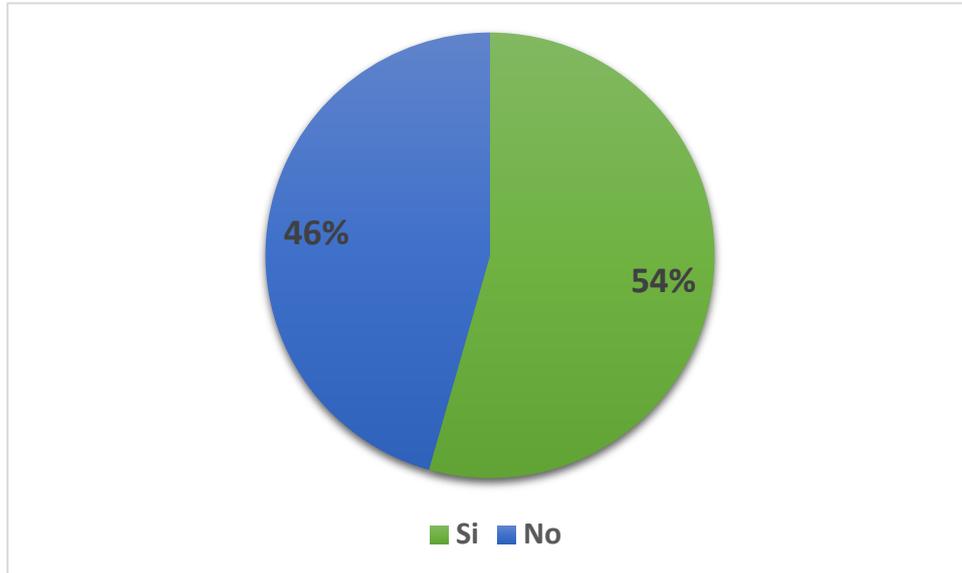
**Pregunta N.- 5.** ¿Estaría usted de acuerdo en participar en un proyecto de reciclaje?



**Figura 16.** Distribución % de personas que participarían de proyectos de reciclaje

En la figura 16 se observa que la mayoría 93% de las personas si estarían dispuestas a participar en un proyecto de reciclaje esto es debido a que en el sector de la UMB las personas tienen un mayor conocimiento sobre el reciclaje y la importancia de este gracias a la socialización que se realizó a los moradores a principios del proyecto y un 7% no participaría de este proyecto de reciclaje.

**Pregunta N.- 5.** ¿Estaría dispuesto/a usted a pagar un valor extra a cambio de un proyecto de reciclaje para la ciudad?



**Figura 17.** Distribución porcentual sobre un valor extra a pagar para el desarrollo de un proyecto de reciclaje.

Con se observa en la figura 17 el 54% está de acuerdo que se cobre un valor extra en la planilla para que se realice el proyecto mientras que un 46% se siente inconforme con este valor extra.

## 5. LOCALIZACIÓN

El lugar de estudio fue la Urbanización Mutualista Benalcazar de la ciudad de Santo Domingo la cual se ubica en la parroquia Chiguilpe (Fig. 20)

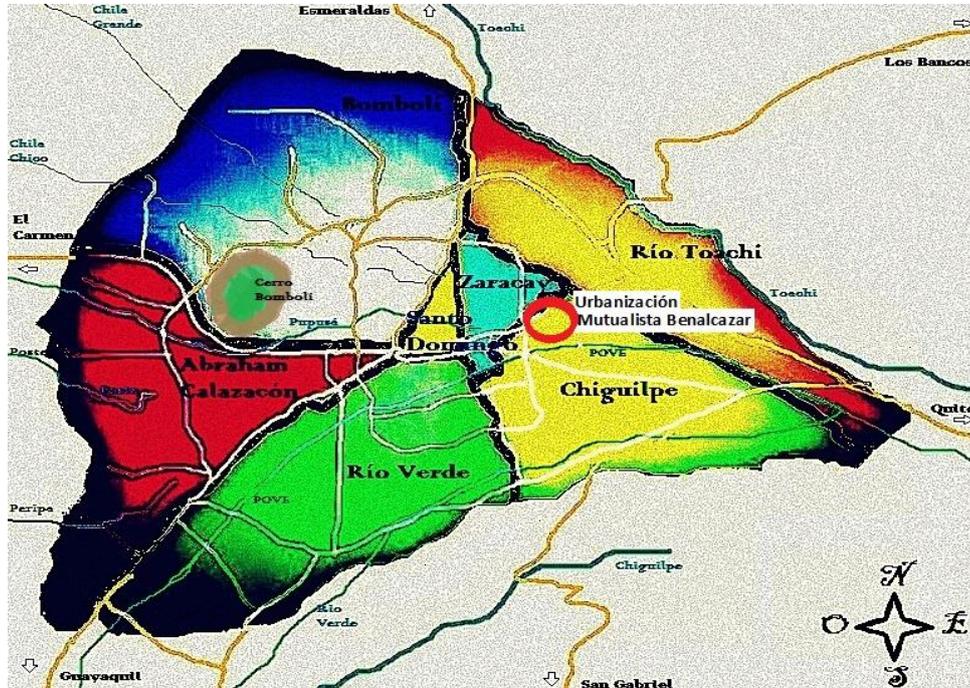


Figura 18. Ubicación Parroquial de la UMB en Santo Domingo

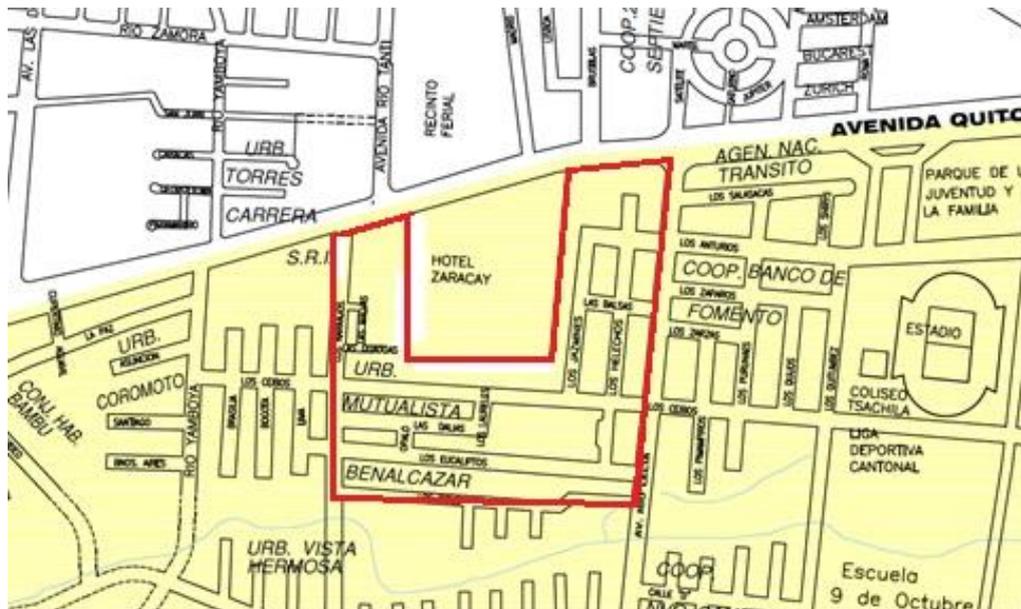


Figura 19. Ubicación del Proyecto

## **6. MANUAL PARA MANEJO Y EL BUEN USO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA URBANIZACIÓN MUTUALISTA BENALCAZAR**

### **6.1. Introducción**

La cantidad de residuos sólidos a nivel mundial crece rápidamente debido al incremento poblacional, avances tecnológicos encaminados a satisfacer nuevos hábitos de consumo. Esta situación nos obliga a elaborar planes, manuales, políticas y a desarrollar prácticas fundamentadas en criterios ambientales y rentables para recolectar, aprovechar y tratar los residuos.

Para lograr el aprovechamiento y buen manejo de los desechos sólidos en la UMB se implementara un manual el cual está enfocado en facilitar este proceso de manejo adecuado de desechos, con el fin de tener un aprovechamiento de estos recursos, buen manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados. Se busca también generar conciencia sobre la necesidad de apoyar a la solución de un problema que tiene impactos en el espacio local, nacional y mundial.

Los habitantes de la UMB han visto de una manera positiva la implementación de un manual para el manejo y buen uso de los desechos sólidos domiciliarios en la encuesta realizada se comprobó que el 93% está de acuerdo en la ejecución de este manual.

Se provee que el manual traiga ingresos económicos para la urbanización así como la disminución de desechos sólidos domiciliarios y consigo los impactos ambientales se reduzcan en un porcentaje para la provincia.

## **6.2. Alcance**

El presente manual establece los lineamientos para que las personas de las UMB realicen el buen manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos generando ingresos para cubrir gastos de jardinería y guardianía.

## **6.3. Objetivo del manual**

Implantar y Detallar los lineamientos necesarios para facilitar el buen manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la UMB.

## **6.4. Beneficios**

Entre los principales beneficios podemos señalar:

Al implantar normas y procedimientos en el manual se brinda mayor seguridad a los habitantes de la UMB, reducir problemas de enfermedades.

Resalta una buena imagen como Urbanización Privada y se sentirá un ambiente agradable entre los habitantes, convivir en paz, armonía y un ambiente sano reduciendo significativamente los desechos sólidos no reutilizables y generando ingresos con los residuos sólidos utilizables para costear servicios de guardianía y jardinería.

## **6.5. Información básica del manual**

### **6.5.1. Importancia**

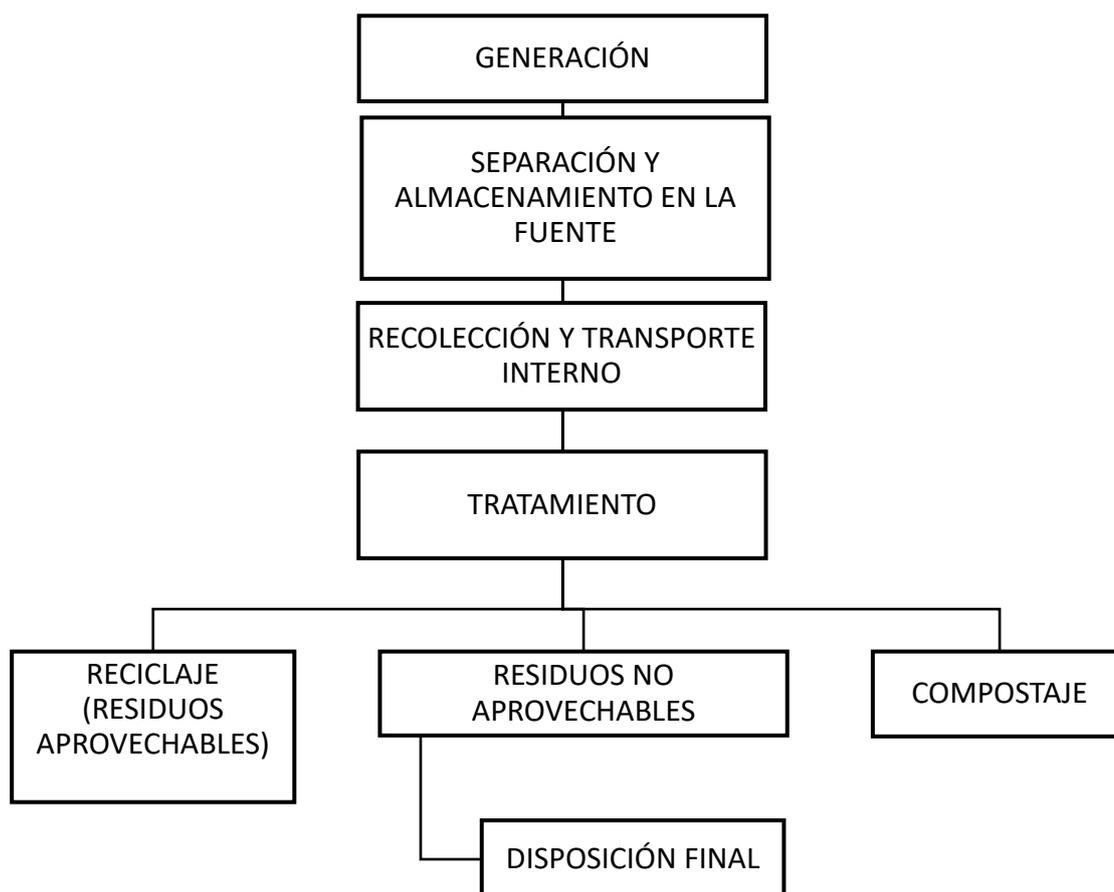
La importancia de manipular de forma adecuada los residuos sólidos y saber aprovecharlos, es un problema que involucra a toda la UMB.

La situación actual que se vive en la zona es de una recolección diaria con un 54% de las familias que si separan en diferentes categorías los residuos pero de qué sirve si el carro recolector mezcla todo nuevamente, por tal motivo se busca definir una metodología a través de este manual, el cual indique el proceso que se debe seguir y cuáles serían las alternativas para darle un buen uso a estos desechos aprovechables.

El presente manual entrega una metodología para el manejo adecuado y aprovechamiento de los desechos sólidos generados en la UMB, para lograr un aprovechamiento de los desechos y generar ingresos económicos.

## 6.6. Etapas para el manejo adecuado y aprovechamiento de los desechos sólidos

Para realizar el manejo adecuado y el aprovechamiento de los residuos se debe seguir un proceso que consta de las siguientes etapas: (Municipio de Envigado, 2011)



**Figura 20.** Esquema Etapas para el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos.

### 6.6.1. Generación de desechos sólidos

Los desechos que se van a utilizar son los generados por los habitantes de la UMB en promedio se generan 0,45 Toneladas por las 57 vivienda muestreadas es decir que los 257 lotes generaran 1,82 Toneladas diarias.

### 6.6.2. Separación y almacenamiento en la fuente

La separación se realizara en el origen es decir en cada casa esto nos permite a que sea más fácil y se pueda aprovechar de manera eficiente los desechos reciclables, además va a permitir una participación e interacción entre cada familia.

Los residuos orgánicos deben ser separados en su fuente de origen es decir en la cocina, el contenedor se lo puede colocar en el patio de la casa o a su vez se puede aprovechar utilizándolo como materia prima para un compost orgánico.

Los residuos inorgánicos se debe establecer lugares determinados para la separación se considerara los puntos estratégicos de la UMB como indica el anexo 6.

### **6.6.3. Recolección y transporte interno**

Se designara personal para que recoja todos los materiales reciclables de la UMB y los lleve al centro de acopio.

### **6.6.4. Tratamiento**

El tratamiento se lo realizara mediante dos opciones las cuales son el reciclaje y el compostaje.

### **6.6.5. Reciclaje**

#### **6.6.5.1. Contenedores y Señalética**

Los contenedores deben ser de material resistente para que tengan larga duración, deben mantenerse limpios, deben ser de fácil manipulación, movibles.

Estos deben cumplir las con los siguientes complementos técnicos:

- ✓ Para su fácil limpieza deben tener una superficie llana.
- ✓ Herméticos para evitar malos olores y la presencia de vectores causantes de enfermedades
- ✓ Tamaño adecuado para su fácil manejo y transporte
- ✓ Deben estar identificados con sus colores respectivos según la normativa actual vigente.

En la tabla 7 se muestra los códigos de colores que se utilizaran para la clasificación específica y almacenamiento temporal de los desechos sólidos.

**Tabla 7.** Colores de los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos (INEN, 2014)

TIPO DE RESIDUO		COLOR DE RECIPIENTE	DESCRIPCIÓN
Orgánico		Verde	Resto de comida, cáscaras de frutas, verduras, hojas, pasto
Desechos		Negro	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, envases con restos de comida.
Plástico/Envases multicapa		Azul	Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosos, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche limpias, recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
Vidrio/Metales		Blanco	Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas, frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, deben estar vacíos, limpios y secos.
Papeles/Cartón		Gris	Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, envases de cartón y papel, papel periódico, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.
Especiales		Anaranjado	Neumáticos, muebles, electrónicos

Para los desechos orgánicos como restos de vegetales, frutas, comida, jardinería se propone en realizar compost por tal motivo cada predio debe contar con una compostera, sería muy útil para contribuir a la disminución de los desechos generados por la UMB, estaría siendo una Urbanización sustentable, obteniendo beneficios de los desechos.

Para depositar los desechos inorgánicos se establecerán puntos estratégicos en la UMB como indica el anexo 6, el cual contara con los contenedores necesarios y diferenciados con el color correspondiente. El material reciclable obtenido se venderá a empresas recicladoras y se lo hará basándonos en el precio establecido por el Ministerio del Ambiente como indica en la tabla 8.

**Tabla 8.** Precios del mercado referenciales para materiales reciclables (MAE, 2014)

<b>PRECIOS DEL MERCADO REFERENCIALES PARA MATERIALES RECICLABLES</b>	
<b>TIPO DE MATERIAL</b>	<b>PRECIO PREFERENCIAL (USD/Kg)</b>
Cartón	\$ 0,11
PET	\$ 0,75
Plástico Limpio	\$ 0,17
Papel mixto	\$ 0,10
Papel blanco	\$ 0,18
Papel periódico	\$ 0,02
Chatarra electrónica	\$ 0,09
Chatarra electrónica	\$ 0,14
Aluminio	\$ 0,53
Vidrio	\$ 0,08

En la UMB se destinará un centro de acopio donde se podrá almacenar temporalmente los materiales reciclables después se los comercializara a nivel local a empresas recicladoras lo cual generara ingresos para la Urbanización, además con este propósito se reducirá el exceso de desechos sólidos destinados al relleno sanitario de la provincia.

Es la tabla 9 se muestra los valores semanales, mensuales, anuales en kg de los materiales aprovechables por lote.

**Tabla 9.** Ingreso por la venta de material reciclable anual de la UMB

Material	Generación Semanal(Kg)	Generación Mensual(Kg)	Generación Anual(Kg)	Valor del material en el mercado\$	\$ Ingreso Anual
Papel Blanco	4,82	19,28	231,36	0,18	41,6
Papel Mixto	42,36	169,44	2033,28	0,1	203,3
Cartón	37,2	148,8	1785,6	0,11	196,4
Plástico	62,91	251,64	3019,68	0,17	513,3
Botellas Pet	21,92	87,68	1052,16	0,75	789,1
Vidrio	37,62	150,48	1805,76	0,08	144,5
Chatarra	25,06	100,24	1202,88	0,14	168,4
Aluminio	4,162	16,648	199,776	0,53	105,9
<b>TOTAL</b>	<b>236,052</b>	<b>944,208</b>	<b>11330,496</b>	<b>2,06</b>	<b>2162,60</b>

Como indica la tabla 9 se obtendría un ingreso de \$2162,60 dólares de la venta de materiales reciclables al año, este valor resultado del cuarteo de los 57 predios de nuestra muestra durante una semana, es decir, 57 entre 4, por lo tanto los 2162,60 equivalen a 14 predios.

En la UMB existen 257 predios lo que nos da un total de \$ 39699,16 dólares al año de los cuales se pueden destinar para pagar guardianía, jardinería y operario de reciclaje.

En la siguiente tabla se describe el sueldo de cada empleado en este caso un jardinero, guardia y operario de reciclaje con beneficios y aportación al IESS.

**Tabla 10.** Descripción del salario de un empleado con beneficios y aportaciones

<b>MUTUALISTA BENALCAZAR</b>								
<b>PLANILLA DE PAGOS EMPLEADOS</b>								
CÓDIGO	NOMBRE	SUELDO BASE	DESCUENTOS		DÉCIMO TERCER SUELDO	DÉCIMO CUARTO SUELDO	TOTAL A PAGAR MENSUAL	TOTAL A PAGAR ANUAL
			ANTI CIPO	IESS 9,45%				
1	GUARDIA	\$ 500,00	\$ 0,00	\$ 47,25	\$ 41,67	\$ 31,25	\$ 525,67	6308,00
2	JARDINERO	\$ 400,00	\$ 0,00	\$ 37,80	\$ 33,33	\$ 31,25	\$ 426,78	5121,4
3	RECICLADOR	\$ 400,00	\$ 0,00	\$ 37,80	\$ 33,33	\$ 31,25	\$ 426,78	5121,4

**Tabla 11.** Presupuesto para la contratación de personal de trabajo

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Anual</b>
<b>Guardia</b>	2	525,67	12616,08
<b>Jardinero</b>	1	426,78	5121,36
<b>Reciclador</b>	1	426,78	5121,36
<b>TOTAL</b>	4	1379,23	22858,8

Como se observa en la tabla 11 el presupuesto para la contratación de guardias, jardinero y reciclador es de \$22858,8 dólares anuales es decir que mediante la aplicación de este manual para el aprovechamiento de los desechos sólidos se podrá costear sin ningún problema, el ingreso anual por la venta de materiales reciclables es de \$ 39699,16 dólares teniendo un saldo a favor anual de \$ 16840,36 dólares destinados para la compra de los contenedores, implementación de un centro de acopio y transporte interno del material reciclable.

#### **6.6.6. Compostaje**

Conocido también como abono orgánico se obtiene de la descomposición y mineralización de desechos como el estiércol, residuos de alimentos, hojas secas, etc. Los abonos orgánicos permiten la degradación de los nutrientes del suelo, haciendo que las plantas lo asimilen de la mejor manera. La degradación activa incrementa y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como el color, pH, absorción de luz y agua e incremento de microorganismos. (Pólit, 2014)

##### **6.6.6.1. Fases del compostaje**

El compostaje es un proceso biológico, que sucede en condiciones aeróbicas es decir en presencia de oxígeno, se puede obtener un material asimilable para las plantas siempre y cuando se realice el manejo adecuado de parámetros como son la temperatura y humedad.

Los actores principales para elaboración de compostaje son los microorganismos aerobios que a través de procesos metabólicos complejos producen su propia biomasa utilizando el carbono y nitrógeno presente en la compostera, además estos microorganismos generan calor y un sustrato sólido con carbono y

nitrógeno más estable y con mayor probabilidad de ser asimilable para la planta (FAO, 2013). El compostaje según la temperatura presenta diferentes fases las cuales son:

**6.6.6.1.1. Fase Mesófila.** Esta fase dura entre unos 2 a 6 días, la materia prima comienza el proceso de compostaje es decir su temperatura ambiente comienza a tener variación aumenta hasta los 45°C, esto es debido a la actividad microbiana, también se puede notar una disminución del pH entre 4,0 y 4,5 debido a la descomposición de azúcares.

**6.6.6.1.2. Fase Termófila o de Higienización.** Esta fase puede durar de días hasta meses depende de las condiciones climáticas, la materia prima entre otros factores, se denomina fase termófila porque la temperatura es mayor a los 60°C es decir que los microorganismos mesófilos son reemplazados por los termófilos (se desarrollan en ambientes con temperaturas extremas), estos degradan fuentes de carbono complejas, transforman el nitrógeno en amoníaco, el pH sube. En esta fase por el calor elevado elimina bacterias y contaminantes de naturaleza fecal como por ejemplo Escherichia Coli y Salmonella.

**6.6.6.1.3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Esta fase dura de 2 a 5 semanas, una vez terminadas las fuentes de carbono y nitrógeno en el material de compostaje comienza en descenso la temperatura hasta unos 40 a 45°C, es aquí donde los microorganismos mesófilos aparecen nuevamente y el pH desciende nuevamente.

**6.6.6.1.4. Fase de Maduración.** Es el periodo más extenso dura de 3 a 6 meses, este se encuentra ya a temperatura ambiente, se producen reacciones secundarias y se da la formación de ácidos húmicos.

#### **6.6.6.2. Monitoreo del compostaje**

Para llevar un adecuado monitoreo del compostaje se debe conocer los parámetros que pueden afectar el crecimiento adecuado del mismo como son el oxígeno, la humedad, pH, temperatura y relación Carbono-Nitrógeno.

El proceso de compostaje depende también de las condiciones ambientales en las que se lo realiza, materia prima utilizada, la metodología a seguir, según estos aspectos algunos parámetros se pueden modificar, debido a esto se debe dar un seguimiento continuo al compost para mantenerlo en un rango óptimo.

#### 6.6.6.2.1. Oxígeno

El compostaje es un proceso que se lo debe realizar en presencia de oxígeno (aerobio), para que los microorganismos puedan trabajar de una manera eficiente, además la aireación permite que el material no se compacte, si hay un exceso de oxígeno la temperatura desciende y hay pérdida de humedad por evaporación, lo que conlleva a la detención del proceso de descomposición por falta de agua, si hay poca aireación se produciría un exceso de humedad lo cual traería consigo malos olores y producción de CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S en exceso.

El rango adecuado para mantener una buena aireación en nuestro compost debe ser de 5% al 15%. Tabla 12.

**Tabla 12.** Técnica para controlar la falta y el exceso de oxígeno en el compost

% DE AIREACIÓN		PROBLEMA	SOLUCIÓN
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua la material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

### 6.6.6.2.2. Humedad

Una humedad óptima para que los microorganismos puedan realizar sus actividades con normalidad está en un rango de entre 45% al 60% Tabla13, si la humedad se encuentra bajo los estándares óptimos es decir en un 40% disminuye la actividad microbiana y no se cumplirán por completo todas las fases del proceso además el producto resultante será biológicamente inestable, si en caso la humedad es superior al 60% el material no se oxigenara correctamente.

**Tabla 13.** Técnica para controlar el exceso y la falta de humedad

% DE HUMEDAD		PROBLEMA	SOLUCIÓN
<45%	Humedad insuficiente	Puede detenerse el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua(restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

### 6.6.6.2.3. pH

El pH del compostaje varía dependiendo las diferentes fases por la que atraviesa el mismo, primeramente comienza con un pH bajo por la formación de ácidos orgánicos en la fase mesófila, después el pH aumenta se hace alcalino debido a la transformación del amonio en amoniaco por los microorganismos y finalmente el pH se estabiliza en un valor neutral, el pH optimo del compost varía entre 4,5 y 8,5 Tabla14.

**Tabla 14.** Técnica para controlar el pH óptimo en el compostaje

<b>pH</b>		<b>CAUSAS ASOCIADOS</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio	Adicionar material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

#### 6.6.6.2.4. Temperatura

La temperatura al igual que el pH varía dependiendo de las fases del proceso, inicialmente el compostaje inicia con temperatura ambiente y puede subir hasta los 65% para llegar a una temperatura ambiente al concluir el proceso. La temperatura ideal se encuentra entre los 35°C hasta los 70°C Tabla15.

**Tabla 15.** Técnica para mantener una temperatura estable en el compostaje

<b>TEMPERATURA °C</b>		<b>CAUSAS ASOCIADOS</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Bajas temperaturas(T. Ambiente <35°C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor % de humedad(restos de fruta y verduras)
	Material Insuficiente	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno	Los microorganismos no tienen el Nitrógeno suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.

Altas temperaturas (T. Ambiente >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, asociado a altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, pasto seco) para que ralentice el proceso.
--	------------------------------------	---	--

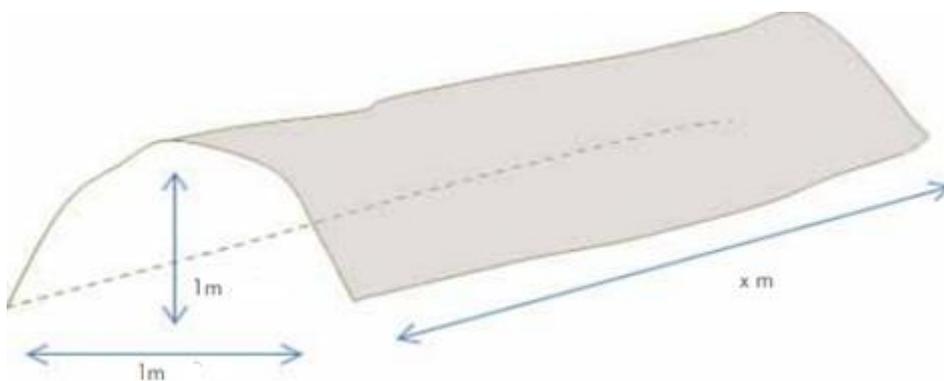
### 6.6.6.3. Diseño y tamaño de la compostera

Existen diversos sistemas de compostaje como por ejemplo cajas, composteras, pilas abiertas o cerradas como se observa en la figura 23.



**Figura 21.** Diseños de compostaje comunes

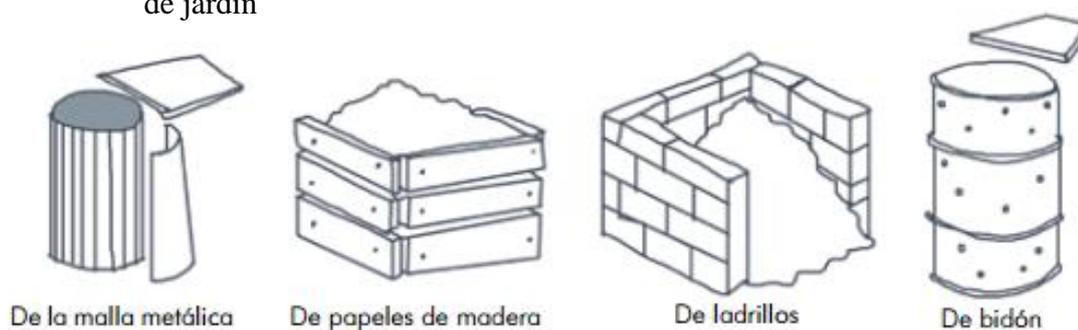
El diseño recomendable para pequeños espacios en este caso cada lote de la UMB se puede aplicar compostaje en pilas, normalmente se hace la pila de 1 metro de alto para facilitar las tareas de volteo y ancho entre 1 metro, la longitud de la pila dependerá del área disponible para la compostera. (FAO, 2013)



**Figura 22.** Dimensiones de una pila modelo para la UMB

#### 6.6.6.4. Procedimiento del compostaje

- ✓ Espacio físico para la realización del compostaje jardín de la vivienda
- ✓ Contar con los materiales indispensables como hojas secas, residuos verdes, restos de vegetales, comida, plástico, aserrín, herramientas de trabajo, etc.
- ✓ Se puede conseguir un recipiente Fig.25 u otra manera hacer una pila Fig.24 de 1 metro de alto y ancho 1 metro, la longitud puede variar dependiendo del espacio disponible, después colocar el plástico agregar los materiales orgánicos, agregar agua y tapar.
- ✓ Volver al lugar dentro de una semana y dar la vuelta con la ayuda de una pala.
- ✓ En aproximadamente 3 meses está listo para utilizarlo en sus plantas de jardín



**Figura 23.** Tipos de recipientes que se pueden utilizar como base de una compostera

**Tabla 16.** Parámetros ideales del compostaje (FAO, 2013)

PÁRAMETRO	RANGO IDEAL		
	2-5 DÍAS	2-5 SEMANAS	3-6 MESES
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Concentración de Oxígeno	10%	10%	10%
Tamaño de partícula	<25cm	<15cm	1,6 cm
Ph	6,5 - 8,0	6,0 - 8,5	6,5 - 8,5
Temperatura	45 - 60°C	45°C- Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250 - 400kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia Orgánica (Base Seca)	50% - 70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base Seca)	2,5 - 3%	1-2%	1%

#### 6.6.6.5. Aplicación del compost

Para la aplicación del compost en este caso hay dos maneras el semiduro es utilizado para plantas resistentes debido a su acidez no es utilizado para germinar semillas ni plantas delicadas, el compost maduro es el que se debe utilizar para jardinería y macetas usualmente se lo mezcla con tierra (20%) y otros materiales como cascarilla de arroz (50%), el compost en un 30% y se lo aplica.

#### 6.6.7. Residuos no aprovechables y disposición final

Para la recogida de los desechos no aprovechables como son los infecciosos tenemos destinado los contenedores de color negro y para los especiales los de color anaranjado, la recogida será como lo hace la empresa encargada de la gestión de los desechos Eco Ambiental todos los días y su disposición final será en el complejo ambiental ubicado en el km 32 de la vía a Quevedo, la cual cuenta con instalaciones adecuadas para el manejo de estos desechos.

## 6.7. Análisis presupuestario de la inversión

MEDIDA	PRESUPUESTO			
	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Instalación de contenedores en puntos estratégicos	Contenedores	30	100	3000
Rotulación de contenedores	Rótulo	30	10	300
Construcción del lugar de acopio material reciclables	Lugar Acopio	1	10000	10000
Transporte de Material reciclable	Vehículo	1	10000	10000
Mantenimiento de la camioneta	Operativo	1	2000	5000
Mantenimiento del lugar de acopio	Operativo	1	200	5000
Sueldo Operario de reciclaje \$400	Operativo	1	5121,4	5121,4
Sueldo de Guardianía anual \$500	Guardía	2	6308	12616
Sueldo de Jardinero anual \$400	Jardinero	1	5121,4	5121,4
<b>TOTAL</b>				<b>56158,8</b>

### 6.7.1. Evaluación presupuestaria de la propuesta

Años	Inversión	Ingresos	Costos	FNE
0	23300	0	0	-23300
1		29774,37	32858,8	-3084,43
2		39699,16	32858,8	6840,36
3		39699,16	32858,8	6840,36
4		39699,16	32858,8	6840,36
5		39699,16	32858,8	6840,36
6		39699,16	32858,8	6840,36
7		39699,16	32858,8	6840,36
8		39699,16	32858,8	6840,36
9		39699,16	32858,8	6840,36
10		39699,16	32858,8	6840,36
<b>TOTAL</b>		387066,81	328588	35178,81

<b>VAN</b>	\$ 7.909,23
<b>TIR</b>	17%
<b>B/C</b>	\$ 0,34

## 7. CONCLUSIONES

- Al momento de realizar la caracterización de los desechos sólidos de la UMB se consideraron los materiales aprovechables entre los cuales tenemos al orgánico que se produjo en un 66,98%, el papel y cartón en un 8,39%, el plástico incluido botellas pet un 8,49% y por último el vidrio con un 3,38%, mediante una adecuada gestión como la implementación de este manual se podría generar beneficios para la UMB.
- Mediante la investigación realizada se determinó que la generación per cápita de la UMB fue de 1,13 Kg/hab/día lo cual refleja que en la Urbanización hay un alto consumo de productos orgánicos como y productos de envases al ser un sector de clase social alta.
- Mediante la implementación de este manual para el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos generados en el sector se busca obtener beneficios tanto económicos como ambientales, realizando un balance anual de generación de desechos aprovechables se determinó que en la UMB puede generar ingresos mayores de \$ 39699,16 dólares anuales, invirtiendo en la implementación de este manual y utilizando el dinero para gastos de guardianía, jardinería y reciclador, se tendría un desembolso de \$ 56158,8 dólares al primer año lo cual es negativo para el proyecto, a partir del segundo año se recupera la inversión y se podrán notar los beneficios financieros.

## **8. RECOMENDACIONES**

- ✓ Los habitantes del sector deberían aplicar este manual, mediante los cálculos respectivos se comprobó que es un proyecto factible, el cual traerá beneficios tanto económicos como ambientales para los habitantes del sector y sus alrededores.
  
- ✓ Se debería aplicar este método en la UMB de compostaje que se puntualiza en el manual debido a que la producción de materia orgánica es del 66,98% se beneficiaría la UMB como la provincia, realizarían un buen manejo del compostaje para una producción limpia de frutas, vegetales etc. y se reduciría significativamente la generación de desechos en la Urbanización.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambientum. (2015). *Ambientum.com*. Obtenido de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos: [http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/consideracion\\_general\\_a\\_la\\_gestion.asp#](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/consideracion_general_a_la_gestion.asp#)

AME. (2012). Asociación de Municipalidades del Ecuador. *Taller de Caracterización de Residuos Sólidos*. Loja-Ecuador.

AME. (15 de Marzo de 2012). *Asociación de Municipalidades el Ecuador*. Obtenido de <http://ame.gob.ec/ame/index.php/component/search/?searchword=normativa%20desechos&searchphrase=all&Itemid=101>: <http://ame.gob.ec/ame/index.php/centro-documentacion>

Bertolino, R. (Septiembre de 2007). *Libro Soja*. Obtenido de Participación Ciudadana y Gestión Integral de Residuos: <http://www.unicef.org/argentina/spanish/CooclubesbajaWEB.pdf>

FAO. (2013). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

*Fundación Natura*. (2008). Obtenido de <http://www.ecuanex.net.ec/natura/recursos-natu.htm>

Gutiérrez, L. (2008). Densidad. En J. Poveda, *Química 10* (págs. 24-27). Bogotá: Delfín Ltda.

INEC. (2010). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santo\\_domingo.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santo_domingo.pdf)

INEN. (Marzo de 2014). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/2841.pdf>

López, L. F. (18 de Septiembre de 2009). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/captulo\\_2\\_caracterizacion\\_de\\_los\\_residuos\\_slidos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/captulo_2_caracterizacion_de_los_residuos_slidos.html)

MAE. (2010). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

MAE. (Septiembre de 2014). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/precios-de-mercado-referenciales-para-materiales-reciclables/>

MAE. (10 de 12 de 2014). *Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental*. Obtenido de Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición de desechos sólidos: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/55/LIBRO%20VI%20Anexo%206%20MAnejo%20desechos%20solido%20no%20peligrosos.pdf>

MAE. (10 de 12 de 2014). *Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental*. Obtenido de Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición de desechos sólidos: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/55/LIBRO%20VI%20Anexo%206%20MAnejo%20desechos%20solido%20no%20peligrosos.pdf>

*Municipio de Envigado*. (Julio de 2011). Obtenido de Alcaldía de Envigado: [http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)

*Net Quest*. (2014). Obtenido de <http://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito/>

Pérez, J. (2014). *Definición.De*. Obtenido de <http://definicion.de/residuo-solido/>

Pólit, J. (2014). Biología. En I. León, *Transformaciones de la materia y la energía* (págs. 140-147). Ecuador: Santillana S. A.

Rivera, J., Montiel, M., & Pérez, A. (Febrero de 2012). *Caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Teziutlán*. Obtenido de [http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterizacion\\_lunes\\_23\\_de\\_abril.pdf](http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterizacion_lunes_23_de_abril.pdf)

Rivera, J., Montiel, M., & Pérez, A. (Febrero de 2012). *Caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Teziutlán*. Obtenido de [http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterizacion\\_lunes\\_23\\_de\\_abril.pdf](http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/caracterizacion_lunes_23_de_abril.pdf)

UIEM. (2014). *ekosnegocios.com*. Obtenido de Coyuntura Económica. Perspectivas, 150. : <http://www.ekosnegocios.com/negocios/>

UNI. (2006). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA*. Obtenido de PRIMER TALLER DE MECANICA DE SUELOS: <http://www.lms.uni.edu.pe/Determinacion%20del%20contenido%20de%20Humedad.pdf>

# ANEXOS



Anexo I. Mapa de lotización de la Urbanización Mutualista Benalcazar



### CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS

#### Registro Diario de Peso

Fecha: 04/08/15

Día de Recolección N° 1

Código	Nombre	Zona	N° Miembros	Peso (Kg)
M-001	Mosquera	U. Mutualista Benalcazar	7	44,53
M-002	Zambrano	U. Mutualista Benalcazar	3	17,64
M-003	Padilla	U. Mutualista Benalcazar	3	25,16
M-004	Luzuriaga	U. Mutualista Benalcazar	4	36,20
M-005	Ordoñez	U. Mutualista Benalcazar	3	18,33
M-006	Gómez	U. Mutualista Benalcazar	7	39,38
M-007	Rosero	U. Mutualista Benalcazar	4	29,52
M-008	Intriago	U. Mutualista Benalcazar	5	65,60
M-009	López	U. Mutualista Benalcazar	6	22,00
M-010	Erazo	U. Mutualista Benalcazar	6	43,25
M-011	Núñez	U. Mutualista Benalcazar	4	27,70
M-012	Morales	U. Mutualista Benalcazar	10	104,61
M-013	Brito	U. Mutualista Benalcazar	5	35,88
M-014	Patiño	U. Mutualista Benalcazar	5	35,70
M-015	Landeta	U. Mutualista Benalcazar	6	45,29
M-016	Jaramillo	U. Mutualista Benalcazar	8	56,24
M-017	Tipán	U. Mutualista Benalcazar	5	25,10
M-018	Campaña	U. Mutualista Benalcazar	6	36,72
M-019	Vera	U. Mutualista Benalcazar	4	38,20
M-020	Vera	U. Mutualista Benalcazar	3	36,50
M-021	Sandoval	U. Mutualista Benalcazar	5	29,59
M-022	Andrade	U. Mutualista Benalcazar	5	40,88



M-023	Báez	U. Mutualista Benalcazar	8	44,66
M-024	Suarez	U. Mutualista Benalcazar	5	56,00
M-025	Cajas	U. Mutualista Benalcazar	3	51,90
M-026	Rosado	U. Mutualista Benalcazar	3	20,90
M-027	Delgado	U. Mutualista Benalcazar	3	23,49
M-028	Espinoza	U. Mutualista Benalcazar	5	54,96
M-029	Velásquez	U. Mutualista Benalcazar	7	43,52
M-030	Yépez	U. Mutualista Benalcazar	5	36,98
M-031	Alvarado	U. Mutualista Benalcazar	5	39,35
M-032	Velasco	U. Mutualista Benalcazar	5	41,55
M-033	Salinas	U. Mutualista Benalcazar	8	40,00
M-034	Páez	U. Mutualista Benalcazar	5	34,30
M-035	Román	U. Mutualista Benalcazar	9	49,80
M-036	Quiroz	U. Mutualista Benalcazar	4	30,59
M-037	Checa	U. Mutualista Benalcazar	4	48,57
M-038	Rivera	U. Mutualista Benalcazar	8	57,64
M-039	De la Cueva	U. Mutualista Benalcazar	2	31,32
M-040	Abad	U. Mutualista Benalcazar	7	85,70
M-041	Sevilla	U. Mutualista Benalcazar	5	40,29
M-042	Morales	U. Mutualista Benalcazar	9	45,28
M-043	Farias	U. Mutualista Benalcazar	3	25,22
M-044	Velarde	U. Mutualista Benalcazar	4	45,00
M-045	Segura	U. Mutualista Benalcazar	7	47,02



M-046	Achi	U. Mutualista Benalcazar	4	30,71
M-047	Estrella	U. Mutualista Benalcazar	8	63,18
M-048	Saldarriaga	U. Mutualista Benalcazar	4	29,90
M-049	Jácome	U. Mutualista Benalcazar	5	18,72
M-050	Moran	U. Mutualista Benalcazar	4	19,30
M-051	Muñoz	U. Mutualista Benalcazar	5	33,11
M-052	Cárdenas	U. Mutualista Benalcazar	5	33,70
M-053	Alcívar	U. Mutualista Benalcazar	3	14,93
M-054	Benítez	U. Mutualista Benalcazar	6	49,74
M-055	Sánchez	U. Mutualista Benalcazar	6	43,20
M-056	Ontaneda	U. Mutualista Benalcazar	6	81,84
M-057	Correa	U. Mutualista Benalcazar	12	66,50

*Anexo 2. Registro de pesos diarios*



### CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Fecha: 05/08/15

Día de Recolección N° 2

TIPO DE RESIDUO	PESO (kg)	PORCENTAJE %
Orgánico	60	80,28
Papel Sucio	1,8	2,41
Papel Limpio	0	0
Botellas pet	0,4	0,54
Cartón	3	4,01
Plástico frágil	1,9	2,54
Plástico rígido	2,6	3,48
Chatarra	0	0
Metal	0,17	0,23
Vidrio	1	1,34
Pilas	0	0
Madera	0	0
Textiles	0,1	0,13
Latas	0,3	0,4
Pañales	0,8	1,07
Zapatos	0	0
Espuma Flex	0,1	0,13
Aluminio	0,01	0,01
Caucho	0	0
Tetrapax	0,4	0,54
Cerámica	0,057	0,08
Sanitarios	2,1	2,81
<b>TOTAL</b>	<b>74,737</b>	<b>100</b>

*Anexo 3. Registro de Subproductos provenientes de la caracterización*



**PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS**

El acelerado crecimiento urbano de nuestro país ha abierto una brecha entre la posibilidad de una adecuada atención de limpieza pública y la creciente demanda pública de dicho servicio. Debido a ello es que surge la preocupación de autoridades e instituciones especializadas en la búsqueda de alternativas concretas para la solución del problema.

La generación y caracterización de los residuos sólidos municipales, son parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, por ello se debe poner especial atención a este parámetro desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico.

**RESUMEN DE ACTIVIDADES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

1. Acciones Primarias
2. Cálculo de número de muestra 
$$n = \frac{Z^2 \cdot s^2 \cdot N \cdot c^2}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot s^2 \cdot c^2}$$
3. Selección de la Muestra
4. Logística
5. Trazo de Ruta
6. Capacitación
7. Registro de Viviendas   
Número de viviendas, Dirección, Cantidad de habitantes
8. Entrega y Recolección de Bolsas
9. Recolección y Recolección de la Muestra
- 10, 11 y 12. Determinación GPC, Densidad y Composición

Su participación es muy importante para el desarrollo del manejo de residuos sólidos de la ciudad. GRACIAS!



**PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS**

El acelerado crecimiento urbano de nuestro país ha abierto una brecha entre la posibilidad de una adecuada atención de limpieza pública y la creciente demanda pública de dicho servicio. Debido a ello es que surge la preocupación de autoridades e instituciones especializadas en la búsqueda de alternativas concretas para la solución del problema.

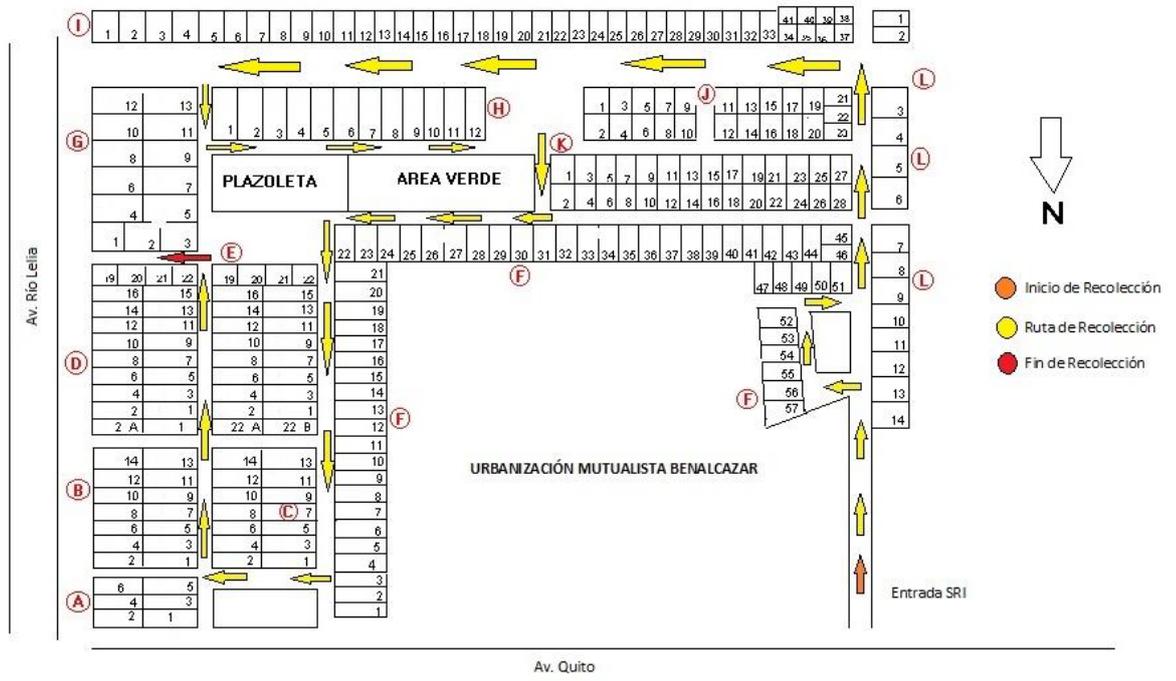
La generación y caracterización de los residuos sólidos municipales, son parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, por ello se debe poner especial atención a este parámetro desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico.

**RESUMEN DE ACTIVIDADES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

1. Acciones Primarias
2. Cálculo de número de muestra 
$$n = \frac{Z^2 \cdot s^2 \cdot N \cdot c^2}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot s^2 \cdot c^2}$$
3. Selección de la Muestra
4. Logística
5. Trazo de Ruta
6. Capacitación
7. Registro de Viviendas   
Número de viviendas, Dirección, Cantidad de habitantes
8. Entrega y Recolección de Bolsas
9. Recolección y Recolección de la Muestra
- 10, 11 y 12. Determinación GPC, Densidad y Composición

Su participación es muy importante para el desarrollo del manejo de residuos sólidos de la ciudad. GRACIAS!

Anexo 4. Afiche informativo sobre el proyecto de caracterización



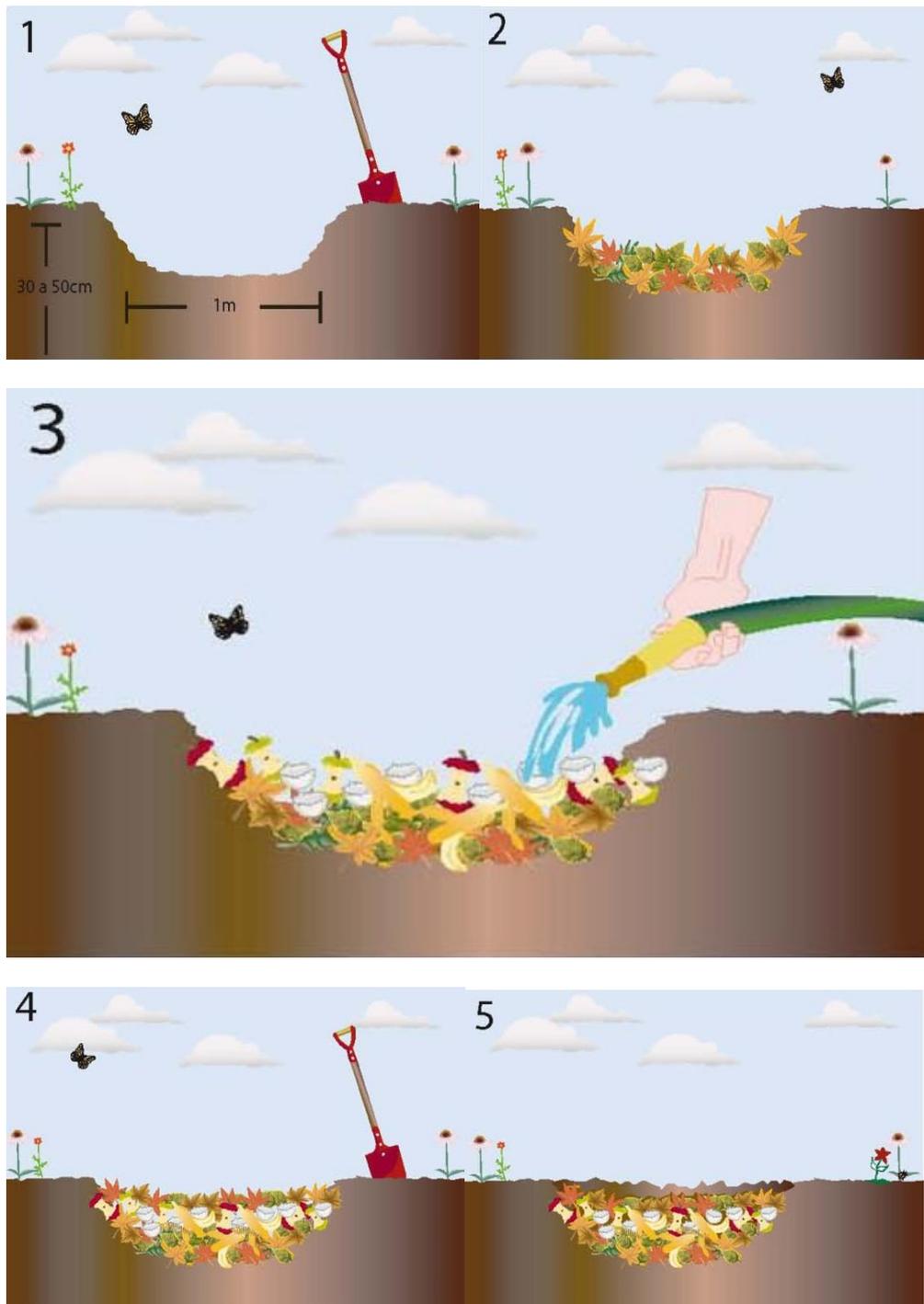
Anexo 5. Ruta de Recolección



Anexo 6. Ubicación de contenedores en puntos estratégicos



*Anexo 7. Diseño de contenedores para implementar en la UMB*



*Anexo 8. Proceso para obtener el abono orgánico*