

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE  
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**



**“Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos y Peri-urbanos (PIGARS) para el Municipio de Ticuantepe, Departamento de Managua, 2017 – 2024”**

**Tesis para obtener el Título de Ingenieros en Calidad Ambiental**

**Autores:**

Ofelia Virginia Sequeira Obando

José Rubén Medina López

**Tutor:**

MSc. Mauricio Lacayo Escobar

**Managua, Nicaragua**

**Noviembre 2017**

## DEDICATORIAS

Le agradezco a Dios Todopoderoso por permitirme llegar hasta aquí en la culminación de mi carrera, por darme la vida, el amor y por todas las bendiciones, igualmente por ayudándonos en nuestro estudio, en abrir los caminos, iluminarlos y guiarme, para terminar mis estudios con éxito y satisfacción.

A mis Padres, **Carolina Obando y Roberto Sequeira**, por su amor y ser padres ejemplares por guiarme en el camino de los valores, para ser una joven de bien, de no rendirme en la lucha, prevalecer con la verdad, actuar con la responsabilidad y velar por los demás.

A mi mamita y Tía, **María Inés Silva y Alma Rosa Obando**, que han sido como una madre, por su amor y apoyo incondicional desde que nací.

A mis hermanos, **Lester Sequeira y Yessenia Ramírez**, por su amor y protección, por supuesto por brindarme su apoyo y ser mejor cada día.

A mis tíos y tías, especialmente, **Allan Obando**, que ha sido como un segundo padre, que ha velado por mí y mis hermanos para poder ser hombres y mujeres de bien. A mis primos y primas, toda mi familia, que estuvieron ahí aconsejándome y estar ahí cuando los necesitaba. Mi familia son mi fortaleza e inspiración para luchar en la vida, no tengo palabras para expresar mi amor y agradecimientos así ustedes.

A todos mis amigos y amigas incondicionales, por su confianza y afecto, que han estado para mí, que hemos compartido recuerdos y momentos inolvidables de la infancia, secundaria y por supuesto universidad.

**OFELIA VIRGINIA SEQUEIRA OBANDO**

## **A Dios**

Por haberme y darme siempre la fortaleza paciencia en este capítulo de mi camino, lleno de restos que ÉL sabía y que sabe que puedo completar con fe y trabajo duro. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. De igual manera el estar infinitamente agradecido por permitir haber desarrollado nuestra investigación en un sitio donde en todo momento se nos abrieron las puertas para trabajar, con personas muy humildes y con un gran interés de hacer de esta tesis la más completa posible.

## **A mi padre José Enrique Medina**

Por confiar permanentemente en mis capacidades, por transmitirme confianza y tranquilidad en los momentos más difíciles y siempre depositar su fe en cada una de mis decisiones.

## **A mi madre Alba Rosa López**

Por ser la mujer más humilde, bondadosa, respetuosa y valiente de este mundo, las batallas que diariamente tiene que enfrentar con su salud y la manera en las que las afronta es el más puro ejemplo de que las situaciones más complejas tienen solución, que tienen una manera de resolverse y que con fe se pueden ir superando.

## **A mi hermano Félix Enrique Medina**

Por darme siempre su apoyo y sus muy acertados consejos en cómo mantener mi actitud en la universidad y en mi educación, siempre motivándome a seguir creciendo como persona y como profesional, por ser un hermano y un padrino con un corazón gigante que quiere vernos siempre en alto, trabajando juntos y siendo muy unidos.

## **A mi prima Eda Cecilia Medina y a mi Tía María Teresa Medina**

Por siempre buscar la forma de apoyarme en facilitarme herramientas para mi formación, por compartirme sus experiencias, por su intenso interés de motivarme a buscar siempre el éxito y lo mejor con una actitud proactiva y positiva.

## **A mi abuelita Socorro y a mi Tía María Eufemia Oporta**

Por estar atentas en la distancia de mí, por siempre mandarme su apoyo, sus oraciones y su grandísimo amor a mí y mi familia.

## **A mis amigos y mi novia**

A mi novia Mayte Molina por siempre querer lo mejor para mí, por acompañarme en este capítulo de mi vida que conllevan una gran cantidad de decisiones, mismas que he podido ir realizando gracias a su incondicional apoyo y cariño. A mis amigos con los que he vivido situaciones difíciles, de sonrisas, de tristezas, de compañerismo pero sobre todo de respeto y afecto mutuo del más sincero.

**JOSÉ RUBÉN MEDINA LÓPEZ**

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro tutor **MSc. Mauricio Lacayo** por aceptarnos y darnos su apoyo y orientación para la elaboración de dicho estudio, con gran disposición a atendernos en todo momento.

A la Alcaldía Municipal de Ticuantepe que nos abrió sus puertas, principalmente a la Alcaldesa, **Dra. Ligia Ramírez** y la Gerente General, **Ana Isabel Morales**, por su interés para la realización de nuestro estudio. Así mismo, al Director de Servicios Municipales, y secretaria, **Sr. Yasser Talavera y Sra. Davidnia Flores** por su colaboración y participación.

A la cuadrilla de servicio de recolección, que nos acompañó durante el levantamiento de información en el sitio, especialmente al **Sr. Esterling José Calderón**. Así como a todo el personal del departamento de Servicios Municipales, que colaboraron directa o indirectamente en la realización de presente estudio.

Agradecer a **MSc. Arq. Romer Altamirano** por su asesoría metodológica, y revisión del presente estudio.

A las familias que estuvieron a la orden durante el proceso de muestreo, recibiéndonos con su amabilidad y cordialidad en sus hogares. Igualmente, a todas a las personas que portaron un granito de arena para la realización de nuestro estudio.

A nuestros amigos y amigas incondicionales, que estuvieron cinco años con nosotros, con su amistad, afecto y confianza, para animarnos y apoyarnos mutuamente para culminar nuestra carrera juntos, a ellos, **Josué castillo, María José Soriano, Norman Lacayo, Dyllan Carrasco, Eliacim Guillén, Joseph Ramos, Liesel Mora, Virginia Orozco, Tamara Soza, Luis Yeskas** y en particular a nuestra amiga **Sarahí Regina** quien apoyó increíblemente en el muestreo de nuestra investigación y que sin su apoyo y ánimos, el trabajo hubiese sido un poco más difícil de concretar en el tiempo que lo desarrollamos.

Finalmente, a la **Universidad Centroamericana (UCA)**, nuestra alma mater, por su recibimiento y aprendizaje de forma profesional, moral y social, que recibimos de parte de todos nuestros catedráticos, durante esos largos cinco años de esfuerzos y dedicación.

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**ANA:** Autoridad Nacional del Agua

**ADAN:** Asociación para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza, Venezuela

**AECID:** Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Nicaragua

**ALMA:** Alcaldía de Managua

**AMUNIC:** Asociación de Municipios de Nicaragua

**AMUSCLAM:** Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III de la Cuenca Sur del Lago de Managua

**CEMPRE:** Compromiso Empresarial para el Reciclaje, Uruguay

**CEPIS:** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

**C/N:** Relación Carbono/Nitrógeno

**CONA:** Consejo Nacional del Ambiente, Perú

**DGCA:** Dirección General de Calidad Ambiental

**ENACAL:** Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

**FDC:** Fundación Desarrollo y Ciudadanía

**GIZ:** Corporación Alemana para la Cooperación Internacional

**Hab:** Habitante (s)

**INETER:** Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

**INIFOM:** Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal

**IPT S.A.:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A. de Brasil

**Kg:** Kilogramo|(s)

**Kg/m<sup>3</sup>:** Kilogramos por metro cúbico

**Kg/hab/día:** Kilogramos por habitante por día

**Km:** Kilómetro(s)

**Km<sup>2</sup>:** Kilómetros cuadrados

**Km/h:** Kilómetros por hora

**m:** Metro(s)

**m<sup>2</sup>:** Metros cuadrados

**m<sup>3</sup>:** Metros cúbicos

**LARE:** Laboratorio de Análisis de Residuos

**MARENA:** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

**MINED:** Ministerio de Educación

**MINSA:** Ministerio de Salud

**Min/día:** Minutos por día

**NTON:** Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

**ONG:** Organismo No Gubernamental

**ONUFI:** Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

**PAM:** Plan Ambiental Municipal

**PGRSU:** Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

**PHCA:** Proyecto Hidrometeorológico de Centro América

**PIGARS:** Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos

**PN:** Policía Nacional

**PPC:** Producción per cápita

**PT:** Producción Total

**RSU:** Residuos Sólidos Urbanos

**SECO:** Secretaría de Estado para la Economía

**SEDESOL:** Secretaría de Desarrollo Social

**SE-SINAPRED:** Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de  
Desastres

**Tn:** Tonelada(s)

**Tn/año:** Toneladas al año

**Tn/día:** Toneladas al día

**UGA:** Unidad de Gestión Ambiental

**UNI:** Universidad Nacional de Ingeniería

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
2.1 Objetivo General .....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
3.1 Residuos Sólidos .....	3
3.2 Composición de los Residuos Sólidos .....	4
3.3 Clasificación de Residuos Sólidos .....	5
3.3.1 Clasificación por los potenciales efectos derivados del manejo .....	7
3.4 Características de los Residuos Sólidos Urbanos .....	8
3.5 Producción de los Residuos Sólidos.....	8
3.6 Manejo Integral de los Residuos Sólidos .....	9
3.6.1 Generación o producción.....	9
3.6.2 Almacenamiento .....	9
3.6.3 Recolección .....	10
3.6.4 Barrido .....	14
3.6.5 Traslado.....	16
3.6.6 Disposición final.....	18
3.6.7 Métodos de disposición final.....	19
3.6.8 Tratamiento .....	23
3.6.9 Lixiviados .....	25
3.7 Gestión Administrativa .....	26
3.7.1 Modalidad de gestión del servicio.....	26
3.7.2 Gestión de ingresos por tasas .....	26
3.7.3 Gestión de egresos.....	27
3.7.4 Gestión de cobranza.....	28
3.8 Aspectos Jurídicos Legales .....	33
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>46</b>

4.1 Ubicación del Área de Estudio .....	46
4.1.1 Límites .....	46
4.1.2 Morfología.....	46
4.1.3 Clima .....	49
4.1.4 Suelo .....	49
4.1.5 Hidrología .....	50
4.1.6 Fauna .....	50
4.1.7 Flora .....	51
4.2 Tipo de Investigación .....	51
4.3 Universo y Muestra .....	51
4.3.1 Universo .....	51
4.3.2 Muestra.....	51
4.3.3 Proceso de selección de muestra.....	51
4.4 Variables e Indicadores de Estudio.....	52
4.5 Técnicas de Recopilación de Información .....	54
4.5.1 Observación in situ .....	54
4.5.2 Entrevistas.....	54
4.5.3 Encuesta a población .....	54
4.5.4 Método de cuarteo.....	54
4.5.5 Matriz de registro de masa y volumen .....	54
4.6 Metodología PIGARS.....	55
4.7 Justificación Técnica y Práctica de la Metodología Seleccionada .....	55
4.8 Descripción del Proceso Metodológico .....	55
4.8.1 Planificación y organización local para el desarrollo del PIGARS ....	57
4.8.2 Diagnóstico y definición del problema .....	57
4.8.3 Caracterización de los residuos sólidos.....	57
4.8.4 Estimación de la producción per cápita (Kg/ha/día).....	59
4.8.5 Determinación de volumen .....	60
4.8.6 Determinación de densidad o peso específico (Kg/m <sup>3</sup> ) .....	62
4.8.7 Determinación de la composición física.....	63
4.8.8 Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos urbanos .....	65

4.9 Establecimiento de los Objetivos y Alcances del PIGARS.....	66
4.10 Identificación y Evaluación de las Alternativas.....	66
4.11 Preparación de la Estrategia.....	66
4.12 Formulación del Plan de Acción.....	67
<b>V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
5.1 Características de los Residuos Sólidos.....	70
5.2 Producción de Residuos Sólidos.....	70
5.3 Producción Per-Cápita (PPC).....	70
5.4 Producción Total.....	73
5.5 Estimación de Producción de Residuos Sólidos a 20 años.....	80
5.6 Composición Física de los Residuos Sólidos.....	82
5.7 Densidad de los Residuos Sólidos.....	88
5.8 Evaluación del Manejo Actual de los Residuos Sólidos.....	89
5.8.1 Aspectos operativos.....	90
5.9 Aspectos administrativos; gerenciales y financieros.....	124
5.9.1 Aspectos gerenciales y administrativos.....	124
5.9.2 Aspectos financieros.....	126
5.9.3 Opinión de la población.....	130
5.10 Análisis FODA.....	139
5.10.1 Resultados de matriz FODA.....	145
5.11 Plan de Acción a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.....	148
5.11.1 Presentación.....	148
5.11.2 Objetivos.....	149
5.11.3 Alcance.....	150
5.11.4 Visión del PIGARS.....	150
5.11.5 Lineamientos estratégicos.....	150
5.11.6 Período de planificación.....	157
5.11.7 Actores sociales involucrados en la gestión de los residuos.....	157
5.11.8 Áreas temáticas.....	159
5.12 Plan de acción PIGARS.....	160
5.12.1 Estrategia de implementación.....	179

5.12.2 Evaluación; control y seguimiento del plan de acción.....	180
5.12.3 Actualización periódica del plan de acción .....	180
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>183</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>186</b>
<b>VIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>190</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>194</b>
Anexo 01: Glosario .....	194
Anexo 02: Formatos de Controles de Rutas de Colección .....	197
Anexo 03: Formato de Ficha de Supervisión .....	201
Anexo 04: Formatos de Fichas de Rutas Recolección .....	203
Anexo 05: Formatos de Registros durante el Muestreo de los Residuos Domiciliarios .....	206
Anexo 06: Guía de Entrevista .....	210
Anexo 07: Guía de Encuesta .....	212
Anexo 08: Metodología para el Análisis de los Residuos Sólidos .....	214

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Variables, Indicadores, Técnicas e Instrumentos en estudio .....	53
<b>Tabla 2</b> Diseño del Plan de Acción .....	67
<b>Tabla 3</b> Producción Per Cápita (PPC) por estratos socioeconómicos .....	71
<b>Tabla 4</b> Valores de PPC para diferentes municipios del país .....	73
<b>Tabla 5</b> Generación de residuos sólidos por unidades de salud.....	75
<b>Tabla 6</b> Producción total de residuos sólidos en el Municipio de Ticuantepe .....	79
<b>Tabla 7</b> Proyección de la generación de residuos sólidos para 20 años .....	81
<b>Tabla 8</b> Composición física de los residuos sólidos.....	82
<b>Tabla 9</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°14 .....	85
<b>Tabla 10</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°13 .....	87
<b>Tabla 11</b> Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas de Nicaragua	88
<b>Tabla 12</b> Densidad de los residuos sólidos para el Municipio de Ticuantepe, 2017 .	89
<b>Tabla 13</b> Valores de densidad en diferentes municipios del país .....	89
<b>Tabla 14</b> Calles establecidas para limpieza pública .....	93
<b>Tabla 15</b> Canaletas asignadas para su limpieza .....	94
<b>Tabla 16</b> Cauces asignadas para su limpieza .....	94
<b>Tabla 17</b> Flota vehicular destinada para recolección del Municipio de Ticuantepe ..	95
<b>Tabla 18</b> Tiempos que toman las rutas de recolección.....	100
<b>Tabla 19</b> Distancias que toman las rutas de recolección .....	101
<b>Tabla 20</b> Costo de venta del material recuperado .....	109
<b>Tabla 21</b> Tarifas por el servicio de recolección de residuos sólidos .....	127
<b>Tabla 22</b> Ingresos de la Alcaldía Municipal.....	128

<b>Tabla 23</b> Egresos de la Alcaldía Municipal .....	129
<b>Tabla 24</b> Porcentaje de Recuperación de costos de servicios de recolección .....	129
<b>Tabla 25</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°7 .....	131
<b>Tabla 26</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°10 .....	133
<b>Tabla 27</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°10 .....	134
<b>Tabla 28</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°11 .....	135
<b>Tabla 29</b> Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°9 .....	137
<b>Tabla 30</b> Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas .....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Composición física de los residuos sólidos en Nicaragua.....	5
<b>Figura 2</b>	Clasificación de los residuos sólidos urbanos .....	7
<b>Figura 3</b>	Recolección de basura en la ciudad de Managua.....	10
<b>Figura 4</b>	Zonificación para delimitar los sectores en la ciudad .....	13
<b>Figura 5</b>	Sectores de un relleno sanitario .....	20
<b>Figura 6</b>	Relleno Sanitario .....	22
<b>Figura 7</b>	Límites territoriales del Municipio de Ticuantepe .....	47
<b>Figura 8</b>	Mapa de Macro localización Nacional .....	48
<b>Figura 9</b>	Mapa de Micro localización Nacional .....	48
<b>Figura 10</b>	Metodología PIGARS .....	56
<b>Figura 11</b>	Escalas volumétricas predeterminadas de un barril de 55 gls .....	61
<b>Figura 12</b>	Diagrama de Método de Cuarteo .....	63
<b>Figura 13</b>	Mapa de las viviendas muestreadas en el Municipio de Ticuantepe.....	69
<b>Figura 14</b>	Mercado Municipal de Ticuantepe.....	74
<b>Figura 15</b>	Ubicación del Supermercado Maxi Palí.....	77
<b>Figura 16</b>	Residuos sólidos almacenados en bodega construida por el Supermercado.....	78
<b>Figura 17</b>	Operarios retirando residuos sólidos del Supermercado Maxi Palí .....	78
<b>Figura 18</b>	Recorrido del Municipio de Ticuantepe al Vertedero de Nindirí .....	104
<b>Figura 19</b>	Distancia entre el centro de acopio y el vertedero.....	110
<b>Figura 20</b>	Delimitación de cuenca .....	116
<b>Figura 21</b>	Mapa de Subcuenca Hidrogeológicas.....	117
<b>Figura 22</b>	Unidades hidrográficas de la cuenca Rio San Juan de Nicaragua.....	118
<b>Figura 23</b>	Zonas de Recarga Natural .....	119
<b>Figura 24</b>	Amenaza volcánica .....	120
<b>Figura 25</b>	Organización de las competencias de la Dirección de Servicios Municipales 2017 .....	125

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1</b>	Entrega de las bolsas con su codificación asignada.....	59
<b>Fotografía 2</b>	Etapas de pesaje de las bolsas con residuos sólidos.....	60
<b>Fotografía 3</b>	Barril para la determinación del volumen.....	62
<b>Fotografía 4</b>	Método de Cuarteo aplicado.....	64
<b>Fotografía 5</b>	Material y espacio utilizado.....	64
<b>Fotografía 6</b>	Componentes individuales encontrados durante el muestreo .....	84
<b>Fotografía 7</b>	Centro de acopio en el Municipio de Nindirí .....	91
<b>Fotografía 8</b>	Camión recolector MITSUBISHI FUSO CANTER Año 2012 .....	96
<b>Fotografía 9</b>	Vertedero Municipal de Nindirí.....	105
<b>Fotografía 10</b>	Mal manejo de los residuos sólidos .....	106
<b>Fotografía 11</b>	Disposición final de hilazas.....	106
<b>Fotografía 12</b>	Disposición final de neumáticos.....	107
<b>Fotografía 13</b>	Tractor de oruga para soterramiento .....	108
<b>Fotografía 14</b>	Personas que se dedican a la recuperación de residuos sólidos ...	108
<b>Fotografía 15</b>	Asentamientos espontáneos en el vertedero municipal de Nindirí ..	109
<b>Fotografía 16</b>	Camino que conecta el vertedero con los cultivos de maní .....	111
<b>Fotografía 17</b>	La basura supera la altura del talud natural que conecta con los cultivos de maní .....	111
<b>Fotografía 18</b>	Cultivos cercano que interceptan con el vertedero .....	111
<b>Fotografía 19</b>	Operario de recolección sin el equipo de protección completo.....	114
<b>Fotografía 20</b>	Operarios de recolección en contacto directo con los residuos y sin la protección correcta.....	114

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Producción Per-Cápita (PPC) para el Municipio de Ticuantepe, 2017 .....	71
<b>Gráfico 2</b> Producción Per-Cápita por estratos socioeconómicos en el municipio.....	72
<b>Gráfico 3</b> Producción total de residuos sólidos del Municipio de Ticuantepe .....	79
<b>Gráfico 4</b> Distribución porcentual de la composición física de los residuos sólidos .	83
<b>Gráfico 5</b> Cantidad de personas que generan residuos orgánicos e inorgánicos ....	86
<b>Gráfico 6</b> Frecuencia de personas de que han reciclado y de las que no reciclan...	87
<b>Gráfico 7</b> Porcentajes de personas que conocen y las que no conocen un programa municipal del manejo de los residuos sólidos .....	132
<b>Gráfico 8</b> Porcentaje de personas que clasifican el servicio de recolección .....	133
<b>Gráfico 9</b> Porcentaje de personas que conocen la frecuencia pasa el camión recolector .....	135
<b>Gráfico 10</b> Frecuencia de las personas que tiene conocimientos sobre las enfermedades relacionadas al mal manejo de los residuos sólidos.....	137
<b>Gráfico 11</b> Porcentaje de personas que conocen la disposición final de los residuos sólidos del Municipio de Ticuantepe .....	138

## RESUMEN

El manejo de los residuos es un condicionante permanente en el país pero particularmente en los municipios debido a su constante crecimiento poblacional, el desarrollo periurbano comercial progresivo y la limitante de constituir un relleno sanitario que sea operativo u eficiente, por tales circunstancias se formuló un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos y Periurbanos (PIGARS) del municipio de Ticuantepe, tomando en cuenta la situación socio económica del municipio y la opinión de los responsables de prestar el servicio de recolección como los usuarios directamente involucrados en la dinámica del sistema.

Para el desarrollo de este plan se realizó un muestreo aleatorio en los sectores que comprenden el municipio tanto geográfica como económicamente distintos para obtener el mayor índice de confianza en los resultados. Algunos de los resultados identificados del estudio obtuvimos una producción Per – cápita de 0,43 Kg al día (Kg/hab/día), así mismo una producción total de 19,80 Toneladas. Existe una debilidad en cuanto a la determinación de las tarifas que se establecieron para cada sector domiciliar y comercial ya que no tienen una base técnica o financiera que permita justificar el costo real a aplicar, sumado el acondicionar equipos de recolección que permitan dar cobertura en zonas en las que el acceso es muy comprometido.

*Palabras clave: Residuos Sólidos, Plan de Acción, Gestión Integral*

## **ABSTRACT**

The management of waste is a permanent condition in the country but particularly in the municipalities due to its constant population growth, the progressive commercial peri-urban development and the limitation of constituting a sanitary landfill that is operational and efficient, for these reasons a Plan was formulated of Integral Management of Solid Urban and Peri-urban Wastes (PIGARS) of the municipality of Ticuantepe, taking into account the socio-economic situation of the municipality and the opinion of those responsible for providing the collection service as the users directly involved in the dynamics of the system.

For the development of this plan, a random sampling was carried out in the sectors that comprise the municipality, both geographically and economically, in order to obtain the highest confidence index in the results. Some of the identified results of the study obtained a Per - capita production of kg / inhab / day, as well as a total production of Tons. There is a weakness in the determination of the rates established for each residential and commercial sector since they do not have a technical or financial basis to justify the real cost to apply, adding the preparation of collection equipment that allows coverage in areas in which access is very compromised.

*Key Words : Solid Waste, Action Plan, integral management*

## I.INTRODUCCION

En Nicaragua y en las municipalidades en particular, la gestión y el manejo de los residuos sólidos es una variable que diagnostica como se deben establecer los lineamientos estratégicos para actuar en pro del desarrollo del sistema de limpieza pública. Esto en conjunto confirman una serie de indicadores que se suman a este análisis, elementos que van desde la salud y la calidad de vida en general de los pobladores.

El municipio de Ticuantepe ha venido presentando una serie de debilidades en el manejo de los residuos sólidos, esto ha influido de manera directa en la calidad del medio ambiente del municipio. Es por eso que el objetivo de la investigación se planteó de la siguiente manera: *Diseñar un plan para la integral gestión ambiental de los residuos sólidos para el casco urbano y peri-urbano del municipio de Ticuantepe;* con el propósito de contribuir al proceso de mejora en la calidad de prestación del servicio y por consiguiente, las condiciones higiénico-sanitarias de la población.

El municipio de Ticuantepe igualmente presenta debilidades en el manejo de residuos sólidos en sus diferentes fases, como resultado de la conjugación de una serie de factores de tipo institucional, ambiental, social, cultural y económico. Corresponden a una escasa planificación gerencial, financiera y jurídica; tarifas de cobro no ajustadas a los costos reales del servicio y a las condiciones socioeconómicas de la población; que surgen de una cultura de no pago arraigada en la población y de no cobro de multas por parte de la municipalidad en cuanto a delitos ambientales; así como también, una mínima planificación, organización, estandarización de las rutas de recolección, al igual que la operación, mantenimiento, control, seguimiento y monitoreo del sitio de disposición final de residuos. Lo anterior expuesto, fue la base para elaborar el respectivo Plan Integral de Gestión Ambiental de los residuos sólidos para el casco urbano y peri-urbano del municipio de Ticuantepe PIGARS, y así cumplir de manera efectiva, con los objetivos propuestos.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Proponer un Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos de la zona urbana y peri urbana en el Municipio de Ticuantepe, Departamento de Managua.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar los residuos sólidos generados en la zona urbana y peri urbana del Municipio de Ticuantepe, por medio del Método de Cuarteo, estableciendo su composición física y estimación de volúmenes de producción de los mismos.
2. Evaluar el sistema de manejo de los residuos sólidos del municipio en sus diferentes etapas.
3. Sugerir estrategias y alternativas que contribuyan al mejoramiento sobre disposición final y gestión de los residuos sólidos a corto y mediano plazo.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En este apartado se hará mención de los elementos teóricos que se necesitan reconocer para el desarrollo de la investigación y la base conceptual que soporta el comprender los apartados siguientes.

#### **3.1 Residuos Sólidos**

En la NTON 05 014-02 de 2002 del Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales estableció:

Residuos sólidos: Aquellos residuos que se producen por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos.

De acuerdo al diccionario de la Real Academia Española concreta las siguientes definiciones:

##### **Desecho**

1. Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo.
2. Cosa que, por usada o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo.
3. Residuo, basura.

##### **Residuo**

1. Parte o porción que queda de un todo.
2. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
3. Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

De acuerdo a estas definiciones resulta claro que es posible utilizar ambos términos indistintamente.

### 3.2 Composición de los Residuos Sólidos

La generación de los residuos sólidos ha venido variando tanto en calidad como en composición, en la medida que el desarrollo industrial se ha consolidado. Conocer la composición de los residuos sólidos es importante para poder enfrentar adecuadamente su manejo (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 1999).

El conocimiento de "qué se produce" y "cómo se produce" permite no sólo conocer el desarrollo de las sociedades sino también describir la relación existente entre el hombre y la naturaleza. Son grandes las posibilidades para llevar a cabo acciones que permitan el reúso de los residuos, mediante la selección y clasificación de los subproductos (SEDESOL, 1999).

La separación de los subproductos de la basura trae consigo la operación de pequeñas empresas dedicadas al reciclaje y transformación de nuevos productos. En el caso de los residuos alimenticios, a través de sencillos tratamientos se puede transformar en composta (fertilizante orgánico) o en alimento para animales (SEDESOL, 1999).

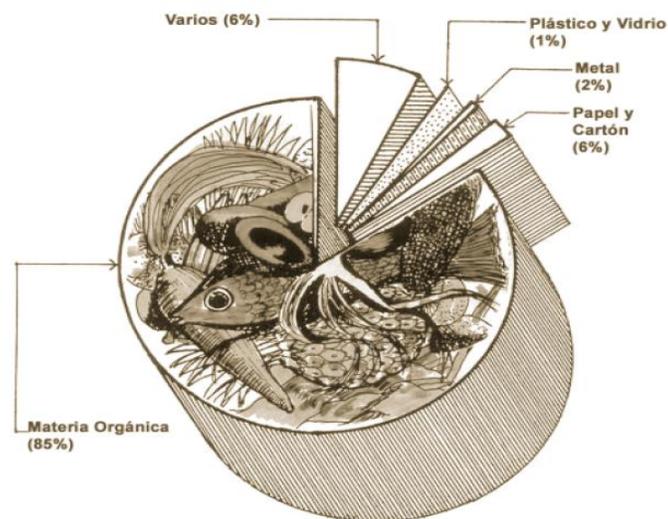
En términos generales, en Nicaragua los desechos sólidos están compuestos mayoritariamente por desperdicios de alimentos o materia orgánica, lo que significa que en gran medida el mejor aprovechamiento que se le puede dar a la basura es la de abono orgánico o compost, entre otras utilidades (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal [INIFOM] & Asociación de Municipios de Nicaragua [AMUNIC], 2001).

En el caso de Nicaragua, el conocimiento de la composición física de los desechos sólidos puede establecerse, a partir de una clasificación de los diez grupos que se describen a continuación (INIFOM & AMUNIC, 2001):

- Materia orgánica (restos de alimentos, follaje)
- Papeles y cartones
- Plásticos, cauchos y cueros
- Textiles
- Escombros, cenizas y lodos

- Metales férricos
- Metales no férricos
- Vidrios
- Huesos
- Madera
- Otros

### COMPOSICIÓN DE LA BASURA EN NICARAGUA



**Figura 1 Composición física de los residuos sólidos en Nicaragua**

*Fuente: INIFOM & AMUNIC, (2001)*

### 3.3 Clasificación de Residuos Sólidos

De acuerdo con Javier Martínez, (2005):

Los residuos pueden ser clasificados utilizando diferentes criterios, así se tiene, por ejemplo: estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados del manejo.

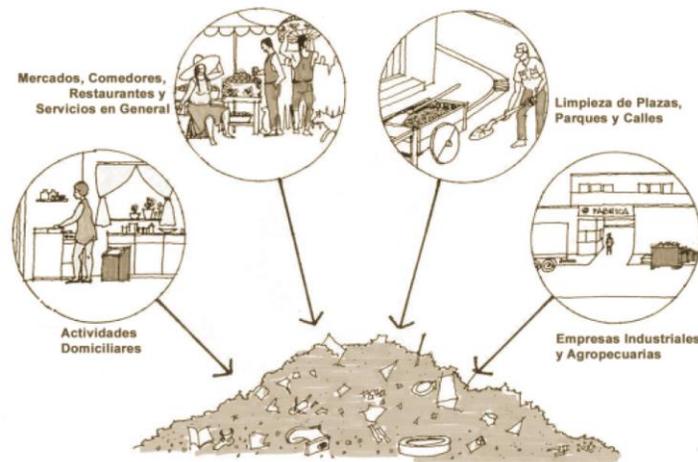
El sistema de gestión depende del tipo de residuo que se considere, debiéndose prestar especial atención a la gestión de los residuos peligrosos por su capacidad inherente de provocar efectos adversos.

Es por esta razón que debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma minimizar los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos. La clasificación según su origen, fuente o procedencia se refiere a una tipificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar. A continuación, se mencionan algunas categorías:

- Domiciliarios, urbanos o municipales
  - Comerciales
  - Industriales
  - Agrícolas, ganaderos y forestales
  - Mineros
  - Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud
  - De construcción
  - Portuarios
  - Radiactivos

Una denominación de uso frecuente es "asimilable a residuo urbano" que se utiliza para los residuos generados en cualquier actividad y tiene características similares a los residuos urbanos y por lo tanto pueden ser gestionados como tales.

### PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (R.S.U.)



**Figura 2 Clasificación de los residuos sólidos urbanos**

*Fuente: INIFOM & AMUNIC, (2001)*

#### **3.3.1 Clasificación por los potenciales efectos derivados del manejo**

##### **Residuos peligrosos**

Son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos (tóxico, corrosivo, reactivo, inflamable, explosivo, infeccioso, ecotóxico), pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente. Estos residuos serán motivo de un análisis minucioso que se desarrollará posteriormente.

##### **Residuos peligrosos no reactivos**

Son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos.

Residuos inertes: son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Residuos no peligrosos: son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores. Como ejemplos de esta condición podemos mencionar a los residuos domésticos, los residuos de poda y los de barrido.

### **3.4 Características de los Residuos Sólidos Urbanos**

Las propiedades químicas de los componentes de los RSU constituyen un elemento de significativa importancia para el uso y manejo que se haga de ellos. A partir de las características de los RSU, se toman las decisiones pertinentes relacionadas con el sistema de tratamiento más adecuado para cada caso (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI], Secretaría de Estado para la Economía [SECO] & Laboratorio de Análisis de Residuos [LARE], 2007).

- Densidad
- Solubilidad
- Humedad
- Poder calorífico
- Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

### **3.5 Producción de los Residuos Sólidos**

La producción de desechos sólidos abarca todas las actividades en la que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, o bien son tratados o recogidos juntos para la evacuación (INIFOM & AMUNIC, 2001).

La producción de desechos sólidos es de momento una actividad poco controlable, pero en un futuro la tendencia debe ser un mayor control sobre la generación de residuos sólidos. La cantidad y composición de la basura producida en una comunidad depende de varios factores (INIFOM & AMUNIC, 2001):

- El nivel de consumo
- La forma de vida, costumbres
- El tamaño de la población
- La densidad poblacional
- La época del año
- La situación geográfica
- El aprovechamiento
- Las características particulares de cada comunidad

La producción de desechos sólidos está en función directa de la población y del índice de generación per cápita de desechos sólidos. La unidad de producción de desechos sólidos puede expresarse en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) o toneladas (Tn).

De acuerdo con INIFOM & AMUNIC, (2001), en su Manual Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos:

### **3.6 Manejo Integral de los Residuos Sólidos**

#### **3.6.1 Generación o producción**

Se deben identificar las fuentes de generación (domiciliar, comercio, industria, mercado, instituciones públicas, etc.), la estimación de volúmenes producidos por cada fuente de generación y la composición porcentual de cada fuente del total anual producido.

#### **3.6.2 Almacenamiento**

El almacenamiento in situ de los desechos sólidos es de importancia primordial, debido a las consecuencias en la salud pública y a consideraciones estéticas. La separación de los componentes de los residuos es un paso importante en la manipulación y almacenamiento de los residuos sólidos en el origen.

Para el almacenamiento de los desechos sólidos se deben utilizar recipientes que cumplan con los requisitos sanitarios establecidos para ello, como contenedores metálicos, sacos, bolsas de plástico, barriles, etc.

El costo del equipo para almacenar los residuos sólidos en el origen normalmente corre a cargo del propietario de la vivienda o de los establecimientos comerciales e industriales.

### 3.6.3 Recolección

Es el elemento funcional de la recogida, incluye la recolección de residuos sólidos y de materiales reciclables, y su transporte hasta una estación de transferencia o un vertedero.

En las pequeñas ciudades, donde los lugares de disposición final están cerca, el transporte de residuos no es un problema grave. En las grandes ciudades, donde la distancia desde el punto de recogida hasta el sitio de disposición final es relativamente lejana, la recogida tiene significativas implicancias económicas.

La acopiada representa casi el 50% del costo total anual de la gestión de residuos sólidos urbanos. Típicamente se realiza la recogida bajo varios tipos de convenios de gestión, abarcando desde servicios municipales hasta servicios privados, bajo concesión, funcionando a través de distintos tipos de contratos.

Todo sistema de recolección propuesto debe atender de forma adecuada la producción actual y la proyectada, incluyendo el diseño y dimensionamiento de nuevas rutas y equipos requeridos, así como el programa de recolección correspondiente.



**Figura 3 Recolección de basura en la ciudad de Managua**

*Fuente: INIFOM & AMUNIC, (2001)*

## **Rutas de recolección**

Una fase importante del sistema de recolección de residuos sólidos municipales es la que comúnmente se conoce como ruta, la cual no es otra cosa que los recorridos específicos que deben realizar diariamente los vehículos recolectores en las zonas de la localidad, donde han sido asignadas con el fin de recolectar en la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector (SEDESOL, 1999).

Las rutas se definen en dos tipos: Macro rutas y Micro rutas.

### **Macro rutas**

Se denomina macro rutas a la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo recolector. La sectorización consiste en dividir la ciudad (si es lo suficientemente grande), en sectores operativos, de manera que cada uno tenga los vehículos de recolección requeridos, oficinas y garaje, buscando que sea una sección administrativa autónoma con servicios de mantenimiento preventivo y limpieza (SEDESOL, 1999).

### **Micro rutas**

Se denomina micro ruteo, al recorrido específico que deben realizar diariamente los vehículos recolectores de residuos sólidos, en los sectores de la ciudad donde han sido asignados (SEDESOL, 1999).

Según con INIFOM & AMUNIC, (2001):

Para la definición del sistema de rutas, se tomará en consideración la división del área urbana, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Sistema vial y estado físico del mismo

Identificación del equipo más adecuado para cada zona y su capacidad

- Población actual y futura
- Volúmenes de basura producida

- Frecuencia de recolección
- Jornada legal de trabajo

### **Diseño y dimensionamiento de rutas**

El trazado de las rutas y equipos de recolección se basa en las siguientes consideraciones:

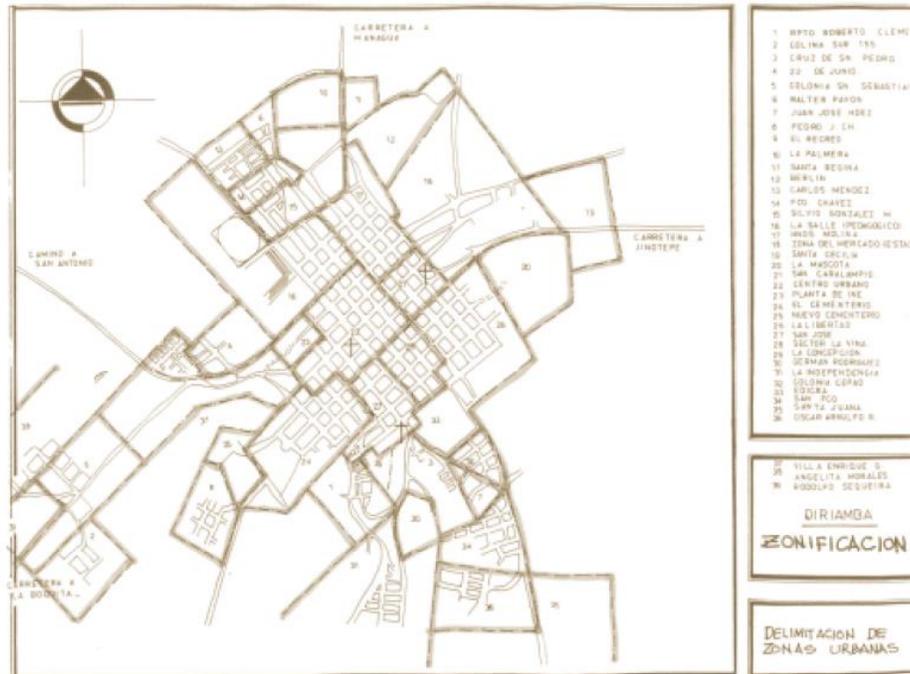
Deben cubrir el 100% de la producción, mediante el aprovechamiento de carga de los equipos recolectores, y conseguir el más bajo costo unitario de recolección y transporte.

- Seleccionar el equipo adecuado a las condiciones de explotación local, atendiendo el estado de las vías y accesibilidad de las mismas.
- Utilizar vehículos automotores de capacidad y dimensiones disponibles en el mercado.
- Obtener el más alto índice de utilización que permitan las condiciones locales, en base a:
  - Una velocidad de recolección no menor de 2 Km/hora para camiones compactadores, y no menor de 3 Km/hora para camiones no compactadores.
  - Tiempo de jornada laboral no mayor de 6 horas/día, con un tiempo productivo de al menos 5 horas.
  - Frecuencia de recolección de 3 veces por semana.
  - Capacidad del equipo.
  - Eficiencia en el manejo de los equipos recolectores

### **Procedimiento para dimensionar ruta**

#### **Zonificación de la ciudad**

Se deberán organizar y delimitar las zonas de la ciudad donde se implementará el servicio de recolección de basura. En el plano de cada zona se debe diseñar cada ruta, basándose en las consideraciones de su división administrativa, estado físico de las vías, topografía del terreno y accesibilidad de los vehículos. Esta zonificación se hace de manera que las unidades recolectoras sean utilizadas en su máxima capacidad en el horario establecido, el cual debe ser conocido por los ciudadanos.



**Figura 4 Zonificación para delimitar los sectores en la ciudad**

*Fuente: INIFOM & AMUNIC, (2001)*

### Información por ruta

En cada ruta se deberá recolectar información relacionada con:

- Ubicación de la ruta
- Frecuencia de recolección por semana (f)
- Número de viajes realizados por ruta (No. viajes)
- Equipo utilizado en la ruta
- Volumen recolectado por viaje en  $m^3$  ( $V_{rec.}$ )
- Capacidad volumétrica del equipo ( $V_{cap}$ )
- Tiempo recorrido productivo por viaje en horas ( $T_p$ )
- Tiempo muerto por viaje ( $T_m$ )
- Tiempo de jornada laboral en horas ( $T_t$ )
- Tiempo operativo ( $T_{op}$ )

### **3.6.4 Barrido**

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], (1999):

Es la actividad de recolección manual o mecánica de residuos sólidos depositados en la vía pública.

El tipo de residuos en la vía pública es muy diverso ya que puede variar de acuerdo con el clima, al número de peatones y al uso del suelo. Entre los principales componentes se encuentran polvo, estiércol, colillas de cigarros, envolturas y envases de plástico, cartón, pedazos de vidrio, animales muertos, etc.

El polvo se origina tanto por eventos naturales como por la actividad humana. Dependiendo del número de peatones que circulan en la vía pública, de las condiciones socioeconómicas y del grado de educación ambiental se van acumulando en las calles y lugares de esparcimiento de colillas de cigarros, envolturas, envases de plástico, cartón y pedazos de vidrio.

La razón más importante por la que debe de efectuarse la limpieza en las calles es por la conservación de la salud humana. Las excretas y los desperdicios orgánicos pueden llegar a afectar al ser humano, especialmente porque propicia las condiciones para el desarrollo de moscas, mosquitos y roedores, los cuales son transmisores de diversas enfermedades. El polvo afecta los ojos, garganta, vías respiratorias y ocasiona también molestias de tipo alérgico. Otro tipo de residuos, como los vidrios pueden producir lesiones a los peatones.

Por otra parte, la acumulación de basura puede obstruir el alcantarillado-drenaje del agua pluvial, ocasionando inundaciones en algunos sectores de la ciudad. Por último, las calles se deben de limpiar por razones de estética ya que a nadie le gusta vivir en una ciudad llena de basura, porque presenta un aspecto visual desagradable.

#### **Tipos de Barrido.**

Existen dos tipos de barrido, el manual y el mecánico.

- **Barrido Manual**

Este tipo de barrido es recomendable realizarlo en calle y avenidas cuyo tráfico no sea intenso; en calles angostas con topografía accidentada y en plazas o espacios públicos. Las herramientas que se utilizan para el barrido manual son básicamente; escobillón, escoba, carrito de mano con uno o dos receptáculos cilíndricos, recogedor y pala en algunas ocasiones.

El rendimiento de un barredor depende del tipo de distrito, de la topografía, de las condiciones de pavimento, de la densidad del tráfico peatonal y vehicular, de la calidad y ligereza de sus implementos y de la técnica que tenga para barrer.

- **Barrido Mecánico**

Este tipo de barrido se recomienda efectuarlo en calles y avenidas amplias y con topografía plana. La basura acumulada en el suelo debajo de la máquina es recogida por un escobillón de eje horizontal que se extiende a todo lo ancho del vehículo, el cual levanta la basura y lo vacía en una banda transportadora de paletas, que finalmente la deposita en la tolva de almacenamiento.

El rendimiento de una barredora mecánica depende de la velocidad media que pueda desarrollar la máquina; de la eficiencia del conductor, del tráfico vehicular; la cercanía de los puntos de abastecimiento de agua y a un diseño adecuado de las rutas de barrido.

### **3.6.5 Trasferencia**

Se aplica el término estación de transferencia a las instalaciones en donde se hace el traslado de basura de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga. Este segundo vehículo, o transporte suplementario, es el que transporta la basura hasta su destino final.

El crecimiento acelerado de la población urbana trae como consecuencia inmediata una demanda de servicios que normalmente se ofrecen a un ritmo menor a como se da este crecimiento urbano. Aunado a esto, están las dificultades de orden geográfico-urbano para proporcionar de una forma adecuada los servicios a la población, lo que implica un aumento de la inversión requerida.

En la actualidad las gestiones para la instalación de una estación de transferencia se han cumplido, ya que esto implica una serie de estudios donde se deben tomar en cuenta aspectos sociales, sanitarios y ambientales. Estudios necesarios ya que estas instalaciones están por lo general ubicadas dentro de los límites de la zona urbana.

Para el transporte suplementario se emplean, en su mayoría, camiones de gran capacidad tipo tráiler (semirremolque), pero también se pueden utilizar otros tipos de camiones, así como otros medios de transporte como el ferroviario o el acuático

El objetivo básico de las estaciones de transferencia es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección a través de la economía en el sistema de transporte y en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra empleada en la recolección. Es decir, los operarios ayudantes durante los recorridos al sitio de disposición final, se hallan improductivos.

#### **Tipos de Estaciones de Transferencia.**

Existen varios tipos de estaciones de transferencia en las cuales utilizan diferentes medios de transporte suplementario.

- **En Cuanto a la Operación de Descarga**

Hay fundamentalmente dos tipos de estaciones de transferencia en cuanto a la operación de descarga, la directa y la indirecta. La primera emplea la gravedad para el traslado de la basura de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia y la indirecta utiliza locales de almacenamiento, además de equipos mecanizados, para mover la basura y alimentar los vehículos de transferencia.

- **Estaciones de carga directa**

En estas instalaciones el contenido de los camiones recolectores se descarga directamente en vehículo de transferencia. Estas estaciones de transferencia tienen una seria desventaja, que es la dificultad de almacenar una cantidad excesiva de residuos, lo que exige que siempre haya un vehículo en condiciones de recibir los residuos sólidos de los camiones recolectores y les de salida en el menor tiempo posible. Dicho, en otros términos, si el vehículo recolector llega a la estación y no hay uno de transferencia en condiciones de recibir los residuos sólidos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío, contribuyendo así al incremento del tiempo ocioso que siempre implica costos adicionales.

- **Estaciones de carga indirecta**

Las estaciones en donde la basura se descarga indirectamente en los vehículos de transferencia tienen locales para almacenamiento de basura que pueden ser fosos o patios.

Los fosos pueden tener el sistema de fondo móvil con correas transportadoras que llevan la basura a una altura que permita cargar los vehículos de

transferencia. Otro tipo en este sistema es el que usa puentes-grúas para remover los residuos del foso y cargar los vehículos de transferencia

### **3.6.6 Disposición final**

La disposición final de los residuos sólidos, mediante vertederos controlados, es el destino último de todos los residuos urbanos recogidos y transportados directamente a un lugar de vertido (INIFOM & AMUNIC, 2001).

Un vertedero moderno controlado no es un basurero, es una instalación de ingeniería utilizada para la disposición de los desechos sólidos en el suelo, sin crear incomodidades o peligros para la seguridad o la salud públicas, tales como reproducción de ratas e insectos, contaminación de aguas subterráneas y contaminación del medio ambiente (INIFOM & AMUNIC, 2001).

#### **Selección del sitio para vertedero**

Existen condiciones sanitarias, urbanísticas y económicas mínimas que deben cumplirse para elegir un sitio para vertedero municipal. A continuación, se presenta un listado general, que no debe limitarse, ya que pueden existir otros factores particulares, según cada municipio, que deben tomarse en cuenta para elegir el sitio apropiado. Por tanto, a manera de referencia, se señalan los siguientes requisitos mínimos a considera (INIFOM & AMUNIC, 2001):

- Distancia del perímetro urbano mayor de 500 metros
- Período de traslado desde el centro urbano menor de 30 minutos
- Ubicado a sotavento
- Condiciones naturales de protección
- Alejado de fuentes de agua
- Profundidad del manto freático mayor de 10 metros
- Coeficiente bajo de permeabilidad del suelo
- Compatibilidad con el desarrollo urbano
- Vida útil mayor de 10 años
- Cercanía del material de cobertura
- Terreno de baja utilidad

### **3.6.7 Métodos de disposición final**

A continuación, se presentan los principales métodos de disposición final de los desechos sólidos:

#### **Relleno sanitario**

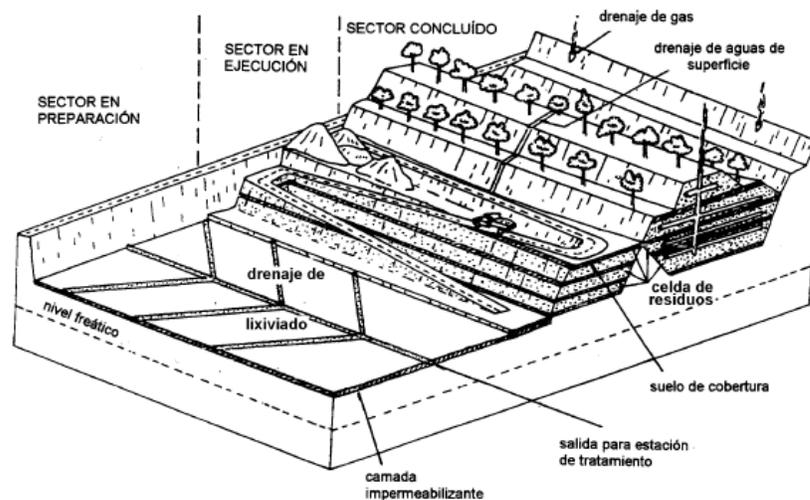
Es la técnica que permite disponer de manera sanitaria los residuos, sin causar molestia ni peligros a la salud. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Existen dos formas de construir un relleno sanitario: el método de trinchera y el método del área (INIFOM & AMUNIC, 2001).

#### **Relleno Sanitario Intermunicipal**

Esta técnica puede trabajarse de manera conjunta entre municipios para mejorar una serie de elementos que los hacen una alternativa muy positiva a la hora de dar respuesta a la gestión integral de los residuos sólidos, entre estas ventajas podemos mencionar (Martínez, 2005);

- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos, la responsabilidad entre municipios permite que la gestión y el control del relleno sean más eficiente.
- Tiene menores costos de operación y mantenimiento que otros métodos de tratamiento.
- Un relleno sanitario intermunicipal es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de Residuos sólidos Municipales.
- Genera empleo de mano de obra poco calificada.
- Se logra recupera gas metano en los rellenos sanitarios que reciben más de 500 Tn/día, lo que puede constituir una fuente alternativa de energía para alimentar los municipios que colaboran en el mantenimiento del mismo.
- Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca de área contigua que equidiste las distancias entre municipios, reduciendo los costos de transporte el tiempo empleado y facilitando la supervisión por parte de las alcaldías.

- Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.
- Un relleno sanitario intermunicipal puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos debido a que el trabajo conjunto equitativo reduce las responsabilidades y agiliza el proceso de constitución.
- Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.



**Figura 5 Sectores de un relleno sanitario**

*Fuente: CEMPRE, ADAN & IPT S.A, (1998)*

Posee tres etapas para la puesta en marcha de un relleno sanitario (INIFOM & AMUNIC, 2001):

1. Estudio de la situación del servicio de recolección de basura y recolección de datos para el diseño del relleno sanitario apropiado. Los datos y estudios básicos incluyen la siguiente información:

- Datos de población
- Datos del servicio de recolección de basura
- Información geológica
- Información hidrológica
- Estudios topográficos de sitios alternativos
- Análisis de vías de acceso
- Áreas disponibles
- Distancias mínimas del límite urbano y los grupos de población
- Disponibilidad de material de relleno en el sitio seleccionado
- Compatibilidad con el desarrollo urbano de la ciudad
- Perspectivas del uso del terreno, una vez que se cumpla la vida útil del relleno sanitario
- Profundidad del manto freático
- Precipitación pluvial de la zona

2. Estudios específicos del sitio seleccionado, conteniendo entre otros, los siguientes:

- Estudios de geología
- Estudios de hidrología
- Estudios de topografía
- Estudios de infiltración del terreno
- Diseño propiamente dicho, con todas las partes de la obra
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto del proyecto
- Procedimientos constructivos
- Dimensiones de celdas
- Método constructivo
- Acabado superficial
- Equipo operacional a emplear
- Normas de operación del relleno sanitario

3. Construcción de la obra con todas las partes correspondientes, lo que incluye:

- Obras de infraestructura periférica, como vías de acceso, drenaje pluvial, desviación y escurrimiento de aguas superficiales.
- Obras de infraestructura del relleno, que incluye cortes de tratamiento del suelo de soporte del relleno, drenaje del líquido percolado, ventilación de gases, vías de acceso y drenaje pluvial internos.
- Obras para la recolección, tratamiento y disposición del líquido percolado.
- Obras auxiliares como cercas, portería, oficinas e instalaciones sanitarias del personal de trabajo.
- Puesta en marcha de las normas de operación del relleno sanitario.



**Figura 6 Relleno Sanitario**

*Fuente: INIFOM & AMUNIC, (2001)*

### **Vertedero a cielo abierto**

Un vertedero es una forma de disposición final de los residuos sólidos, que se caracteriza por la simple descarga (vertido) de los residuos sobre el terreno, sin medidas de protección para el medio ambiente o la salud pública. Es lo mismo que la

descarga de residuos a cielo abierto (Compromiso Empresarial para el Reciclaje de Uruguay [CEMPRE], Asociación para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza de Venezuela [ADAN] & Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A. de Brazil [IPT S.A.],1998, pp. 103-104).

Los residuos así dispuestos acarrearán problemas de salud pública, como proliferación de transmisores de vectores (moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, etc.), generación de malos olores y, principalmente, la contaminación de la tierra y de las aguas superficiales y subterráneas a través del lixiviado (líquido de color oscuro, mal oliente y de elevado potencial contaminante, producido por la descomposición de materia orgánica contenida en los residuos sólidos), comprometiendo los recursos hídricos y el suelo (CEMPRE, ADAN & IPT S.A, 1998, pp. 103-104).

A esta situación se añade la absoluta falta de control en cuanto a los tipos de residuos recibidos en estos sitios, donde se acumulan inclusive desechos originados por los servicios de salud y las industrias (CEMPRE, ADAN & IPT S.A, 1998 pp. 103-104).

De todos los métodos mencionados, el relleno sanitario es considerado el más apropiado, ya que no representa mayores molestias ni peligros para la salud pública y ambiente.

### **3.6.8 Tratamiento**

Según CEMPRE, ADAN & IPT S.A, en su Manual de Gestión Integral, Capítulo V, (1998 p. 157):

Luego de las mejoras en la recolección de los residuos sólidos y en su disposición final, quedan más claras las ventajas de las acciones que procuran reducir la cantidad y la peligrosidad del material que se debe enterrar. Estas acciones son llamadas de tratamiento.

Las ventajas son de orden ambiental y económico. En el caso de los beneficios monetarios, la reducción de costos en la disposición final es la ventaja más apreciable.

La necesidad de tratamiento de los residuos sólidos se debe a los siguientes factores:

- Escasez de áreas para la disposición final de los residuos sólidos;
- Disputas por el uso de los espacios disponibles con las poblaciones vecinas de los espacios en cuestión;
- Inertización de los residuos contaminados.

El tratamiento de los residuos se puede hacer mediante dos procedimientos:

- Clasificar y separar para reciclaje los diversos componentes existentes en los residuos sólidos, con la consiguiente reducción en el volumen enterrado. Debe haber un mercado para los materiales reciclables, tanto orgánicos como inorgánicos
- Incinerar los residuos sólidos a fin de lograr su reducción e inertización, si fuese posible con recuperación de energía.

De los dos procesos de tratamiento de residuos sólidos mencionados, la clasificación y separación para reciclaje de materiales es la más utilizada, probablemente porque sus beneficios son más divulgados y porque además de su menor costo, permite varios grados de implantación, por ejemplo, desde un programa restringido a un barrio hasta un programa a nivel municipal.

Sin embargo, los dos modelos más que antagonistas son complementarios. Por ejemplo, con respecto a la incineración, si por un lado la separación le disputa materiales de alto poder calorífico, por otra parte, para que sea eficiente implica una separación previa de materia orgánica (que contiene mucha humedad) y de otros materiales que pueden ser perjudiciales para el incinerador.

El compostaje exige una clasificación previa de los residuos. Las plantas de clasificación/compostaje ofrecen una manera para reducir sensiblemente la cantidad de residuos enviados al relleno, alcanzando tasas de 50% cuando son bien gestionadas. Residuos sólidos orgánicos transformados en abono orgánico mediante el proceso de compostaje, podrá utilizarse para abonar áreas verdes en parques, plazas, paseos, etc.

Según con INIFOM & AMUNIC, (2001):

### **3.6.9 Lixiviados**

Los lixiviados son líquidos que se forman en los procesos de reacción, arrastre y percolación de los residuos sólidos. Estos líquidos contienen elementos contaminantes, disueltos o en suspensión, que están presentes en los mismos residuos.

Estos líquidos, al percolarse por las capas del suelo o en otros materiales sólidos permeables, van disolviéndolos en su totalidad, o en algunos de sus componentes. Los lixiviados se desplazan horizontalmente, dañando y contaminando el terreno y la vegetación donde se depositan. Otro peligro importante de los lixiviados es su movimiento vertical, ya que pueden penetrar el subsuelo y contaminar los mantos freáticos y acuíferos, siendo un problema muy grave, ya que contaminará las fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano.

Los lixiviados contienen un pH de 9 y grandes cantidades de sales. Esta característica, en ausencia de oxígeno, produce una alta conductividad y un alto contenido de metales pesados como el cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo y zinc, con concentraciones que rebasan los límites de toxicidad. Una forma sencilla de controlar el pH de los lixiviados es la aplicación de cal en el vertedero, tratando de conseguir un equilibrio tendiente a la neutralización del pH.

Un mal manejo de los desechos sólidos puede producir una contaminación importante, difícil de controlar, ya que se transmite al aire y al agua.

Además del control que pueda establecerse en los vertederos, como rellenos sanitarios, trincheras, incineración, impermeabilización del suelo del vertedero, captación del biogás proveniente de los desechos, etc., también el aprovechamiento de los desechos orgánicos en compost, como se ha explicado anteriormente, reducirá en gran medida los peligros de las grandes concentraciones de desechos en los vertederos, especialmente si no existen rellenos sanitarios controlados y que funcionen eficientemente.

## **3.7 Gestión Administrativo**

### **3.7.1 Modalidad de gestión del servicio**

La municipalidad por lo general ejecuta la competencia como se realiza en la mayoría de los municipios del país: de forma directa, sin que exista participación de ninguna entidad privada o externa a ella. La gestión por la propia institución municipal.

### **3.7.2 Gestión de ingresos por tasas**

El servicio de recolección y tratamiento de basura cuenta con un conjunto de fuentes de ingresos tributarios y no tributarios que se relacionan o se originan con el servicio de limpieza pública, entre los cuales se cuentan:

- Multas por incumplimiento de disposiciones de los residuos
- Tasa por servicio de recolección domiciliar de basura
- Transferencias del gobierno central y de otras instituciones
- Ingresos financieros por préstamos a corto o largo plazo
- Donaciones del exterior, del gobierno central y de entes no gubernamentales
- Recuperaciones

Estas son las posibles líneas del ingreso para financiar el servicio de limpieza pública en lo general.

Para la determinación de las tarifas de las tasas por servicio de recolección y tratamiento final de basura, las Alcaldías deben realizar un estudio de costo para cada tasa y establecer así una fuente de sostenibilidad del servicio, segura y eficiente.

La experiencia de gestión de algunos sistemas de recolección y tratamiento de basura en los municipios refleja el concepto de tasas por recolección de basura casi siempre de la misma manera con algunas ligeras diferencias, pero que significan lo mismo, por ejemplo:

- Tasas por servicio de aseo
- Tasas por limpieza pública
- Tasas por recolección de basura
- Tasas por tren de aseo

Generalmente se conocen fuentes de ingreso por generador de basura, tales como:

- Residenciales (viviendas de hogares)
- Comerciales (establecimientos)
- Industriales (plantas, fábricas)
- Instituciones (entidades de servicios)

Para cada tipo de generador de basura, se deben diferenciar y establecer bases y porcentajes diferentes, de modo que exista una proporción directa en la medida de lo posible, es decir, el que genera más basura, pagará más.

Por eso es importante establecer una clasificación del tipo de vivienda, del tipo de comercio y del tipo de industria o institución, para fijar una tarifa de tasas de acuerdo con el criterio de equidad tributaria. Asimismo, se debe proyectar la generación de residuos total en el año.

### **3.7.3 Gestión de egresos**

En la estimación de los egresos se incluirán todos los gastos que implica el servicio, desde la recolección, transporte y disposición final en el vertedero, hasta el tratamiento, la vigilancia y el control del vertedero, para garantizar el saneamiento. Se debe tomar en cuenta todo el personal encargado e involucrado en la prestación del servicio (Gasto personal y sus prestaciones sociales, tales como seguro, aguinaldo, vacaciones, etc.), también es importante tomar en cuenta los servicios básicos, materiales y productos para dicha estimación.

En todo caso, para establecer la tarifa de tasas por este servicio, el Concejo Municipal debe considerar los siguientes criterios:

- El nivel de ingresos de los usuarios y beneficiarios del servicio, es decir, según la capacidad de pago de las familias de los barrios, según la actividad comercial de los negocios y las fábricas que generan la basura.
- La opinión de los usuarios del servicio.
- Apoyar la decisión en las bases jurídicas tributarias.
- El mínimo subsidio por el servicio, de tal manera que no exceda un 50% como máximo.

El Concejo, incluido el Alcalde y el equipo de finanzas y de recolección de basura, tienen que estar conscientes de que la Alcaldía debe actuar con justicia en la medición de los costos, aplicando a los costos únicamente los recursos que se destinan a este servicio, para que el cálculo de la tarifa de tasa por servicio sea una cantidad real.

El servicio es prestado generado por la organización burocrática ordinaria del municipio, sin la creación de personería jurídica diferenciada. Es la forma como tradicionalmente se ha prestado este tipo de servicio en Nicaragua. La decisión de hacerlo subsidiado no ha permitido analizar otras alternativas con participación de empresarios privados

#### **3.7.4 Gestión de cobranza**

La gestión de cobranza de las tasas por servicio de recolección de basura y los procedimientos, deben sujetarse a las normas de finanzas públicas municipales. Pueden ser las siguientes situaciones:

- **Prestación directa del servicio**  
El cobro puede ser centralizado en los colectores de tasas de la municipalidad desde su oficina principal, y la dependencia de servicios municipales sólo gestiona el servicio.

La oficina encargada de recolección de basura puede aportar con experiencia en campo de acuerdo a la magnitud de basura promedio generada que tipo de tasas cobrar, pero bajo estricto control de recibos numerados y entregados por el responsable de tesorería municipal y el jefe de servicios municipales o de

limpieza pública. Debe garantizar que lo recolectado sea depositado en la caja central de la municipalidad.

- Prestación directa del servicio como empresa autónoma o empresa mixta  
La gerencia de la recolección de basura se maneja como una empresa que busca la rentabilidad económica y obedece a las orientaciones de la junta directiva que ha sido reconocida por la municipalidad.
- El servicio de recolección de basura manejado por concesión o arriendo a privados  
Si el servicio es concesionado, la municipalidad regula y supervisa la correcta gestión del servicio en beneficio de los usuarios y la equidad en la compensación a los concesionarios, y percibe como ingreso el valor de la concesión en el período de tiempo convenido.

Si se hace contrato de arriendo del camión y equipos, entonces la municipalidad debe vigilar con mayor énfasis el correcto manejo del servicio y de los equipos.

No obstante, para el cobro de tasa por servicio de basura debería gestionarse casa por casa preferiblemente, como se cobran otros servicios de uso privado como cable, teléfono, etc., lo cual requiere un procedimiento efectivo de facturación y cobranza.

La gerencia en apoyo, control y seguimiento al servicio de recolección de basura municipal

Los controles son parte del proceso administrativo de la gestión de la municipalidad, generando una cultura de mejora en el servicio al cliente y por tanto de la calidad, en lo cual juegan un apoyo importante los controles administrativos, constantes y sistemáticos, de seguimiento, cuya implementación debe servir para corregir los defectos y hacer ajustes en función de las metas propuestas.

Algunos tipos de controles para el servicio de recolección de basura

- Controles internos
  - Administrativos: control de asistencia del personal de recolección de basura, entradas y salidas, supervisión de campo.
  - Financieros: control de boletas de cobranza, control de entrega diaria de recolección por tasas y enteradas en la caja, reportes, auditorías internas, auditorías externas, supervisión, etc.
  - Éticos: respeto al usuario, cortesía, atención a quejas, cumplimiento de compromisos con vecinos, comerciantes y empresarios para la recolección de basura, etc.
  - Normas de manejo del servicio: mantenimiento de calles para la entrada del vehículo en la ruta de recolección, limpieza del camión de transporte de basura, atención al cliente y operación de la recolección de basura para empleados y usuarios, por ejemplo, días que pasará el camión.
- Control de planes y su ejecución

Algunas de las actividades que pueden desarrollarse en función de controlar la planificación del trabajo y la ejecución de las tareas, son las siguientes:

- Seguimiento a metas de recolección de basura, cobertura de barrios y negocios
- Control de plan de mantenimiento del camión recolector de basura
- Control de plan de limpieza diaria de calles
- Plan de ubicación de depósitos intermedios de recolección de basura
- Evaluación del desempeño laboral
- Revisión de informes del servicio
- Supervisión de cobranza
- Control de calidad del servicio prestado
- Entrevistas con usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos

- Instrumentos de control administrativo

Entre los instrumentos de control administrativo, se encuentran los siguientes: horarios, asistencia, pagos de servicios, horas extra, etc.

Otro de los controles más importantes a tener en cuenta debe ser el registro de contribuyentes por servicio de recolección de basura, lo que es útil para saber cuántas familias existen, cuántas se benefician del servicio, comerciantes que existen, quiénes pagan y quiénes no.

El responsable de servicios municipales o de limpieza pública debe controlar o encargarse de que los cobradores de recolección de basura realicen los cobros de cada día. Debe garantizar que el camión inicie y cierre operaciones según el horario establecido, tanto para el ruteo como para el lavado del camión, a fin de que no existan quejas por atrasos en el servicio prestado en la recolección de basura.

- Higiene y seguridad ocupacional en la gestión de recolección y tratamiento de residuos sólidos

Tomando en consideración los riesgos ocasionados por el contacto directo con la basura, en donde las personas más expuestas son los recolectores, debido a manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, uso de equipos inapropiados, falta de atención médica especial, y por carecer de vestuario adecuado de seguridad en el trabajo, entre otros factores, se requiere una atención especial a este asunto.

Es necesario anotar que en todas estas personas se muestra una alta incidencia de parásitos, enfermedades respiratorias y enfermedades de la piel entre otras, razón por la cual la gerencia del servicio debe garantizar las medidas de higiene y seguridad ocupacional de los trabajadores.

#### Algunas medidas higiénicas

- Disponer de un local donde puedan cambiarse de ropas antes y después de su jornada laboral
- Disponer de baños para el aseo diario
- Chequeo médico con periodicidad
- Proveer de útiles de aseo personal al personal de recolección
- Proporcionar a cada cuadrilla, un botiquín de primeros auxilios

#### Equipo de protección personal que se debe proveer a cada trabajador:

- Pares de guantes
- Mascarillas
- Uniformes con distintivos reflectantes
- Botes
- Capotes
- Chalecos llamativos para barredores de calles y recolectores

Otras medidas que deben considerarse para consolidar la seguridad y la higiene laboral son las siguientes:

- El personal que labora a la intemperie debe contar con un seguro médico y un seguro de vida.
- La municipalidad debe establecer una medida que permita al personal realizar sus funciones fisiológicas en forma adecuada.
- El personal que desarrolla labores a la intemperie debe tener acceso a facilidades de transporte, en lo posible desde su vivienda hasta el lugar de trabajo, y viceversa.
- En caso de trabajos especiales, donde se requiere de una permanencia prolongada de los equipos de recolección, se deben colocar señales viales en la zona de trabajo para proteger la vida de los operarios. Cuando sea posible, y de preferencia, deberá desviarse el tráfico.

### 3.8 Aspectos Jurídicos Legales

La autoridad que rige la Calidad Ambiental en nuestro País es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (**MARENA**), es el Ente Administrador de la Legislación Ambiental Nacional, quien por la complejidad de la Materia Ambiental puede auxiliarse de otras Instituciones y Organismos para realizar una gestión más eficiente; constituye por otra parte como la Autoridad competente para ejercer la aplicación de la legislación correspondiente, así como los gobiernos comunales y municipales.

El respeto y cumplimiento de las normas, de la doctrina y la jurisprudencia nicaragüense en todo lo relacionado con el Ambiente, representa una de las responsabilidades de la actividad que desarrolla actualmente la planta de División Industrial. Significa un compromiso del acatamiento más correcto de la legislación ambiental para influir constructivamente en la toma de decisiones del funcionamiento en total concordancia con el bienestar ambiental y social y los órganos encargados de la administración y legislación nacional y local.

A continuación, se citan las normas nacionales que conforman el Marco Político Legal e Institucional en el que se desarrolla en el marco del accionar diario de la Alcaldía Municipal:

El manejo de los residuos sólidos en Nicaragua esta normado por leyes, reglamentos y decretos de la **Constitución Política de Nicaragua**, la cual establece las siguientes líneas de intervención.

La constitución política en sus Artículos 59 y 60, establece que “es derecho de los ciudadanos nicaragüenses habitar un ambiente saludable” y define que tal responsabilidad le corresponde al Estado.

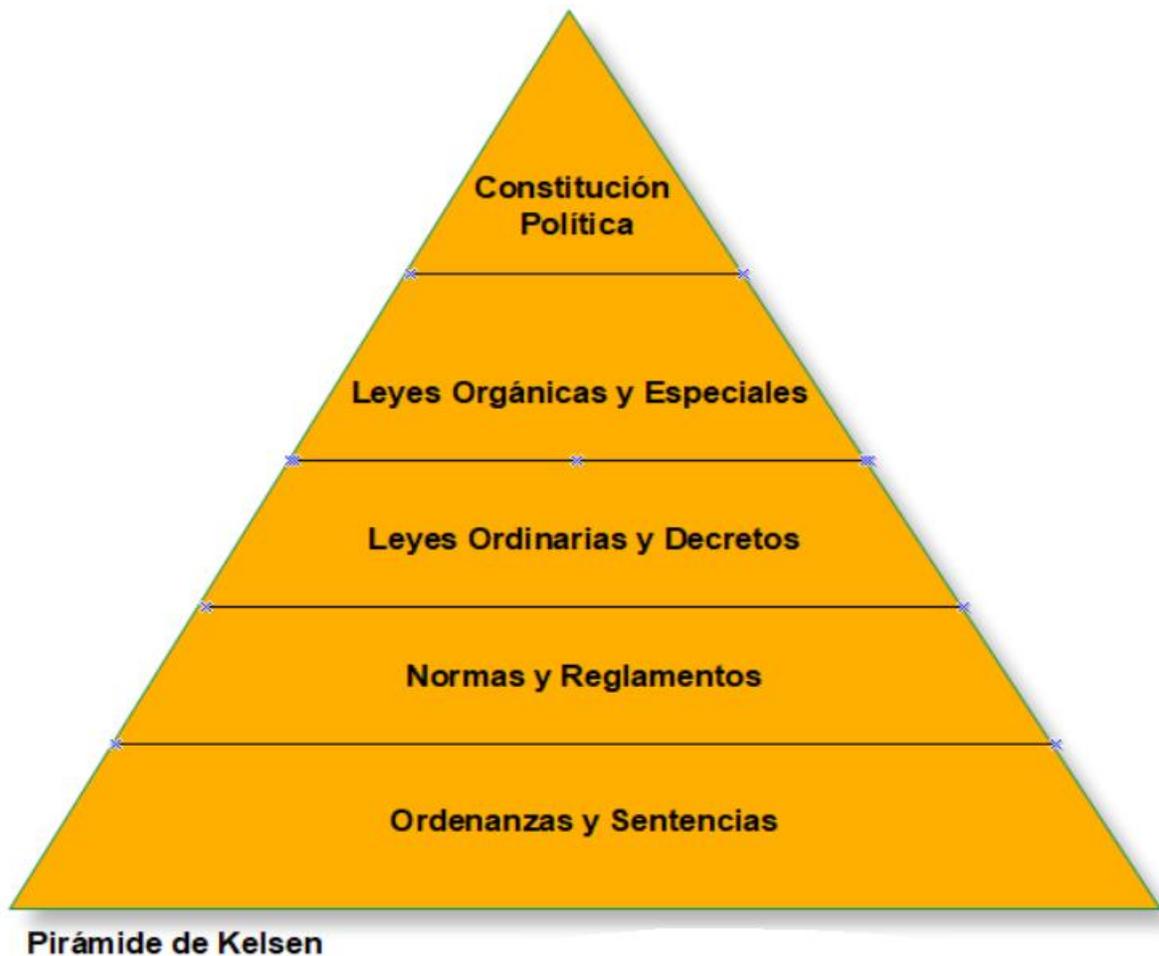


Figura 1 Pirámide de Kelsen

**Ley 290: Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo**

**Arto 26.**

Ministerio de Salud le corresponden las funciones siguientes:

- Promover campañas de saneamiento ambiental y de divulgación de los hábitos higiénicos entre la población. Formular normas, supervisar y controlar la ejecución de las disposiciones sanitarias en materia alimentaria, de higiene y salud ambiental.

## **Reglamento a la Ley 290: Decreto 71-98**

### **Arto 212.**

Dirección de salud Ambiental y Sustancias Tóxicas. Funciones:

- Establecer y Administrar las normativas y reglamentos que regulan el tratamiento y disposición de basuras y aguas residuales.
- Realizar estudios sobre el tratamiento de las basuras y aguas residuales y las condiciones de sanidad e higiene ambiental.
- Supervisar los centros y actividades económicas que generen basuras, residuos sólidos, líquidos masivos o de altos riesgos para la salud humana y sobre el tratamiento que reciben tales residuos hasta su disposición final.
- Dirigir campañas de información de limpieza comunitaria sobre sanidad del medio.

### **Arto 269.**

Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA). Funciones:

- Regular, controlar, normar y establecer procedimientos ambientales para el manejo de residuos sólidos municipales, comerciales, industriales y agrícolas en coordinación con las autoridades territoriales y proponer técnicas alternativas de tratamiento, reciclaje, reutilización y reducción.

### **Arto 271.**

Dirección de información y control ambiental de actividades contaminantes:

- Inco 8. Elaborar, proponer, evaluar las normas sobre la introducción, manejo, almacenamiento y uso de sustancias toxicas o peligrosas y residuos sólidos en general a lo largo de su ciclo de vida.

## **Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**

### **Arto. 109.**

Todos los habitantes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano, de los paisajes naturales y el deber de contribuir a su preservación. El Estado tiene el deber de garantizar la prevención de los factores ambientales adversos, que afecten la salud y la calidad de vida de la población, estableciendo las medidas o normas correspondientes.

### **Arto. 111.**

El MARENA en coordinación con las Instituciones del Estado, Gobiernos Autónomos y Alcaldías:

- Emitirá normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión, vertidos, así como de residuos y ruidos.
- Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

### **Arto.121.**

Las actividades que afecten a la salud por su olor, ruido o falta de higiene serán normadas y reguladas por el Ministerio de Salud.

### **Arto. 126.**

Será prohibido ubicar en zonas de abastecimiento de agua potable, instalaciones cuyos residuales aún tratados provoquen contaminación de orden físico, químico, orgánico, térmico, radioactivo o de cualquier otra naturaleza o presenten riesgos potenciales de contaminación.

### **Arto. 129.**

Las alcaldías operaran sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de Residuos sólidos no peligrosos del Municipio, observando las normas emitidas por el MARENA y MINSA, para la protección del ambiente y la salud.

**Arto. 130.**

El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de residuos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

**Arto. 131.**

Toda persona que maneje residuos peligrosos está obligada a tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias.

**Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales****Arto. 95.**

Para fines del Arto 129 de la Ley, el MARENA, en coordinación con el Ministerio de Salud y las Alcaldías, emitirá las normas ambientales para el tratamiento, disposición final y manejo ambiental de los residuos sólidos no peligrosos y la correspondiente normativa ambiental para el diseño, ubicación, operación y mantenimiento de botaderos y rellenos sanitarios de residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 96.**

Para efectos del artículo 130, el MARENA, en coordinación con el MINED, promoverá el reciclaje, la utilización y el rehúso de los residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 97.**

MARENA en coordinación con las Alcaldías promoverá el reciclaje, la utilización y el rehúso de los residuos sólidos no peligrosos.

## **Ley 641 Código Procesal Penal**

El código penal plasma los lineamientos que se deben considerar a la hora de que existan irregularidades y delitos ambientales que comprometan el entorno inmediato y los recursos naturales.

### **CAPÍTULO II**

#### **DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES**

##### **Arto. 365. Contaminación del suelo y subsuelo**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

##### **Arto. 366. Contaminación de aguas**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

### **Arto. 367. Contaminación atmosférica**

El que sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, mediante el uso o la realización de quemas de materiales sólidos y líquidos, químicos o bioquímicos o tóxicos, genere o descargue emisiones puntuales o continuas que contaminen la atmósfera y el aire con gases, humo, polvos o contaminantes con grave daño a la salud de las personas, a los recursos naturales, a la biodiversidad o a los ecosistemas será sancionado con pena de tres a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

### **Arto. 368. Transporte de materiales y desechos tóxicos, peligrosos o contaminantes**

El que transporte en cualquier forma materiales y desechos tóxicos, peligrosos y contaminantes o autorice u ordene el transporte de estos materiales o sustancias en contravención a las disposiciones legales vigentes en materia de protección del ambiente de manera que se ponga en peligro o dañe la salud de las personas o el medio ambiente, se le impondrá una pena de seis meses a tres años de prisión y de cien a quinientos días multa.

### **Arto. 371. Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental**

El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo.

### **NTON 05-013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos no Peligrosos**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios generales y específicos, parámetros y especificaciones técnicas ambientales para la ubicación, diseño, operación, mantenimiento y cierre o clausura de la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que realicen el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

### **NTON 05-014-02: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No Peligrosos**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente; la misma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas que realicen manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos.

### **NTON 05-015-01: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos**

Tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se generen en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios y centros antirrábicos. Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que generen residuos sólidos peligrosos, y para todos aquellos que se dediquen a la manipulación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos en cualquier parte del territorio nacional.

### **Decreto No. 168 Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas**

Establece el conjunto de normas y disposiciones orientadas a prevenir la contaminación del medio ambiente y sus diversos ecosistemas, proteger la salud de la población ante el peligro de contaminación de la atmósfera, el suelo y las aguas, como consecuencia del transporte, manipulación, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos.

### **Decreto 47-05: Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos**

Este Decreto tiene por objeto establecer la Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos 2005-2023, así como los principios y lineamientos que la integran, definiciones, planes, acciones y estrategias para su implementación en el territorio nacional; incorporando los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir sus riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

### **Decreto 47-2006: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

Tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. Su ámbito de aplicación: Este Decreto es aplicable a:

1. Planes y Programas de Inversión Sectoriales y Nacionales, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.
2. Actividades, proyectos, obras e industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental.

Estructura el sistema: Se crea el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, el cual está compuesto por:

1. La Evaluación Ambiental Estratégica.
2. La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades.

La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:

- a) Categoría Ambiental I: Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales.

b) Categoría Ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial.

c) Categoría Ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial.

## **Ley 185: Código Laboral de Nicaragua**

### **Arto. 53.**

La jornada ordinaria no podrá exceder de 6 horas en los centros o puestos de trabajo insalubres. En estos casos, no se podrá trabajar horas extras.

### **Arto. 100.**

El empleador tiene la obligación de adoptar medidas preventivas necesarias y adecuadas para proteger eficazmente la vida y salud de sus trabajadores, acondicionando las instalaciones físicas y proveyendo el equipo de trabajo necesario para reducir y eliminar los riesgos profesionales en los lugares de trabajo, sin perjuicio de las normas que establezca el Poder Ejecutivo a través del Ministerio del Trabajo.

### **Arto. 102.**

El trabajador está obligado a colaborar cumpliendo con las instrucciones impartidas para su protección personal y cuidando el material empleado en la misma.

### **Arto. 103.**

Los equipos de protección personal serán provistos por el empleador en forma gratuita y deberán darles mantenimiento, reparación adecuada y sustituirlos cuando el caso lo amerite.

**Arto. 107.**

Los trabajadores no deben hacer sus comidas en el propio puesto de trabajo, salvo cuando se trate de casos que no permitan separación del mismo.

Los empleadores cuando tengan más de 25 trabajadores tienen la obligación de acondicionar locales para que puedan preparar e ingerir sus alimentos.

**Arto. 113.**

Son también obligaciones del empleador:

h) Realizar, por su cuenta, chequeos médicos periódicos a aquellos trabajadores que por las características laborales estén expuestos a riesgos profesionales, debiendo sujetarse a criterios médicos en cada caso específico.

**Arto. 130.**

Este código establece que son derechos de las y los adolescentes que trabajan:

a) Tener condiciones de trabajo que les garanticen seguridad física, salud física y mental, higiene y protección contra los riesgos laborales. (Ley de reforma al título VI, libro primero del Código del Trabajo de la República de Nicaragua, 15 de Octubre del año 2003).

**Ley General de Salud**

Esta ley tiene por objeto tutelar el derecho que tiene toda persona de disfrutar, conservar y recuperar su salud, en armonía con lo establecido en las disposiciones legales y normas especiales, en coordinación con las entidades públicas y privadas que corresponda llevará a cabo programas de salud ambiental y emitirá las normativas técnicas sobre Manejo de los Residuos Sólidos y en el capítulo de los Residuos Sólidos, establece que los mismos se regularán de acuerdo al Decreto 394 "Disposiciones Sanitarias", Ley 217 y su Reglamento, Ley de Municipios y su Reglamento, Normas Técnicas, Ordenanzas Municipales y demás disposiciones aplicables.

## **Decreto 394: Disposiciones Sanitarias**

### **Arto. 3.**

El Ministerio de Salud coordinará con las Instituciones que estime Pertinentes todo lo necesario para el cumplimiento de la presente ley.

### **Arto. 10.**

Se entiende por desecho sólido aquellos residuos putrescibles o no, procedentes de las actividades domésticas, comerciales o industriales de una comunidad, a excepción de las excretas humanas.

### **Arto. 11.**

Es obligación de los servicios públicos y privados de recolección de residuos sólidos, recoger y trasladar para su disposición final los animales muertos que se encuentren en la vía pública o áreas

### **Arto. 12.**

Los residuos sólidos provenientes de barcos y aeronaves procedentes del extranjero serán recogidos e incinerados o soterrados en los propios puertos o aeropuertos a donde estos hayan arribado.

### **Arto.13.**

Los dueños o encargados de sitios baldíos deberán mantenerlos cerrados y responderán de su estado de conservación y limpieza, debiendo efectuar las prácticas en la forma que la autoridad sanitaria determine.

## **Decreto No. 432. Reglamento de Inspección Sanitaria**

Define la inspección sanitaria como el conjunto de actividades dirigidas a la promoción, prevención, tratamiento y control sanitario del ambiente; estableciendo como objetivo principal el mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias básicas que garanticen el mejoramiento continuo de la salud de la población. En este instrumento se establece:

**Arto. 44.**

Además de lo establecido en el Artículo anterior se consideran graves las actuaciones de:

- 2) El responsable de una industria o establecimiento que no disponga adecuadamente de los desechos, en especial los procedentes de unidades de salud, laboratorio de microbiología, unidades de producción e investigación biológica y química.
- 3) El que, por razón de su cargo, tenga la responsabilidad de operar equipos de recolección, tratamiento o disposición final de desechos sólidos o líquidos y realice esta actividad, con inobservancia de las normas sanitarias y de protección del medio.
- 4) El que, use los vehículos de recolección de basura para transporte de alimentos o personal.

**Arto. 46.**

Además de lo previsto en el Artículo anterior se consideran como menos grave las actuaciones de:

- 4) El que acumule o deposite desechos sólidos en cualquier lugar que pueda ocasionar molestias a los vecinos, producir malos olores o afectar el ornato público.
- 5) El que dificulte en cualquier forma el cumplimiento de las medidas sanitarias dictadas por autoridades competentes para la erradicación de vectores de enfermedades transmisibles.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Ubicación del Área de Estudio**

El estudio se ejecutó en el área urbana y peri urbana del municipio de Ticuantepe, abarcando zona residencial, reparto, comunidad y condominio.

El municipio de Ticuantepe pertenece al departamento de Managua y está ubicado a 18 kilómetros de la capital del país y a 16 kilómetros de ciudad de Masaya, geográficamente se sitúa entre los 12° y 01" latitud norte de la ciudad de Masaya y 86° y 12" de latitud oeste con El Crucero y Sierras de Managua con una superficie de 72 Km<sup>2</sup> y con una densidad poblacional de 428 hab. / Km<sup>2</sup>. El municipio de Ticuantepe depende política y administrativamente de la ciudad de Managua (Plan Ambiental Municipal de Ticuantepe [PAM], 2013).

Se divide en tres barrios urbanos y diecisiete localidades, para un total de 20. De acuerdo a la información que brindó la Alcaldía de Ticuantepe, la población actual es de 38 874 habitantes distribuidos en 3 sectores (urbanos y rurales) con un total 2 789 viviendas.

#### **4.1.1 Limites**

Al norte: Ciudad Managua

Al sur: La Concepción departamento de Masaya.

Al este: Ciudad Nindirí departamento de Masaya.

Al oeste: Municipio El Crucero Sierras de Managua

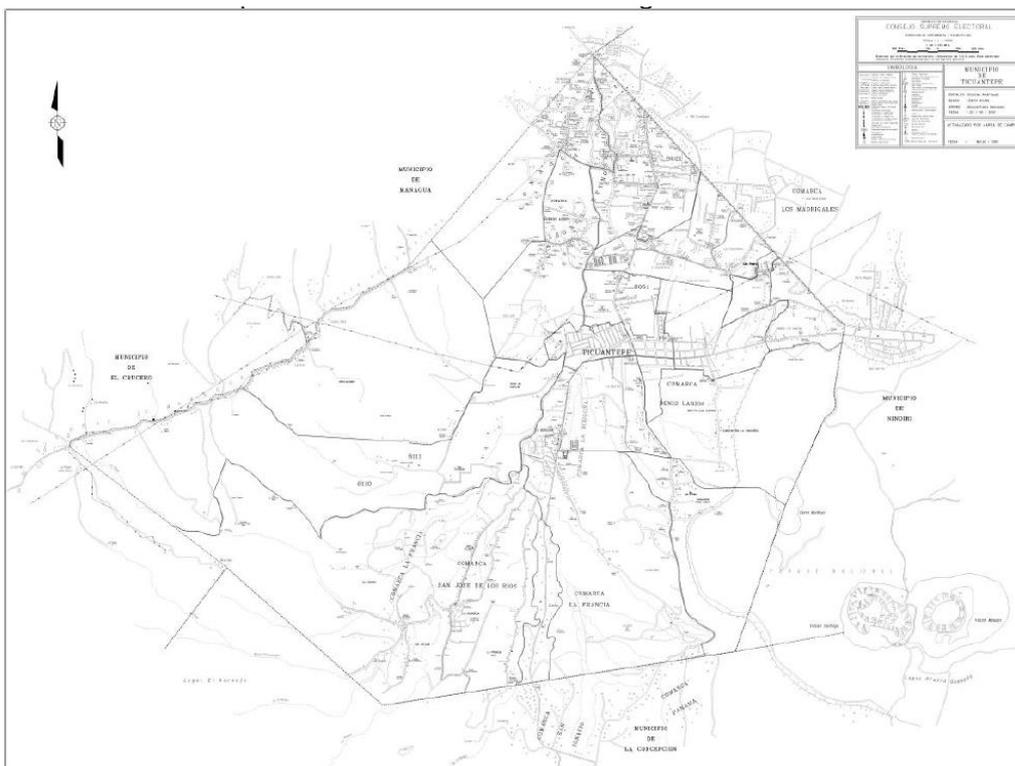
#### **4.1.2 Morfología**

De acuerdo con la posición y las formas del relieve, en el municipio de Ticuantepe se identifican cinco unidades geomorfológicas claramente definidas, con una amplia planicie en el centro, rodeada por el sistema montañoso del Crucero y del volcán Masaya (Plan Ambiental Municipal de Ticuantepe [PAM], 2013).

Las unidades geomorfológicas identificadas:

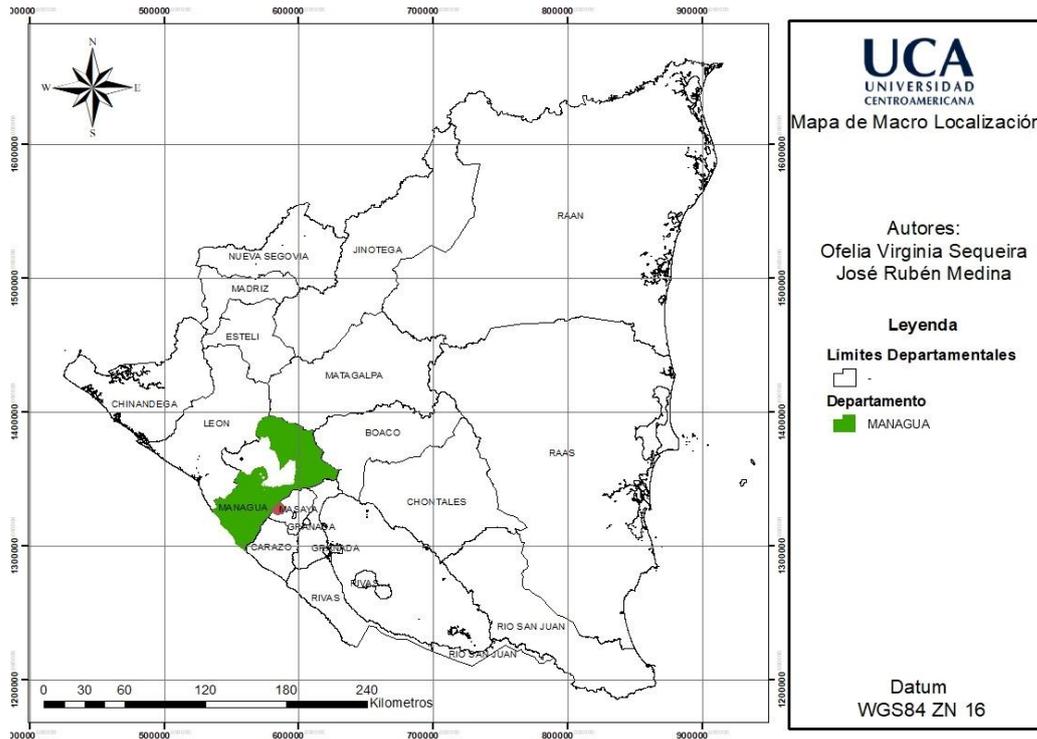
- Planicie Volcánica
- Colinas Volcánicas
- Pie de Monte Volcánico
- Sistema Montañoso Volcánico
- Talud Volcánico
- Caldera Volcánica

Estas características permiten tener un diagnóstico de los elementos con los que el municipio tiene que trabajar para desarrollar las estrategias del servicio de recolección de los residuos, así como el manejo de los mismos. A lo largo de este segmento del documento, se mencionarán algunas características que están directamente involucradas en el análisis del sistema de manejo de los residuos sólidos.

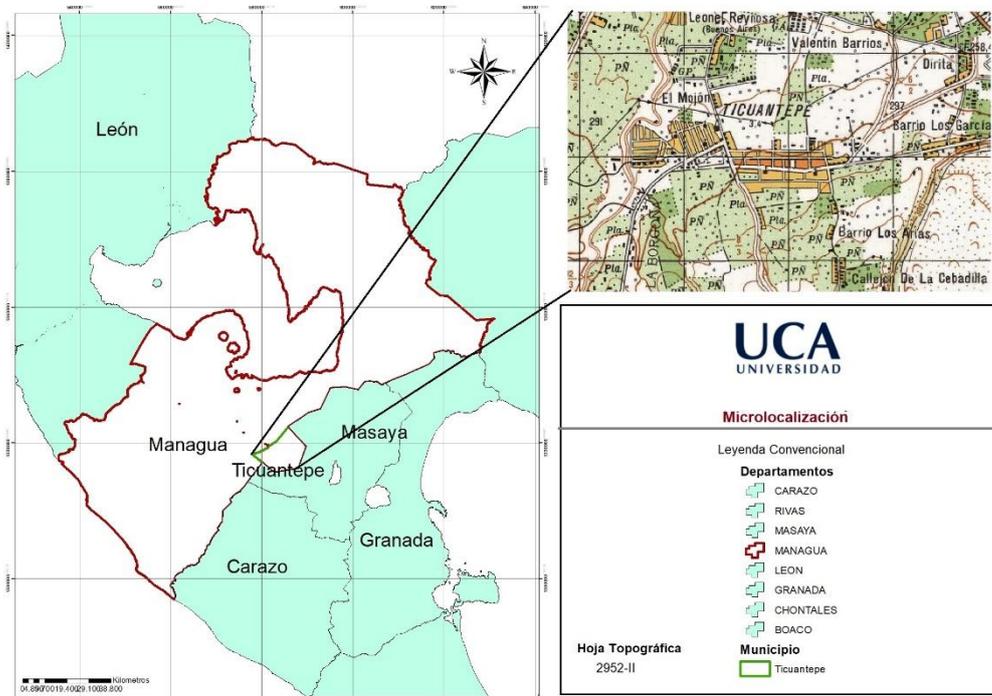


**Figura 7 Límites territoriales del Municipio de Ticuantepe**

*Fuente: SE-SINAPRED, (2009)*



**Figura 8 Mapa de Macro localización Nacional**



**Figura 9 Mapa de Micro localización Nacional**

### **4.1.3 Clima**

Según el régimen de temperatura, las temperaturas promedio en el municipio oscilan entre 19.4 °C registrados en la estación de Casa Colorada y los 26,5°C registrados en la estación de Masaya; del mismo modo, las temperaturas más altas se presentan entre los meses de abril y mayo, oscilando sus valores entre 25,4 y 24,9 grados centígrados respectivamente. La temperatura media más baja se presenta en los meses de Diciembre y Enero cuyo valor registrado fue de 22,2 grados para cada mes (Plan Ambiental Municipal de Ticuantepe [PAM], 2013).

La precipitación promedio anual en el municipio registra un valor de 1 422,9 milímetros. En la época lluviosa registra un promedio de 1 289,5 milímetros y en la época seca un promedio 133,4 milímetros. Se encuentra una zona lluviosa en la parte sur del municipio con valores entre 1 450 y 1 500 milímetros, cuya pluviosidad decrece hacia la zona norte; en la parte baja las lluvias varían entre 1 300 y 1 350 milímetros (Plan Ambiental Municipal de Ticuantepe [PAM], 2013)

### **4.1.4 Suelo**

Según el Atlas de suelo de Nicaragua de INETER et al., (2015):

En los suelos del municipio se encontraron los órdenes Andisoles y Entisoles.

Los suelos Andisoles presentan una alta retención de agua, sin embargo, son frágiles y se pueden desecar rápidamente cuando se ubican en la zona de vida de bosque seco tropical, donde el déficit hídrico es alto.

Los suelos Entisoles se encuentran en paisajes de laderas, superficies erosionadas y depósitos recientes, se desarrollan en cualquier tipo de clima y régimen de humedad del suelo. Tienen diversos usos de la tierra. Debido a poca formación y desarrollos de capas.

#### **4.1.5 Hidrología**

Existen tres zonas de recarga, determinada por las zonas urbanas; la zona de alta recarga, determinada por suelos francos y franco arenosos o franco arcilloso friables y con bloques sub angulares en su perfil con influencia de vegetación y la zona de muy alta recarga, condicionada por los materiales volcánicos de gruesa granulometría de la caldera de Masaya.

Las zonas de fracturas geológicas se podrían asociar a esta zona de muy alta recarga ya que se constituyen como zonas de recarga preferencial en zonas rurales, no obstante de manera conservadora se categorizan como zona de muy alta recarga.

#### **4.1.6 Fauna**

Para Ticuantepe, se reportan 142 especies de aves, las que pertenecen a 15 órdenes y 33 familias, lo que representa el 20,14 % del total de especies reportada para el país, por (Martínez Sánchez, 2007), quien reporta 705 especies. La familia de aves Parulidae es la más representada con 9 especies.

Se encontraron 34 especies de mamíferos, entre las que se encuentran 3 especies de marsupiales, 2 de desdentados, 11 de murciélagos, 1 de primates, 8 de roedores, 1 conejo, 6 carnívoros, y 2 especie de artiodáctilo. Las especies más comunes fueron la ardilla centroamericana, el mono Congo, el armadillo, así como los murciélagos frugívoros de los géneros Artibeus y Carollia, los cuales en su mayoría presentan hábitos generalistas, por lo que se adaptan con facilidad a áreas alteradas.

En anfibios y reptiles se obtuvieron un total de 3 órdenes, 13 familias y 29 especies, las que se dividieron en 1 orden, 2 familias y 4 especies para los anfibios, los reptiles se dividieron 2 órdenes, 11 familias y 25 especies.

#### **4.1.7 Flora**

La mayor diversidad y la mejor estructura vertical del bosque se encuentra en los fragmentos de café abandonados en Montibelli y bosques de Miravalle, con valores de diversidad de 2 233 y 1 941 para el índice de Shannon, respectivamente. Las formas de vida que predominan son árboles; esta condición y los índices de diversidad encontrados, indican que los cafetales con bosque no tienen una buena estructura vertical para infiltrar agua, pero sí se consideran buenos para la conservación de fauna en el paisaje.

#### **4.2 Tipo de Investigación**

El presente estudio, según el nivel de profundidad, corresponde a una investigación de carácter descriptivo, ya que se caracterizó y analizó la gestión ambiental municipal de los residuos sólidos, para la elaboración del Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Ticuantepe (PIGARS). Según la orientación del tiempo es de carácter transversal porque se estudia el fenómeno en el mismo momento de su desarrollo, observando cómo aplican el manejo de los residuos sólidos. Según el contexto de medición, es un estudio con variables cualitativas y cuantitativas.

#### **4.3 Universo y Muestra**

##### **4.3.1 Universo**

El universo (N) corresponde a un total de viviendas de la zona urbana y periurbana del Municipio de Ticuantepe, ubicadas en comunidades, repartos, residenciales y condominios, con una suma total de 3, 500 contratos.

##### **4.3.2 Muestra**

El tamaño de la muestra para la aplicación de la metodología PIGARS corresponde a 70 viviendas, distribuidas en repartos, comunidades, residenciales y condominios. Con relación al número de contratos, que suministra el servicio de recolección de residuos de la zona urbana y periurbano, éstas equivalen al 2% del total de los contratos del municipio

(70 Viviendas \* 100%/3500 Viviendas). Es importante aclarar, que el término contrato es el utilizado por el personal de servicios municipales.

#### **4.3.3 Proceso de selección de muestra**

Las 70 viviendas equivalen al 2% de las casas del municipio. Según Miguel Balladares (1998), afirma que el tamaño de la muestra debe oscilar entre un 2% y 6% del total de elementos muestrales (viviendas) ubicadas en el área de influencia del estudio (centro urbano y peri-urbano del Municipio). El 2% del universo de 3, 500 de viviendas, concierne a 70 viviendas muestrales. También se toma en cuenta una muestra que describa de manera equitativa la distribución de las zonas que tienen mayor densidad poblacional con la de menor, de manera que se pueda evaluar la integridad del servicio, del sistema y del tratamiento de los residuos.

Se utilizó el 2% del total de viviendas del centro urbano (3500), respetando los marcos del método, de tal manera que la muestra de 70 viviendas se obtuvo, dividiendo dichas viviendas, según los estratos económicos, condominio, residencial, reparto y comunidad.

Dependiendo del estrato, las viviendas muestran las siguientes particularidades:

Estratos de Ingresos altos (A): Están conformados por viviendas que se encuentran en condominios y residenciales, cuyos habitantes presentan gran calidad de vida, debido a que obtienen altos ingresos; se distinguen por tener un nivel educativo privilegiado, además que poseen todos los servicios básicos y otros servicios complementarios (internet, televisión satelital, entre otros). Las viviendas aparentan estar en buen estado. Existe buen estado de las calles donde se encuentran ubicadas y todas están pavimentadas.

Estratos de Ingresos medios (M): Conformados por repartos, que han ido creciendo a través de los años; se encuentran densamente poblados; algunos cercanos a industrias o centros comerciales. Poseen los servicios básicos; algunas familias tienen la oportunidad de contratar empleada doméstica. Las calles y vías de acceso están en regular estado.

Estratos Ingresos bajos (B): Están conformados por las comunidades, en donde hay viviendas antiguas que han sido maltratadas por el paso del tiempo y por

asentamientos espontáneos, que quizás carecen de algunos servicios básicos. Son viviendas con apariencia humilde. Las familias no tienen el apoyo de una empleada doméstica y son raros los casos que poseen vehículo. Las calles se encuentran en mal estado y en caso de lluvias muy fuertes, el acceso se limita en gran medida.

#### 4.4 Variables e Indicadores de Estudio

Las variables del estudio se definen como las características físicas de los residuos sólidos, considerándola la variable independiente y el manejo de los residuos sólidos es la variable dependiente, ya que el manejo va ligado a la generación y su composición física.

**Tabla 1 Variables, Indicadores, Técnicas e Instrumentos en estudio**

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumento
Características físicas de los Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peso</li> <li>▪ Densidad</li> <li>▪ Volumen</li> <li>▪ Producción total</li> </ul>	Observación en el campo	Registros de fotografías
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimación Per-Cápita (PPC)</li> <li>▪ Composición física</li> </ul>	Método de Cuarteo	Matriz de registro de masa y volumen
Sistema Manejo de los Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación</li> <li>▪ Recolección</li> <li>▪ Transporte</li> <li>▪ Barrido de calles</li> <li>▪ Disposición final</li> </ul>	Entrevistas a los usuarios y operarios de la limpieza pública	Entrevistas

## **4.5 Técnicas de Recopilación de Información**

### **4.5.1 Observación in situ**

En esta actividad se logró identificar información sobre el proceso de almacenamiento, recolección, y disposición final de los residuos sólidos. Se registró la información sobre el tipo de recipientes que se utilizan en el almacenamiento, rutas de recolección, horarios de recolección y frecuencia de recolección.

### **4.5.2 Entrevistas**

La técnica de realizar una entrevista es un recurso viable debido a que a través de ella se obtuvo información por parte de la Dirección de Servicios Municipales. Se formularon una serie de preguntas con el fin de obtener información que no se hubiera podido obtener solamente por la actividad de observación In Situ.

### **4.5.3 Encuesta a población**

La aplicación de las encuestas va en función de las viviendas que fueron seleccionadas para el muestreo, en las cuales se obtuvo una muestra con diferentes estatus económico-social, tomando en cuenta las actividades que pueden llegar a desempeñar los habitantes de las viviendas. La encuesta está compuesta por una serie de preguntas cerradas que facilitan la recopilación y procesamiento de información.

### **4.5.4 Método de cuarteo**

En la aplicación del método de cuarteo se realiza la caracterización y composición de los residuos sólidos de la zona urbana y peri-urbana del municipio de Ticuantepe. Dicho método consta en determinar el peso, densidad, producción per cápita y la composición física de los residuos sólidos.

### **4.5.5 Matriz de registro de masa y volumen**

Se utilizó este instrumento para recolectar y cuantificar la información que se generaba al momento de la aplicación del método del cuarteo en los residuos sólidos con el fin de facilitar el procesamiento y análisis de los mismos

#### **4.6 Metodología PIGARS**

El proceso de investigación para la elaboración del Plan de Gestión de los Residuos Sólidos del Municipio de Ticuantepe utiliza de referencia la Metodología PIGARS, dicha metodología fue constituida por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú (CONAM-PERU). Esta metodología funciona de referencia ya que integra una serie de procedimientos que inducen directamente el trabajo conjunto de la población con la Alcaldía Municipal en todos los niveles, vinculados a la temática del manejo de los residuos, por otra parte, se acopla al entender como las características socio demográficas del área de estudio se tienen que trabajar, como el contacto con la población, para desarrollar y obtener resultados positivos, propositivos y económicamente viables.

#### **4.7 Justificación técnica y práctica de la metodología Seleccionada**

Los estudios que han requerido una caracterización de la generación y cuantificación de los residuos sólidos a nivel municipal en el país, han sido mediante la ejecución de un muestreo semanal de viviendas de acuerdo a una población establecida y aplicando un método de cuarteo; este último ha sido formulado y establecido por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente/Organización Panamericana de la Salud) y empleado de la misma manera por la OPS (Organización Panamericana de la Salud). Los resultados que han aportado este tipo de estudios han sido apegados a la realidad de los municipios, que han permitido a lo largo de los años el desarrollo de rellenos sanitarios, rediseño de rutas de los camiones recolectores, análisis del consumo de combustible de acuerdo a los tiempos y distancias ejecutados por ruta, en fin, una serie de consideraciones que hacen de este método eficiente y práctico desde un punto de vista económico y técnico. Este método aglomera en sus principios un alto nivel de eficiencia, validez y objetividad en cuanto a la calidad de la información y a lo fácilmente extrapolable. Estos son argumentos que nos hicieron seleccionar dicha metodología, tomando en cuenta que es un estudio a nivel académico-investigativo que fácilmente puede ser admitido de referencia para el desarrollo a corto y mediano plazo de

un proyecto del manejo de los residuos; tomando en cuenta que el municipio de Nindirí y Ticuantepe comparten el vertedero.

#### 4.8 Descripción del Proceso Metodológico

Como se mencionó en el apartado anterior, la estrategia que se implementó en este estudio para el municipio de Ticuantepe es la metodología PIGARS, que establece muchos procedimientos que van más allá del alcance de nuestro estudio; por tal razón, el enfoque que se optó es el generar un documento académico que busca responder de manera objetiva, al diagnóstico general del manejo y producción de los residuos en el municipio.

Sin embargo, a continuación, se establecen los puntos que se determinaron de esta metodología en nuestro estudio y posteriormente explicando su finalidad.

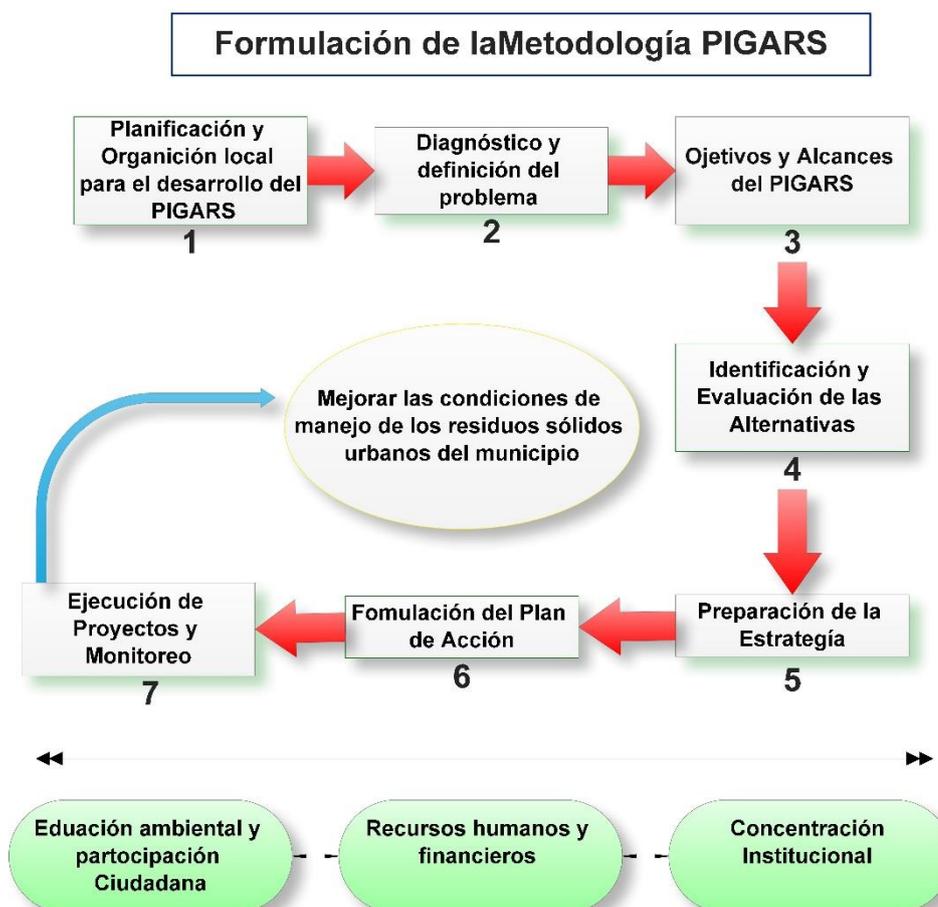


Figura 10 Metodología PIGARS

#### **4.8.1 Planificación y organización local para el desarrollo del PIGARS**

Esta planificación permite que las partes interesadas tengan la información suficiente para facilitar el acceso, disposición de recursos y beneficios resultantes del estudio, permite la creación de una línea base que ofrezca una validación oportuna de la información que se genera y que los porcentajes de confianza sean altos y las incertidumbres disminuyan. Esta información nace del desarrollo del FODA ya que, debido a sus diversas causas, permitirá concretar reuniones de trabajo con las personas encargadas de las unidades ambientales y servicios municipales una vez se tengan los resultados. Acá se deciden las rutas que van a ser muestreadas, la cantidad de viviendas a ser muestreadas y el reconocimiento de la ruta del camión recolector y los tiempos en que ejecuta dicho recorrido.

#### **4.8.2 Diagnóstico y definición del problema**

Esta etapa de la investigación nace de las técnicas de observación que inicialmente se contemplaron, por la realidad que existe en el país, hay información limitada en materia de residuos sólidos urbanos, principalmente por que requieren una inversión muy alta y, aún más importante no se les da la debida atención a la magnitud que puede tener el tema. Por este motivo se consigue una postura de reincidencia en la población de siempre tener en cuenta que los residuos sólidos si no se manejan, no es responsabilidad directa.

#### **4.8.3 Caracterización de los residuos sólidos**

Se realizó la caracterización de los Residuos Sólidos domésticos generados en el municipio de Ticuantepe mediante el “Método de Cuarteo” que es considerado aplicable en ciudades y municipios pequeños de América Latina; está validado y reconocido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS/OMS. Con los residuos sólidos que son procedentes del Hospital, Casa Materna, Mercado Municipal y el supermercado Maxi Palí, se realizaron estimaciones según el número de personas que los frecuentan.

Dicha caracterización comprende el cálculo y análisis de las siguientes variables:

- Producción total y Per. Cápita (PPC)
- Volumen
- Densidad
- Composición Física

Ya definido el número de viviendas a muestrearse, se aplicó una distribución de las 70 viviendas en comunidades, repartos, residenciales y condominios atendidos por el servicio de recolección. Se entregó bolsas plásticas con un código de identificación que fue asignado para la vivienda, con el fin de depositar todos los residuos sólidos generados en el interior de la vivienda, en 8 días consecutivos (del 05 al 12 de septiembre 2017), el código en mención fue colocado en un lugar visible de la vivienda. Dicha actividad quedó registrada en los listados de Anexos N°05. Para la toma de muestras de los residuos sólidos domésticos se contó con un vehículo de la Alcaldía para realizar la recolección diaria.

El día uno de la fase de campo fue importante para afinar detalles en la aplicación del método y la recolección de las muestras de residuos por las viviendas seleccionadas.

Posteriormente a la colecta del muestreo de los residuos sólidos de las viviendas seleccionadas, se realizó una visita a las mismas, solicitando información, como el número de personas que habitan, y que tipos de residuos generan cada una de ellas, ya sea orgánicos o inorgánicos. En la misma se incluyó recomendaciones dirigidas, a conocer punto de vista de la población con respecto al servicio de la alcaldía (Ver Anexo 07).



**Fotografía 1 Entrega de las bolsas con su codificación asignada**

A continuación, se describe el proceso optado para el cálculo de las variables (producción per-cápita, volumen, densidad, y composición física) relacionadas a la caracterización de residuos sólidos:

#### **4.8.4 Estimación de la producción per cápita (Kg/ha/día)**

Para determinar el cálculo de esta variable, primeramente, se deben pesar individualmente las muestras colectadas (bolsas con residuos) por 8 días consecutivos, antes de realizar el método de cuarteo y la clasificación física, registrando los pesos obtenidos en una ficha de registro.

Con las cantidades registradas se calculó la producción per cápita del municipio de Ticuantepe aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{PPC (Kg/Hab/Día)} = \frac{m}{n}$$

Donde:

PPC = Producción per cápita expresada en Kg/hab/día

m = Peso de los residuos expresados en Kg/día

n =Número de habitantes que componen la muestra

Para determinar la producción total de los residuos sólidos domiciliarios que se generan en el Municipio de Ticuantepe, se debe multiplicar el resultado de la variable (PPC), por el número total de habitantes del área urbana.

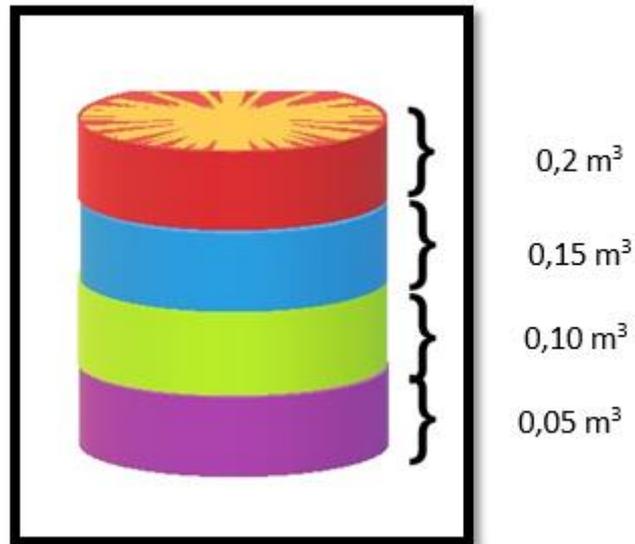
Adicionalmente, se realizaron entrevistas complementarias con el Director de Servicios Municipales y con el Encargado de la cuadrilla de recolección, para conocer la producción total de residuos sólidos urbanos que se generan a diario. De igual forma se realizó un análisis de las personas que asisten y permanecen por mes en el Hospital, Casa Materna, Mercado Municipal y Supermercado Maxi Palí.



**Fotografía 2 Etapa de pesaje de las bolsas con residuos sólidos**

#### **4.8.5 Determinación de volumen**

Previo al pesaje de cada muestra, éstas fueron vertidas en un barril de 55 galones ( $0,2 \text{ m}^3$ ), sin hacer ninguna presión y realizaron suaves agitaciones para lograr que los espacios vacíos fuesen ocupados por los residuos (homogenización).



**Figura 11 Escalas volumétricas predeterminadas de un barril de 55 gls**

Posterior de dichas actividades, se procedió a medir la altura de los residuos alcanzados en el barril con una cinta métrica, estas cifras son importantes ya que equivalen a unidades específicas de medidas en m<sup>3</sup>, para el cálculo de la densidad de cada día.

El volumen final, fue el resultado de promediar los valores unitarios registrados durante cada día de muestreo (Aguirre & Gallegos, 2012).



**Fotografía 3 Barril para la determinación del volumen**

#### **4.8.6 Determinación de densidad o peso específico (Kg/m<sup>3</sup>)**

Para realizar la determinación de la densidad se utilizó el barril de (0,2 m<sup>3</sup>) de capacidad. La densidad se calculó considerando la producción total del día de residuos sólidos expresados en Kg, entre el volumen de barriles (m<sup>3</sup>) que se llenaron según la producción total diaria de residuos sólidos, que se deduce de la cantidad de barriles.

$$D \text{ (Kg/m}^3\text{)} = \frac{PT}{V}$$

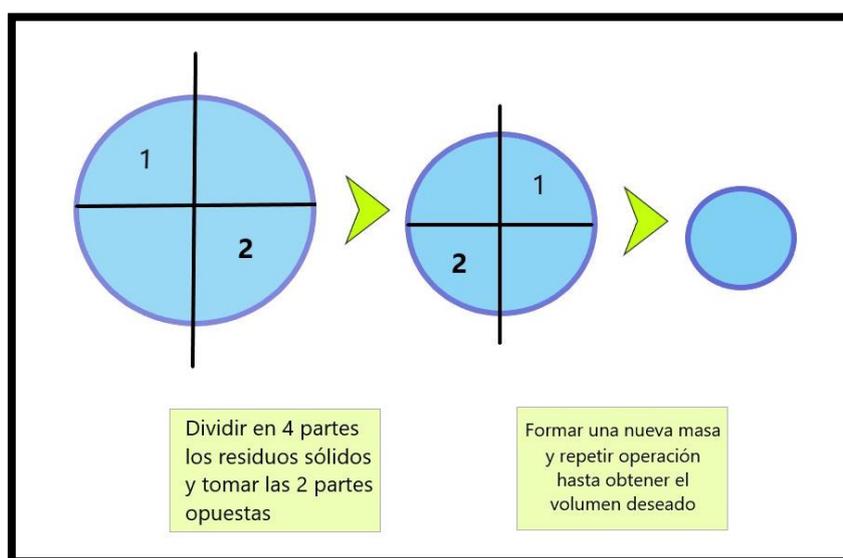
D = Densidad de los residuos sólidos expresada en Kg/m<sup>3</sup>

PT = Producción Total de los residuos sólidos expresados en Kg

V = Volumen de los barriles según la PT de residuos sólidos expresados en m<sup>3</sup>

#### 4.8.7 Determinación de la composición física

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos, se aplicó el Método del Cuarteo. Para comenzar se procedió al tomar todas las muestras recolectadas, los cuales estaban expuestas en una base impermeabilizada (plástico negro), procediendo inmediatamente a mezclarlos hasta que se logró obtener un montículo bastante homogéneo; de una vez se procedió a dividir el montículo resultante en 4 partes iguales, siempre escogiendo las 2 partes opuestas, para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se volvió a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogieron dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos.



**Figura 12 Diagrama de Método de Cuarteo**

Los residuos que resultaron de la muestra de 50 Kg se separaron y clasificaron según la naturaleza de los componentes:

- Materia Orgánica
- Papel
- Cartón
- Plásticos
- Tela
- Vidrio



**Fotografía 4 Método de Cuarteo aplicado**

Seguido de la clasificación según su naturaleza, se utilizó un balde de 20 litros de capacidad para la actividad del pesaje. El peso de los residuos registrados por día fue el resultado de la diferencia del valor del peso del balde lleno menos el valor del balde vacío. Dicha variable será utilizada para el cálculo y análisis del porcentaje específico de cada componente.



**Fotografía 5 Material y espacio utilizado**

#### **4.8.8 Evaluación del manejo actual de los residuos sólidos urbanos**

##### **Aspectos Técnicos – Operativos del Servicios**

En esta etapa de recolección de información, los resultados obtenidos fueron gracias a las técnicas metodológicas de generación y búsqueda de información (entrevista, observación In Situ, hojas de registro de campo).

Los aspectos técnicos operativos están vinculados al sistema de manejo de los residuos sólidos, tanto en la generación, recolección, transporte, almacenamiento, barrido de calles y disposición final de zona urbana y peri-urbana del Municipio de Ticuantepe.

Según las inspecciones in situ a bordo de uno de los camiones recolectores de residuos sólidos de la ruta corta de la misma Alcaldía, vehículo donado en el período de la administración 2009-2012, se procedió a observar, tomar notas y georreferenciar algunos puntos, en el momento que se daba el proceso de recolección desde inicio de la ruta hasta su disposición final. Las tomas de notas en mención reflejan las horas laboradas, la ruta establecida, la frecuencia de mantenimiento del vehículo, la capacidad del vehículo, el kilometraje recorrido, la cantidad de trabajadores, la capacitación del personal, el número de vehículos recolectores, el presupuesto establecido para la recolección de residuos, el porcentaje de población servida y los equipos de protección para los trabajadores.

##### **Aspectos Administrativos**

La evaluación y análisis que se generó mediante la aplicación de la técnica de recopilación de información, particularmente la entrevista, fueron los aspectos administrativos que son las actividades ligadas al registro de contratos (viviendas), casos de quejas o sugerencias en cuanto al sistema de manejo de residuos sólidos, los que son atendidos en el departamento para dar respuesta inmediata.

Se aplicó entrevista a un funcionario público de la Alcaldía que está ligado directamente al servicio (Ver Anexo 06), dichos resultados son de gran

relevancia para la definición y elaboración de los aspectos que integren el análisis del FODA.

Este Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y amenazas (FODA), integra en un mismo análisis los aspectos administrativos, técnicos y operacionales.

#### **4.9 Establecimiento de los Objetivos y Alcances del PIGARS**

Estos objetivos fueron definidos de acuerdo a la necesidad de generar datos que permitan analizar la producción de residuos y realizar un diagnóstico general del manejo de los mismos. Otro elemento que permitió visualizar el establecimiento de los objetivos fue la accesibilidad que la alcaldía municipal puso a disposición, que comprendió una gran parte de sus recursos (transporte, entrevistas, información y antecedentes) que sumaron a identificar y evaluar más elementos en el muestreo, en las encuestas y en la eficacia de los resultados.

#### **4.10 Identificación y Evaluación de las Alternativas**

Este proceso se construye a partir de los resultados obtenidos de la caracterización del manejo de los residuos; de la información recopilada en campo de los usuarios del servicio, de los responsables del servicio y de los operarios que realizan la limpieza municipal. Ticuantepe ha tenido la particularidad de no tener la opción de tener su propio vertedero por la distancia tan somera que existe en el manto freático de la zona, el aporte de agua que generan a la capital y el riesgo potencial de contaminar el vital líquido. Por tal razón, las alternativas se evalúan de acuerdo a los recursos que el municipio pretende invertir y la viabilidad o la mejora misma de la alternativa que en los últimos años han implementado. El desempeño exitoso de un buen análisis de las alternativas, va de la mano con la disposición de la población y de la municipalidad para mejorar el servicio y optimizarlo.

#### 4.11 Preparación de la Estrategia

La estrategia y sus componentes deben tener políticas, metas, y objetivos congruentes, deben centrar los recursos y esfuerzos en los aspectos críticos descubiertos durante el proceso de formulación de estrategias o planes de acción. Deben ocuparse de los problemas susceptibles de solución, teniendo en cuenta los recursos y capacidades de la institución. La estrategia debe ser capaz de producir los resultados esperados en el espacio de tiempo más eficiente posible

#### 4.12 Formulación del Plan de Acción

El mérito del desarrollo del Plan de Acción se formula a partir del reconocimiento de las acciones y actividades que dentro del diagnóstico in situ se realizaron y percibieron, éstas con el fin de mejorar el servicio y la gestión de los residuos de acuerdo a los objetivos que se propusieron, dicho plan se configura a partir de los problemas identificados y estará diseñado conforme a los lineamientos, objetivos y alcances enmarcado en la **Política Nacional sobre la Gestión de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos.**

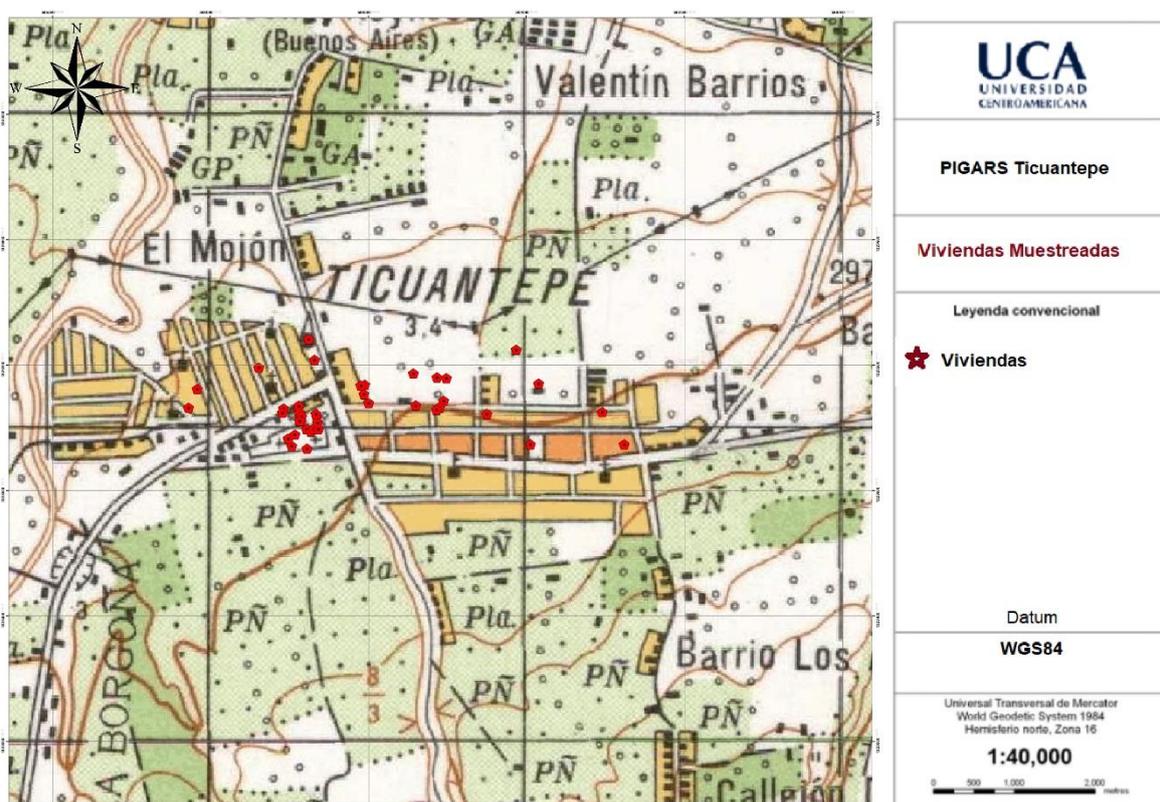
**Tabla 2 Diseño del Plan de Acción**

	<b>Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS) (2017 - 2024)</b> <b>Alcaldía Municipal de Ticuantepe</b>			Código:	PGRSU
				Fecha:	
				Revisión:	
				Revisado:	
	Aspecto: Político - Institucional			Página:	1
<b>Objetivo</b>	<b>Metas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsables</b>	<b>Período</b>

Se diseñó una matriz de estrategias la cual consiste en plantear jerárquicamente recomendaciones generales a ser ejecutadas por parte de la Alcaldía Municipal, de manera tal que se garantice que el cumplimiento de los objetivos, alcances y metas provistas se logre de la mejor manera posible. Por otra parte, se elaboró una propuesta de Ordenanza Municipal con el objetivo de formular una Oficialización del Plan del Plan de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos y Peri-urbanos del Municipio de Ticuantepe.

## V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Durante la fase de campo del presente estudio se incluyó a 70 viviendas que fueron parte de la muestra calculada a lo largo de todo el casco urbano del municipio; asimismo se hizo la visita al Hospital, Casa Materna, Mercado y Supermercado Maxí Palí del Municipio de Ticuantepe, siendo cada uno de ellos factores determinantes en la generación y manejo de los residuos sólidos urbanos; para este estudio se trabajó de la mano con la Dirección de Servicios Municipales de Ticuantepe. Sin embargo, el dato estimado por el Hospital Amistad México – Nicaragua no pudo ser corroborado con precisión, sin embargo el análisis se hizo tomando en cuenta valores promedio brindados por un médico internista del hospital.



**Figura 13 Mapa de las viviendas muestreadas en el Municipio de Ticuantepe**

A continuación, se presenta análisis y discusión de los resultados obtenidos en el proceso investigativo y de campo, considerando los objetivos y el diseño metodológico previamente planteado.

## **5.1 Características de los Residuos Sólidos**

Los resultados del muestreo de residuos llevado a cabo del 04 al 12 de septiembre del 2017, en el municipio de Ticuantepe, toman en cuenta las características de los residuos, muestran información sobre producción Per-Cápita y Total, análisis de la composición física y densidad de los residuos sólidos; de igual forma se estimó el cálculo de la proyección a 20 años de la generación total de los residuos sólidos.

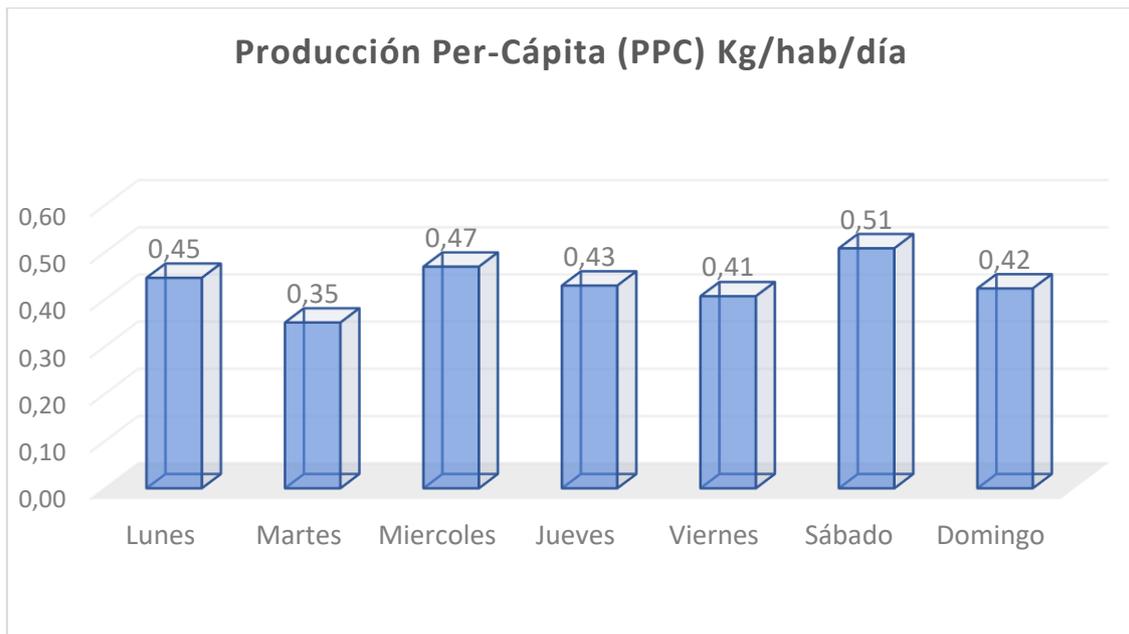
## **5.2 Producción de Residuos Sólidos**

La producción de los residuos sólidos del municipio se compone de domiciliarios, hospitalarios, Mercado Municipal y Supermercado Maxi Palí. Los resultados sobre los residuos sólidos domiciliarios se obtuvieron por medio de la producción per-cápita en la zona urbana y Peri-urbana en el Municipio de Ticuantepe.

## **5.3 Producción Per-Cápita (PPC)**

La producción de residuos por habitante/día (PPC), fue el resultado total de los residuos entre la duración del muestreo de siete días, y esto entre el número de habitantes del total de las casas muestreadas. Estimando así la generación de los residuos sólidos por cada habitante del Municipio de Ticuantepe que es de 0,43 Kg al día (Kg/hab/día), el rango oscila entre 0,35 a 0,51 Kg/hab/día.

Se observó que el día con mayor producción de residuos sólidos es el día 6 que corresponde al sábado. En el siguiente gráfico se observa la PPC para cada día del muestreo.



**Gráfico 1 Producción Per-Cápita (PPC) para el Municipio de Ticuantepe, 2017**

Según el análisis estadístico de los mismos datos obtenidos, se refleja una desviación estándar de la Producción Per-Cápita de  $S=0,086$ ; se puede expresar que es una correlación aceptable estadísticamente, debido a que la media obtenida de 0,43 Kg/hab/día con respecto a los resultados muestreados es cercana la realidad observada.

### **Producción Per-Cápita (PPC) por estratos socioeconómicos**

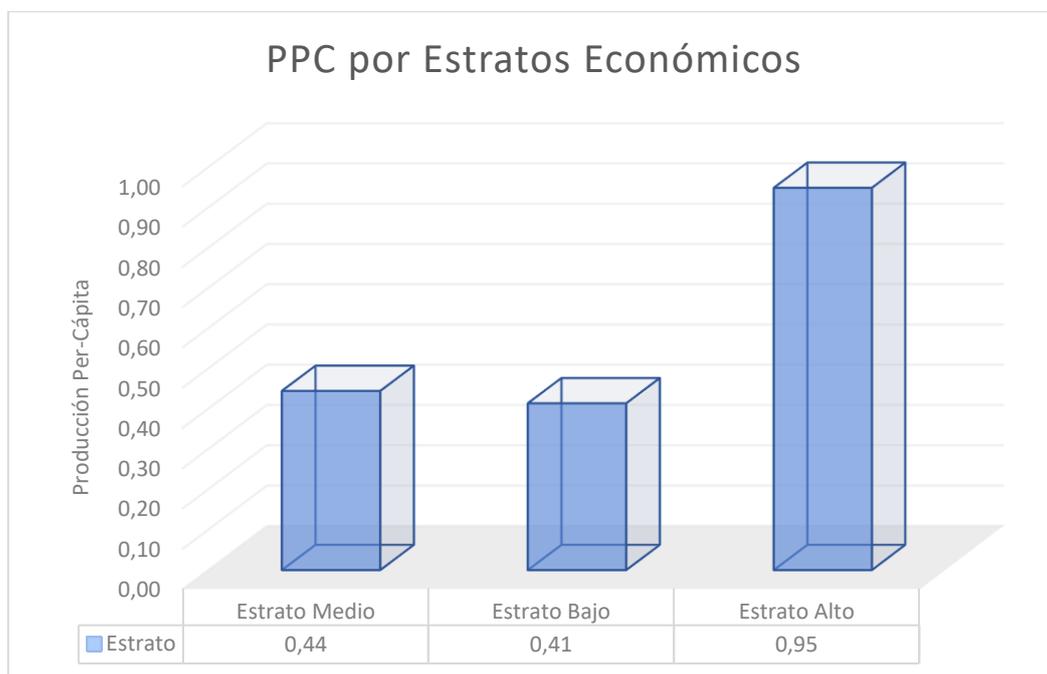
La producción per-cápita de los residuos según los tipos estratos se presentan en la siguiente tabla. Se estimó la variable en los estratos bajo, medio y alto.

**Tabla 3 Producción Per Cápita (PPC) por estratos socioeconómicos**

<b>PPC (Kg/hab/día)</b>		
<b>Estrato Alto</b>	<b>Estrato Medio</b>	<b>Estrato Bajo</b>
0,95	0,44	0,41

Para el estrato alto se obtuvo PPC elevada, es decir sobrepasando el doble de los demás estratos, debido a que tiene la condición y capacidad económica más alta, ya que pueden comprar cualquier artículo u objeto que para ellos no es necesario reutilizar, por lo tanto, es descartado y remplazado por uno nuevo.

El PPC del estrato medio es mayor que el estrato bajo, por la simple razón de que el primero tiene mayor capacidad adquisitiva, su ubicación es en el centro del municipio, mayor número de viviendas, en cambio el segundo es menor, pero similar quizás por el número de personas que habitan, que en este caso pueden ser niños que permanecen en las viviendas que eventualmente generan mayor volumen de residuos, también una buena cantidad de residuos proviene de los patios, que son patios extensos y con mayor presencia de árboles.



**Gráfico 2 Producción Per-Cápita por estratos socioeconómicos en el municipio**

### **Comparación de valores de PPC para diferentes zonas del país**

Como menciona Lacayo & López (2009), en el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Diriamba, en el Departamento de Carazo, los valores de PPC que se obtuvieron gracias a otros estudios de manejo de residuos sólidos en otros municipios de Nicaragua son de gran referencia para nuestra investigación.

El Municipio de Ticuantepe posee un PPC bajo de 0,43 Kg/hab/día, en comparación a la capital de Managua con un PPC mayor. Se debe tomar en cuenta que el valor PPC se vincula a las condiciones climáticas de la zona que

afecta en el peso de los residuos y en las conductas de consumo de los habitantes.

Según Acurio, et al. (1997), en América Latina y el Caribe, se estima un rango de producción PPC 0.3 a 0,8 Kg/Hab/día. Lo cual indica que en un país de bajos ingresos como el caso de Nicaragua, los valores de PPC oscilan entre 0,4-0,6 Kg/Hab/día.

**Tabla 4 Valores de PPC para diferentes municipios del país**

Municipio	PPC (Kg/hab/día)
Diriamba	0,41
Estelí	0,42
Tipitapa	0,47
Bonanza	0,37
Jalapa	0,29
Puerto Cabezas	0,61
Acoyapa	0,77
San Juan de Río Coco	0,55
Pantasma	0,28
San Carlos	0,36
Managua	0,70
Santo Tomás	0,52

Fuente: Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Diriamba, (2009)

#### **5.4 Producción Total**

La producción total de los residuos urbanos de cierta localidad resulta por la suma de los valores de producción estimada para los diferentes sectores dependiendo de su origen.

#### **Producción de residuos sólidos en el Mercado Municipal**

El Municipio de Ticuantepe cuenta con un Mercado Municipal, inaugurado bajo el nombre de “Francisco Carmona”, el cual está conformado por 42 tramos aproximadamente en con área de 5,98 m<sup>2</sup>. Según Registros de la Dirección de Servicios Municipales, se estima que el mercado produce 3 m<sup>3</sup>/día de residuos sólidos.

Para su recolección el camión recolector realiza su recorrido matutino el cual solo hace un viaje al día, de lunes a sábado.

No existe control por parte de la municipalidad sobre los residuos sólidos del Mercado Municipal, a causa de falta de recursos humanos y económicos para llevarlo a cabo. Por la misma razón se calculó la generación de los residuos procedentes de manera general. Para la estimación de la generación de los residuos sólidos procedentes del Mercado, se utilizó una densidad de 366,02 Kg/m<sup>3</sup> (Aulinas, 2005), obteniendo una producción de residuos sólidos de 1098,06 Kg al día, que equivalen a 1,098 Tn/día.



**Figura 14 Mercado Municipal de Ticuantepe**

*Fuente: Google Earth, (2017)*

### **Producción de residuos sólidos hospitalarios**

El Municipio de Ticuantepe posee un hospital primario, “Hospital Amistad México-Nicaragua”, que genera poco volumen de residuos. Este centro realiza la recolección y separación de los residuos sólidos infecciosos y de los no infecciosos. El camión recolector pasa todos los días por la mañana ocupándose de los residuos no infecciosos. Los residuos infecciosos son tratados en un pequeño incinerador que posee el hospital.

El Hospital Amistad México-Nicaragua brinda atención médica a la población del municipio; cuenta con 11 camas y atiende alrededor de 3 956 consultas. En los últimos años se han realizado remodelaciones en la unidad, donde ahora tienen modernos equipos, consultorios, áreas de nebulización, de rehidratación, de observación, un quirófano, una nueva área para el trabajo de parto y puerperio. Se inauguró una sala de emergencias que beneficiará a muchas personas (Comité Institucional de Salud, 2016).

También poseen un centro de salud, “La Borgoña”, el cual atiende 503 consultas al mes, no posee camas. También existe una casa materna municipal, “Nidia Mendoza” la cual se encuentra contiguo al hospital, cuenta con 6 camas y 2 baños, y puede albergar a 14-16 mujeres embarazadas (Comité Institucional de Salud, 2016).

Para el cálculo de la generación se utilizó un per cápita (Kg/pac./día) tomado de otros centros de salud municipales del país, tales como Sócrates Flores, Altagracia, Francisco Morazán, de los distritos II y III del Municipio de Managua, considerando que estos presentan similitudes de atención de salud para la población. Por lo tanto, se utilizó un per capita de 0,10 Kg/pac/día para el hospital (Sánchez & Alaniz, 2009). La generación del hospital es de 30 Kg residuos al día.

**Tabla 5 Generación de residuos sólidos por unidades de salud**

Unidad de Salud	Número de Paciente	Producción
H. Amistad México-Nicaragua	300	30 Kg/día

### **Producción de residuos sólidos supermercado Maxi Palí**

Según Luz Elena Sequeira, (2013):

Para 2006, los supermercados Palí y los supermercados la Unión, pasaron a formar parte de la transnacional Wal-Mart, quien un año atrás había iniciado operaciones en Centroamérica. La cadena Wal-Mart está expandiendo su presencia en Centroamérica, sumando a las tiendas de autoservicio, el negocio de importación de productos textiles y alimenticios.

Wal-Mart es el operador detallista líder en la región, con más de 528 tiendas y más de 30 mil trabajadores en Nicaragua, Guatemala, Honduras, El Salvador y Costa Rica. Además, tiene presencia en Argentina, Brasil, Chile, México y Puerto Rico.

Los supermercados Palí y los supermercados La Unión continuaron operando con el mismo nombre y con las mismas características de atención al segmento de mercado focalizado, con el cual iniciaron operaciones. Los supermercados Pali, dirigidos a la atención de un segmento de mercado masivo, no solo por los precios que oferta, sino también por la ubicación geográfica de sus locales, con una estrategia de venta al menudeo.

A la fecha, existen un total de 63 supermercados Pali a nivel nacional, de los cuales la mayor concentración se encuentra en la ciudad de Managua con dieciséis supermercados Pali. Ocho supermercados La Unión y nueve supermercados Maxi Palí, los cuales son un híbrido entre tienda de descuento y supermercado, dado que además de comestibles ofrece electrodomésticos y productos de ferretería, entre otros, este nuevo concepto de establecimiento inicio operaciones en Nicaragua en el año 2011.

Por lo general, los supermercados Pali se encuentran ubicados cerca de los principales mercados, y si bien están ubicados cercanos a barrios populares están localizados en las vías principales de mayor circulación vehicular y no necesariamente en lo interno de los barrios.

El supermercado Maxi Palí que se encuentra en el Municipio de Ticuantepe, a 100 m sur de la rotonda de la entrada de este municipio, dicho supermercado cuenta con un área de 6,47 m<sup>2</sup>.



**Figura 15 Ubicación del Supermercado Maxi Palí**

*Fuente: Google Earth, (2017)*

Para la estimación de la generación de los residuos sólidos del supermercado, en la ruta matutina de recolección de los residuos sólidos municipales, se observó que se producen alrededor de  $5 \text{ m}^3/\text{día}$ , en el camión recolector que se iba a bordo cada uno de sus vagones tiene una capacidad de  $6 \text{ m}^3/\text{día}$ , uno de los vagones iba repleto de basura con los residuos sólidos del supermercado, los que eran sacados por los operarios que van recolectando y acomodados por uno de los mismo que va arriba del camión. Se utilizó una densidad de  $366,02 \text{ Kg/m}^3$  (Aulinas, 2005), se tomó nuevamente la densidad de los residuos del mercado, ya que la mayoría de los residuos están conformados por perecederos que ya no están en buenas condiciones, para su comercialización y consumo, obteniéndose una producción de residuos sólidos de  $1830,1 \text{ Kg}$  al día, que equivalen a  $1,83 \text{ Tn/día}$ .



**Figura 16 Residuos sólidos almacenados en bodega construida por el supermercado**



**Figura 17 Operarios retirando residuos sólidos del supermercado Maxi Palí**

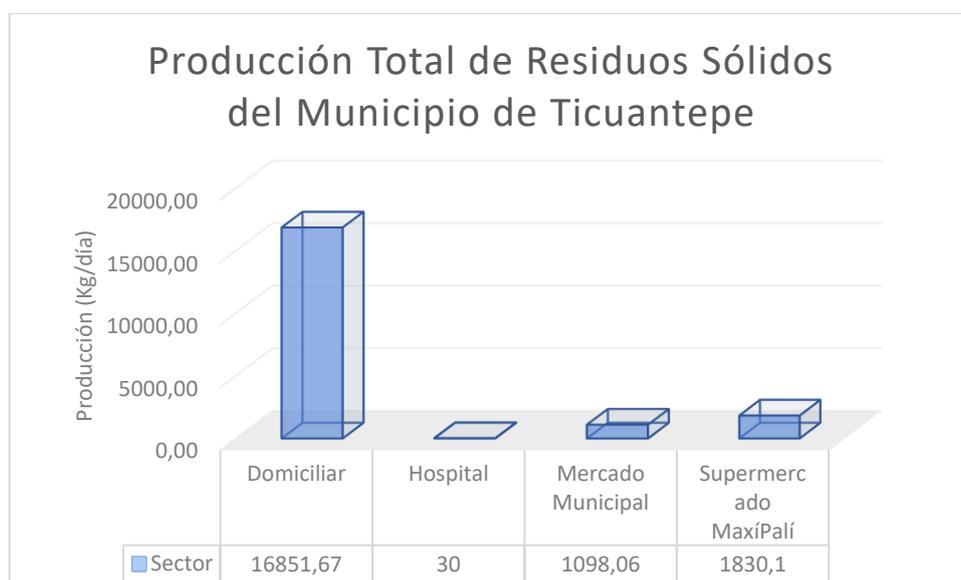
La producción total de residuos sólidos en el Municipio de Ticuantepe es el resultado de la suma de PPC total, residuos procedentes del Mercado y hospital municipal.

La estimación de la PPC total, se multiplicó la PPC (Kg/hab/día) por el número total de habitantes en la zona urbana y periurbana, que es de 38 874 habitantes para el año 2017, según los registros de distribución de la población que posee la Alcaldía del municipio, resultando así una generación de residuos domiciliarios de 16 851,67 Kg/día, equivalente a 16,85 Tn/día.

En la siguiente tabla se puede observar el total de los residuos sólidos que se genera en un día en el Municipio de Ticuantepe.

**Tabla 6 Producción total de residuos sólidos en el Municipio de Ticuantepe**

Domiciliar (Kg/día)	Hospitalarios (Kg/día)	Mercado (Kg/día)	Supermercado Maxi Palí (Kg/día)	Total (Kg/día)
16 851, 67	30	1098,06	1830,1	<b>19809,83</b>



**Gráfico 3 Producción total de residuos sólidos del Municipio de Ticuantepe**

La producción total no incluye los residuos generados por otras actividades económicas como industrias, centros comerciales entre otras, ya que se carece

de estudios específicos a nivel de industrias donde se estime la producción de residuos, es importante recalcar que el municipio no presenta grandes industrias.

### **5.5 Estimación de Producción de Residuos Sólidos a 20 años**

Para establecer una gestión de los residuos sólidos es fundamental la información de base disponible, en este caso la producción actual total, población y el comportamiento de los mismos, así dicha información se encuentre proyectada a futuro.

En la siguiente tabla se muestra la proyección sobre la generación de residuos sólidos estimada para 20 años, de igual forma se calculó el área requerida para la disposición final y el número de camiones recolectores necesarios para cada cierto número de años y generación de residuos. Se consideró la población total del Municipio de Ticuantepe debido al constante crecimiento urbanístico y de las zonas aledañas (condominios, zonas residenciales y comunidades) que trae como consecuencia el aumento de la cobertura y de la producción de residuos.

**Tabla 7 Proyección de la generación de residuos sólidos para 20 años**

AÑO	Población (hab)	PPC Kg/Hab/Día	Cantidad de Residuos Sólidos				
			Total (Kg/día)	Total (Tn/día)	ANUAL (Tn/año)	Área Total (m <sup>2</sup> )	N° de Camiones Recolectores
2017	38874,00	0,433	16851,67	16,85	6150,86	4523,06	5
2018	40040,22	0,438	17530,79	17,53	6398,74	9228,39	5
2019	41241,43	0,442	18237,28	18,24	6656,61	14123,35	5
2020	42478,67	0,447	18972,24	18,97	6924,87	19215,58	6
2021	43753,03	0,451	19736,82	19,74	7203,94	24513,02	6
2022	45065,62	0,456	20532,22	20,53	7494,26	30023,95	6
2023	46417,59	0,460	21359,67	21,36	7796,28	35756,97	6
2024	47810,12	0,465	22220,46	22,22	8110,47	41721,03	7
2025	49244,42	0,469	23115,95	23,12	8437,32	47925,45	7
2026	50721,75	0,474	24047,52	24,02	8777,34	54379,90	7
2027	52243,41	0,479	25016,63	25,02	9131,07	61094,46	7
2028	53810,71	0,484	26024,80	26,02	9499,05	68079,63	8
2029	55425,03	0,488	27073,60	27,07	9881,87	75346,29	8
2030	57087,78	0,493	28164,67	28,16	10280,10	82905,80	8
2031	58800,41	0,498	29299,71	29,30	10694,39	90769,96	9
2032	60564,43	0,503	30480,48	30,48	11125,38	98951,05	9
2033	62381,36	0,508	31708,85	31,71	11573,73	107461,83	9
2034	64252,80	0,513	32986,71	32,99	12040,15	116315,60	10
2035	66180,38	0,519	34316,08	34,32	12525,37	125526,17	10
2036	68165,79	0,524	35699,02	35,70	13030,14	135107,93	10
2037	70210,77	0,529	37137,69	37,14	13555,26	145075,84	11

Según la población y la producción de residuos sólidos para este año 2017, se necesitan 5 camiones recolectores, es por eso que existe una cobertura del 70% debido a que la Alcaldía de Ticuantepe cuenta con 4 camiones recolectores y el servicio está en una constante crecimiento.

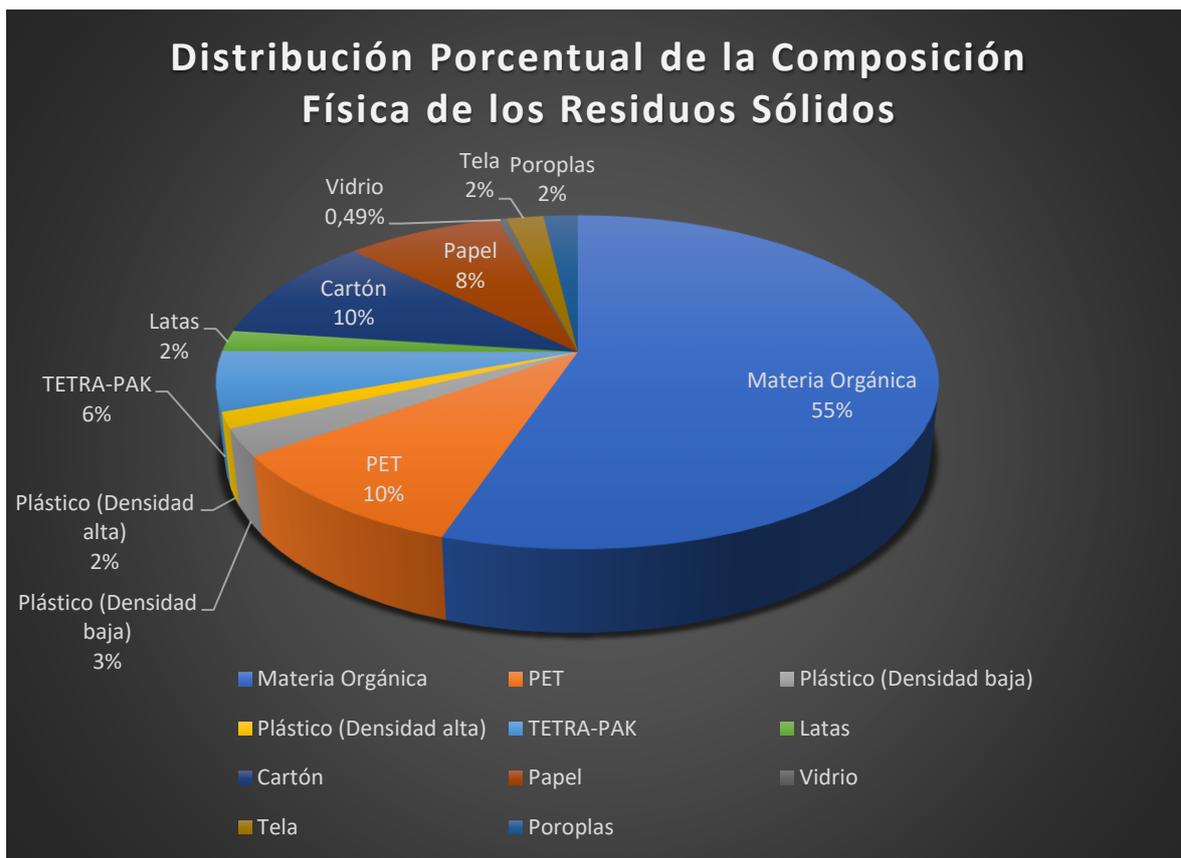
## 5.6 Composición Física de los Residuos Sólidos

La composición física de los residuos sólidos está conformada por varios componentes individuales. Previo se presentarán los resultados sobre los porcentajes de cada uno de estos componentes.

La producción de los residuos sólidos se compone físicamente, con un alto porcentaje de generación de materia orgánica, caracterizándose como un componente predominante con un 55,12%; seguido del cartón con un 10,31%, con una similitud aproximada, el plástico PET con un 10,06%, otro componente que no se puede desestimar es el papel con 8,27 %. En la tabla se puede observar a composición porcentual por cada componente durante los 7 días de muestreo.

**Tabla 8 Composición física de los residuos sólidos**

<b>Tipo de residuos sólidos</b>	<b>Día 1 (%)</b>	<b>Día 2 (%)</b>	<b>Día 3 (%)</b>	<b>Día 4 (%)</b>	<b>Día 5 (%)</b>	<b>Día 6 (%)</b>	<b>Día 7 (%)</b>	<b>TOTAL</b>
Materia Orgánica	54,35	52,17	54,42	66,37	46,22	58,25	54,05	<b>55,12</b>
PET	10,87	7,83	11,90	8,85	9,66	7,77	13,51	<b>10,06</b>
Plástico (Densidad baja)	2,54	2,61	1,70	2,65	2,10	2,91	3,86	<b>2,62</b>
Plástico (Densidad alta)	2,54	2,61	0,00	1,77	0,00	1,62	2,32	<b>1,55</b>
TETRA-PAK	1,81	4,35	11,90	4,42	8,40	5,50	3,86	<b>5,75</b>
Latas	0,00	4,35	2,72	1,33	2,10	2,59	1,16	<b>2,03</b>
Cartón	7,25	14,35	5,44	11,06	14,71	9,71	9,65	<b>10,31</b>
Papel	15,22	10,43	11,90	3,54	8,40	2,59	5,79	<b>8,27</b>
Vidrio	0,00	1,30	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	<b>0,49</b>
Tela	5,43	0,00	0,00	0,00	0,00	6,47	1,93	<b>1,98</b>
Poroplas	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	2,59	3,86	<b>1,82</b>
	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>						



**Gráfico 4 Distribución porcentual de la composición física de los residuos sólidos**

En el gráfico se puede apreciar la distribución de la composición porcentual de la composición física de los residuos.

El componente predominante en este caso es la materia orgánica, debido a que los residuos de alimentos, tales como las cáscaras de las verduras o frutas y comida en mal estado, son desechados y a esto se le agregan los residuos de jardinería. El componente de metal, que se asocia con los objetos de enlatados alimenticios, no se encontró en un gran porcentaje debido a que se puede dar la posibilidad que en algunas viviendas clasifican cierto material para ayudar a los recolectores de la cuadrilla para la venta en el centro de acopio o porque no suelen consumir enlatados.

El componente vidrio se encontró en dos de los días de muestreo, en la actualidad es inusual encontrar restos de vidrio en los residuos sólidos domiciliarios, debido a que ha llegado a ser sustituido por el plástico o TETRA-PAK como envase de bebidas entre otros productos alimenticios.



**Fotografía 6 Componentes individuales encontrados durante el muestreo**

Con el fin de conocer que es lo que genera más la población con respecto a la generación de los residuos sólidos, en la encuesta, pero de parte de los mismos habitantes se incorporó una pregunta con la intención de identificar dicha situación, que decía así, ¿Cuál es el residuo que genera más?, claro está que hubo casos que se tenía que aclarar, la diferencia entre un residuo orgánico e inorgánico.

**Tabla 9 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°14**

¿Cuál es el residuo que más genera?					
Tipo de residuos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Residuos Orgánicos	57	81,4	81,4	81,4
	Residuos Inorgánicos	13	18,6	18,6	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

El 81,4% de las viviendas encuestadas nos comentó que el residuo que más generaba son los orgánicos, todos aquellos que son provenientes de las frutas y verduras, comida que no consumieron o se descompuso, residuos que son biodegradables. El 18,6% de las viviendas dijo que generaban residuos inorgánicos, los que se estipulan por las personas que tienen negocios y que en parte los almacenan al no tener más utilidad o reuso y son desechadas desde la vivienda; otras personas dijeron que compraban al por mayor los víveres de la casa y eso implicaba en una gran cantidad de cajas; otro factor que hace alusión a la generación de residuos inorgánicos, es la presencia de niños en los hogares que utilizan ciertos materiales que perdieron ya su utilidad y han sido desechados.

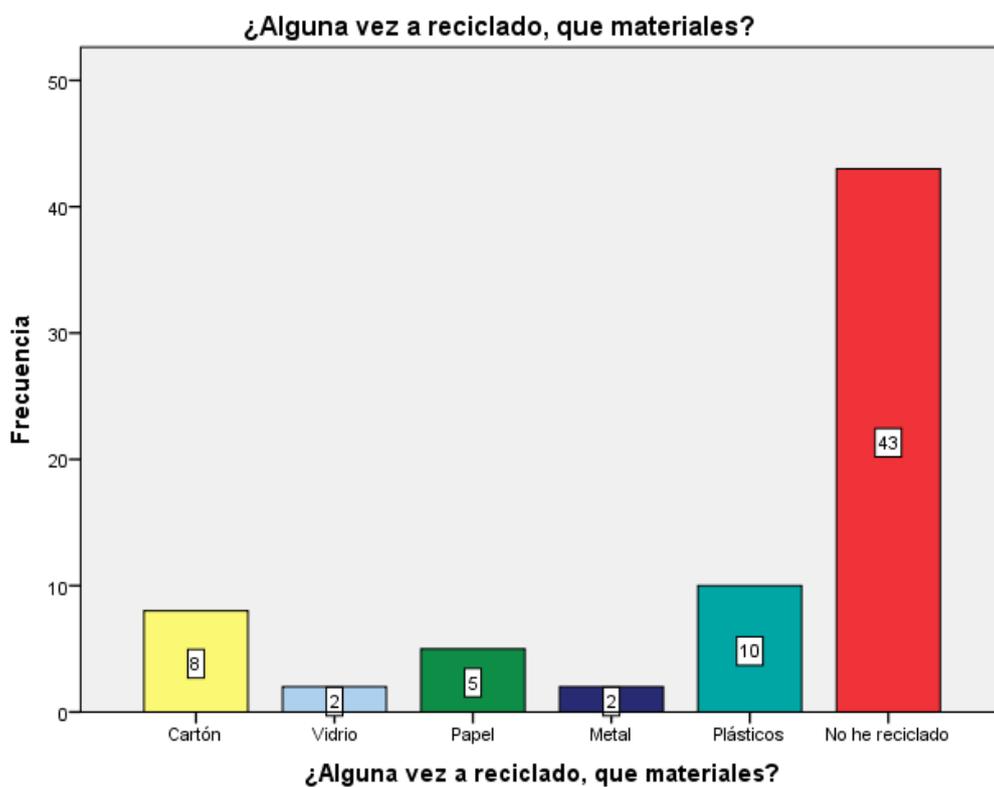


**Gráfico 5 Cantidad de personas que generan residuos orgánicos e inorgánicos**

Otra de las preguntas, fue si alguna vez habían reciclado. 43%, casi la mitad de las de las personas encuestadas, dijo nunca haber reciclado; es normal aún en Nicaragua que no exista el hábito del reciclaje o de reducir la cantidad de residuos generados en los hogares. Es oportuno mencionar que tanto en las escuelas como en los hogares, ya es momento de enseñarle desde pequeños a las futuras generaciones, el negocio del reciclaje, debido a que genera ingresos y se ayuda a reducir el impacto negativo al medio ambiente. El resto de las personas sí dijo haber reciclado al menos una vez; en la actualidad el plástico es el componente que más se logra recolectar y vender debido al mismo consumismo de la población.

**Tabla 10 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°13**

¿Alguna vez a reciclado, que materiales?					
Componentes		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Cartón	8	11,4	11,4	11,4
	Vidrio	2	2,9	2,9	14,3
	Papel	5	7,1	7,1	21,4
	Metal	2	2,9	2,9	24,3
	Plásticos	10	14,3	14,3	38,6
	No he reciclado	43	61,4	61,4	100,0
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	



**Gráfico 6 Frecuencia de personas que han reciclado y de las que no reciclan**

## Porcentajes de los compones físicos para diferentes zonas de Nicaragua

En la siguiente tabla se observan los distintos porcentajes de los componentes físicos de los residuos sólidos, de diferentes municipios en el país. En comparación a los porcentajes de composición física del Municipio de Ticuantepe, la materia orgánica ocupa la mayoría del porcentaje. En la actualidad el plástico posee una importante remuneración en los centros de acopio en las diferentes zonas del país.

**Tabla 11 Porcentaje de los componentes físicos en diferentes zonas de Nicaragua**

Municipio	Porcentajes de Generación de Residuos por Componentes Físicos					
	Materia Orgánica	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metal	Otros
Diriamba	66,09	12,80	8,59	6,31	1,40	4,87
Estelí	63,75	10,06	17,21	2,63	1,04	2,30
Acoyapa	61,70	2,00	4,00	2,00	1,10	29,20
Pantasma	42,0	16,50	10,50	4,80	7,6	18,50
Santo Tomás	51,07	5,80	3,36	2,45	0,93	36,40
Managua	60,90	7,40	4,20	2,90	1,80	20,8
Sn. de Río Coco	55,30	10,50	5,70	3,00	3,10	24,20
Puerto Cabezas	77,00	2,60	6,66	3,07	2,03	8,54
San Carlos	82,40	3,40	7,0	3,70	1,10	1,90
Jalapa	72,50	1,96	3,63	1,19	0,69	20,03
Tipitapa	71,00	10,00	11,00	1,00	1,00	6,00
Bonanza	81,2	3,2	13,4	1,4	0,6	0,4

Fuente: Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Diriamba, (2009)

### 5.7 Densidad de los Residuos Sólidos

La densidad que se analizó durante el muestreo concierne a la densidad suelta. En la etapa de recolección de los residuos sólidos, se define con valores de densidad suelta, debido a que el municipio no cuenta con camiones compactadores. La densidad promedio para el Municipio de Ticuantepe es de 248,93 Kg/m<sup>3</sup>, el día que presentó mayor densidad fue el día 2 (Martes), mientras que el de menor densidad fue el día 1 (Lunes). En la siguiente tabla se pueden

apreciar los valores de densidades obtenidas, peso total y volumen durante cada día de muestreo.

**Tabla 12 Densidad de los residuos sólidos para el Municipio de Ticuantepe, 2017**

<b>Día</b>	<b>Peso Total (Kg)</b>	<b>Cantidad de barriles</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Lunes</b>	134,64	3,0	0,60	224,40
<b>Martes</b>	106,02	2,0	0,40	265,05
<b>Miércoles</b>	141,77	3,0	0,60	236,29
<b>Jueves</b>	129,70	2,5	0,50	259,39
<b>Viernes</b>	122,85	2,5	0,50	245,70
<b>Sábado</b>	153,59	3,0	0,60	255,98
<b>Domingo</b>	127,85	2,5	0,50	255,69
<b>Densidad Promedio</b>				<b>248,93</b>

Es importante recalcar que los valores de densidad de los residuos sólidos suelen variar notablemente según la localización geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento.

#### **Densidad de los residuos sólidos en diferentes zonas del país**

**Tabla 13 Valores de densidad en diferentes municipios del país**

<b>Municipios</b>	<b>Densidad Kg/m<sup>3</sup></b>
Diriamba	220,74
Estelí	244,69
Pantasma	265,00
San Carlos	182,00
Managua	420,00
Santo Tomás	108,00
San Juan de Río Coco	280,00
Puerto Cabezas	277,86
Acoyapa	225,49
Jalapa	271,69
Tipitapa	444,69
Bonanza	110,89

Fuente: Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Diriamba, (2009)

En tabla anterior se presentan diferentes valores de densidad para otras zonas del país; como se puede observar, la densidad varía dependiendo de la localización geográfica, los hábitos de consumo, las características socio-

culturales de la población y sus condiciones climáticas, por lo cual hay poca uniformidad en sus valores. Por ejemplo, Managua presenta una alta densidad, lo que se relaciona al estilo de vida de los habitantes, ya que es la capital y poseen hábitos de consumo diferentes a los del resto del país (Lacayo & López, 2009).

## **5.8 Evaluación del Manejo Actual de los Residuos Sólidos**

El manejo de los residuos sólidos le compete a la Dirección de Servicios Municipales de la Alcaldía de Ticuantepe, la cual cuenta con 34 personas trabajando directamente con los residuos; 30 operarios quienes se encargan de su recolección y barrido de las calles y 4 son conductores de Servicios Municipales.

### **5.8.1 Aspectos operativos**

Los aspectos operativos están relacionados con la prestación del servicio; cada una de ellas juega un papel importante para el presente estudio, tales son la generación y almacenamiento temporal, barrido de calles, recolección, transporte y su disposición final. A continuación, se abordarán cada uno de estos aspectos de forma particular.

#### **Generación y almacenamiento temporal**

Las fuentes que producen residuos sólidos en el Municipio de Ticuantepe, a las cuales la Alcaldía les presta su servicio de recolección, son viviendas del casco urbano, residenciales, iglesias, centro comercial, restaurantes, centros recreativos, supermercado, mercado municipal, instituciones públicas, calles y parques.

Durante el recorrido de una de las 3 rutas del servicio de recolección, a bordo del camión recolector, se observó que para el almacenamiento temporal, en la mayoría de las viviendas utilizaban más sacos de nylon y en algunos pocos casos baldes plásticos de distintas capacidades, pero éstos se encontraban en mal estado, acompañados con algunas bolsas plásticas, siendo similar el uso de

bolsas plásticas junto con el saco. El objetivo del uso del saco es para toda la basura de patio o de jardinería, por asunto de economía en la compra y uso de bolsas plásticas negras, además es costumbre nicaragüense el uso del mismo.

Aunque sea una opción económicamente factible, el uso de los sacos de nylon, es un práctica no recomendable ya que es poco higiénica debido a que causa proliferación de vectores como las moscas; para estos casos es oportuno recomendar el cambio de estos artículos o recipientes de almacenamiento temporal.

Es importante mencionar, que el uso de esos recipientes trae como consecuencia la pérdida de tiempo en la carga y devolución de los antes mencionados, atrasando al camión recolector durante el recorrido, desaprovechando el tiempo productivo de recolección.

Los recipientes de almacenamiento del hospital, mercado, centro recreativo y restaurantes son contenedores o barriles metálicos. En el estudio no se indagó sobre las formas de almacenamiento internas de los residuos ya sea para pequeñas, medianas y grandes industrias y tampoco en otras actividades.

## **Separación**

La separación de los residuos sólidos en la fuente de origen es una práctica que no se acostumbra en el país, por tanto, es una práctica que no se realiza en la mayoría de las viviendas de Ticuantepe, solamente se efectúa en el hospital municipal, donde se realiza la separación de los residuos sólidos en peligrosos (biológicos, infecciosos, corto punzantes) y no peligrosos.

El hospital cuenta con su propio incinerado, por lo tanto, todos los residuos peligrosos son incinerados. Los residuos no peligrosos son recolectados por el camión de la basura de lunes a sábado matutinemente, según comentaba el Director de Servicios Municipales.

Los operarios recolectores de los residuos sólidos realizan la separación de algunos componentes durante el recorrido del día, a los cuales a cambio se les da un valor agregado, tales son, latas, papel, cartón, y botellas PET, que son vendidos en centros de acopio en el Municipio de Nindirí.



**Fotografía 7 Centro de acopio en el Municipio de Nindirí**

## **Barrido**

El barrido de calles en el municipio de Ticuantepe se realiza de manera manual, y en el cual se utilizan equipos tales como carretas, escobas y palas. A cada operario que cumple dicho servicio, se le proporciona una carreta de metal, una pala, un par de guantes de cuero y un uniforme, sin embargo, no todos lo visten.

La cobertura del servicio de barrido de calles está limitado a las calles y carretera principales, específicamente solo en el área urbana del municipio, son calles lineales. Este es realizado por 14 personas aproximadamente, a las cuales se les asignan turnos, pero no se les asignan cuerdas. Una persona realiza el trabajo por la mañana de 5:00 am a 11:00 am y otra persona realiza el turno por la tarde de 1:00 pm a 5:00 pm.

Para evaluar el trabajo existe una ficha de supervisión que lleva el número de calles atendidas por el servicio de limpieza. El supervisor de Servicios Municipales es el encargado de monitoreo de dicha actividad.

Los parques y el cementerio municipal, no se incluyen dentro la limpieza pública, ya que cada uno de estos lugares tiene asignado un operario permanente.

El rendimiento del barrido de las calles es eficiente, ya que existen diferentes turnos y diferentes operarios. Existe una limitada cantidad de recipientes para almacenar residuos y así para aumentar el rendimiento del servicio, debido a que existían zonas con residuos, como la rotonda del Km 14 donde compromete el acceso rápido de retirar los mismos. Los residuos que son recolectados por estos operarios son almacenados en sacos, los cuales los pasa recogiendo el camión recolector, para ser llevados al vertedero de Nindirí.

Es importante mencionar que en la limpieza pública en general, se incluye la limpieza de canaletas y de cauces, que a estos últimos se les trata de dar una limpieza constante. En las siguientes tablas se mostrarán las canaletas y cauces que tiene la alcaldía asignadas para su mantenimiento.

**Tabla 14 Calles establecidas para limpieza pública**

<b>Limpieza Pública</b>
Calle Real
Calle Alegres de Ticuantepe
Calle de Alcaldía
Calle de Luxemburgo
Calle 4 de Mayo
Calle Reparto Juan Ramón P
Calle 1 <sup>ra</sup>
Calle 2 <sup>da</sup>
Calle 3 <sup>era</sup>
Calle 4 <sup>ta</sup>
Calle 5 <sup>ta</sup>
Calle 6 <sup>ta</sup>
Calle 7 <sup>ma</sup>
Calle 8 <sup>va</sup>
Calle Santa Rosa
Calle Principal la Borgoña
Calle P/s La Borgoña
Calle Los Alegres de Ticuantepe
Calle Concreto Hidráulico
Calle Mercado Andino
Km 14 al Semáforo
Semáforos a Francia I
Mirador Manuel Lández

Fuente: Dirección de Servicios Municipales, Alcaldía de Ticuantepe, (2017)

La distancia efectiva que se realiza en el barrido de las calles es de aproximadamente 10,9 km, estas distancias se ven muy condicionadas por la gran cantidad de callejones y pequeñas avenidas que constituyen el caso urbano del municipio.

**Tabla 15 Canaletas asignadas para su limpieza**

Limpieza Canaletas
Canaleta Calle Central
Canaleta del Luxemburgo
Canaleta Calle 4 de Mayo
Canaleta Santa Rosa
Canaleta Semáforos a Gasolinera
Canaleta de Rotonda a Gasolinera

*Fuente: Dirección de Servicios Municipales, Alcaldía de Ticuantepe, (2017)*

**Tabla 16 Cauces asignadas para su limpieza**

Limpieza Canaletas
Cauce Los Chombos
Cauce Leonel Reynosa
Cauce El Limón
Cauce Valle Santa María
Cauce Eduardo Contreras
Cauce San Pedro
Cauce Las Enramadas

*Fuente: Dirección de Servicios Municipales, Alcaldía de Ticuantepe, (2017)*

## **Recolección y transporte**

### **Equipos de recolección**

La recolección de los residuos sólidos se realiza atendiendo simultáneamente ambos lados de la calle. La jornada de trabajo inicia a partir de las 7:00 am, y su hora fija de retorno varía de las 5:00 – 6:00 pm, hacia el garaje que se sitúa en el Plantel de la Alcaldía lugar donde se almacenan artículos como carretas, toldos, depósitos para basura, materiales de construcción, entre otros. La salida de retorno de los operarios de recolección varía por la cantidad de residuos presentados por los habitantes y el tiempo en presentarlos al exterior de las viviendas para ser recolectados, atrasando así el recorrido del camión; también influye el tiempo en que tardan los operarios de trasladarse del municipio al vertedero.

En la ciudad están establecidas 2 rutas que fueron diseñadas por las administraciones pasadas, sin embargo existe una tercera ruta rediseñada por la actual administración. Muchas veces cuando las tres unidades no han terminado las rutas del día se añade el apoyo de un cuarto camión. A pesar de su buen funcionamiento, se encuentran algo deteriorados porque solo le brindan un mantenimiento general.

Según el Director de Servicios Municipales, existen 4 unidades que reciben su mantenimiento general, cambio de filtro y aceite, 2 veces al mes, y quizás hasta 3 veces antes del tiempo establecido, para poder alargar la vida útil del mismo. Debido al tipo de labor en la que se utilizan, se deterioran más rápido, es por eso que necesitan de un mantenimiento constante, porque en caso de que uno dejase de funcionar, otra unidad tendría que cubrir sus rutas, duplicando así la presión en dicha unidad y reduciendo su vida útil.

También el director comentó que una de las debilidades es la falta de unidades recolectoras, si existieran dos unidades más que las existentes quizás se cubriría el 100% de la demanda del servicio de recolección.

**Tabla 17 Flota vehicular destinada para recolección del Municipio de Ticuantepe**

Descripción	Marca	Año	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (Tn)	Estado Mecánico
Camión Volquete	JOPER	2014	8,5	8,5	Bueno
Camión Volquete	JOPER	2014	8,5	8,5	Bueno
Camión	MITSUBISHI FUSO CANTER	2012	6	6	Bueno
Camión	MITSUBISHI FUSO CANTER	2012	6	6	Regular

Fuente: Dirección de Servicios Municipales, Alcaldía de Ticuantepe, (2017)



**Fotografía 8 Camión recolector MITSUBISHI FUSO CANTER Año 2012**

### **Cuadrilla**

Cada unidad de recolección posee una cuadrilla, las cuales están compuestas por un conductor y cuatros operarios, dos de los cuales van acomodando los residuos en la unidad. Las otras dos pertenecen a las unidades volquetes que están compuestas por un conductor y tres operarios, uno de los cuales va acomodando los residuos en la unidad.

### **Cobertura del servicio y frecuencia de recolección**

Según la Dirección de Servicios Municipales, se estima un porcentaje de cobertura anual de 70% en el área urbana y semirural, cifra que se encuentra por encima del valor medio de cobertura para el resto del país, estimado en 50%. Sin embargo, no hay registros que respalden este porcentaje.

Aunque el porcentaje de la cobertura de servicio sea alta, la frecuencia dice lo contrario, ya que en algunas zonas la unidad de recolección pasa de una o dos veces por semana, como es el caso de la comunidad San Pedro. Esto es causado por los desperfectos mecánicos de las unidades, por percances, por eventos imprevistos, y se dejan zonas sin recolectar sin completar el recorrido. Lo que se hace para remediarlo, otra unidad cubre dicha ruta en su totalidad o que termine dicho recorrido y al día siguiente a primera hora recorra ese sitio, ya que la Alcaldía solo cuenta con 4 vehículos, los cuales también son utilizados

para transportar materiales (acarreo), la unidad de servicios municipales poseen un camión de apoyo que no tiene la capacidad suficiente para realizar el trabajo.

Debido a la capacidad de transporte insuficiente, puede ser que la población recurra a botar su basura en predios baldíos, por no recibir el servicio, produciendo en algunos casos la proliferación de botaderos ilegales, de lo cual no se tiene información y registro alguno. Otro asunto es la falta de cooperación de la población durante el recorrido de la recolección, las personas no se encuentran en la casa porque están en su trabajo o no dejan la basura fuera de las viviendas.

Por la misma falta de colaboración de la población con el servicio de recolección y los operarios, existen alrededor de 15 quejas a la oficina de servicios municipales, tanto personales como telefónicas, quejándose que la unidad recolectora no pasa del todo, que no se llevaron toda la basura, y eso se pudo constatar, la falta cooperación en el sector del BAC donde el encargado la vivienda no quiso sacar su basura, a pesar de que el camión pasó dos veces. También las personas se molestan cuando los operarios se rehúsan a llevar ciertos residuos que no les corresponde recolectar como llantas, ramas, tablas, artículos que tengan que ocupar grandes espacios. Este número de quejas ha venido disminuyendo en estas últimas veces debido a que se ha incluido de apoyo a la cuarta unidad para la recolección de los residuos.

### **Rutas de recolección**

Parte de nuestro estudio correspondió al tiempo operativo que realizan los camiones en cuanto su operatividad cotidiana (Lunes, Miércoles y Viernes): Dicho análisis busca evidenciar el comportamiento de las rutas en cuanto a su recolección efectiva y el tiempo muerto que de alguna manera condiciona las actividades y la fluidez del proceso.

### **Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección**

- Número y tipo de equipo seleccionado.
- Tamaño de la cuadrilla
- Frecuencia de recolección.
- Distancia entre paradas y estaciones.

- Distancia al sitio de transferencia o disposición final.
- Maniobrabilidad de los contenedores.
- Topografía del terreno.
- Tráfico en la ruta.
- Condiciones de los caminos.

**Otras consideraciones para el ruteo son:**

- Las rutas no deben de estar fragmentadas o traslapadas.
- Cada ruta deberá ser compacta, abarcando un área geográfica y estar balanceada.
- El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.
- La recolección deberá comenzar lo más cercano al encierro.
- Las calles de un solo sentido se tratarán de abarcar desde el principio de ellas.
- Se deberán minimizar las vueltas en U y a la izquierda.
- Las partes elevadas se acometerán primero

**Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta son:**

- Lugar del garaje
- Lugar de disposición final
- Sentidos de
- circulación
- Hora de mayor cantidad de tránsito y situación de la congestión
- Topografía

Para ello también hay que tener en cuenta que el Macro ruteo es la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo recolector. Fundamentalmente, en el municipio de Ticuantepe se trató de determinar el tamaño de cada una de las rutas en forma tal que la cantidad de trabajo diario que realiza una cuadrilla sea similar a la de cualquier otra, con el máximo de utilización de los recursos.

El tamaño de cada una de las rutas, generalmente se determinó en función del número de manzanas o kilómetros de vías a servir, sin embargo es un dato que en los últimos años por la cantidad de proyectos y urbanizaciones que han encontrado un alto atractivo en la zona, como se observa en la tabla de arriba el recorrido se realiza en 6 horas; además del tiempo, se tiene que tomar en cuenta que solo dos de los camiones tienen volquete, motivo por el que la descarga de los camiones que son solo contenedores, resulte en más esfuerzo y que la estadía en el vertedero sea mayor. Parte de la planificación del PIGARS y de la nueva política de gobierno de la Alcaldía apunta a la adquisición de unidades más eficientes y de la apertura en un futuro de un tercer viaje, según la densidad poblacional en cierne y eventualmente la generación de residuos.

Tabla 18 Tiempos que toman las rutas de recolección

Rutas	Min / día			Tiempo Promedio Min/ día
	1	2	3	
Plantel - Alcaldía	10	12	10	11
Alcaldía – Gasolinera	7	9	12	9
<b>Tiempo muerto</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	20
<b>Primer viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
Primera a última casa	193	195	211	211
Ultima casa al Acopio	15	16	17	16
En el acopio	10	12	15	12
Acopio al vertedero	7	10	10	9
En el vertedero	45	48	45	46
<b>Tiempo primer viaje</b>	<b>270</b>	<b>281</b>	<b>298</b>	283
<b>Tiempo efectivo</b>	<b>193</b>	<b>195</b>	<b>211</b>	211
<b>Segundo viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
Primera a ultima casa	210	214	208	211
Vertedero primera casa	15	19	15	16
Última casa al acopio	20	15	23	19
En el acopio	10	10	12	11
Acopio al vertedero	10	8	8	9
En el vertedero	45	40	47	44
Vertedero al plantel	20	25	15	20
<b>Tiempo segundo viaje</b>	<b>310</b>	<b>313</b>	<b>308</b>	<b>310</b>
<b>Tiempo efectivo</b>	<b>210</b>	<b>214</b>	<b>208</b>	<b>211</b>
<b>Total jornada</b>	<b>580</b>	<b>594</b>	<b>606</b>	<b>593</b>
<b>Tiempo Efectivo (horas)</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Tiempo efectivo (minutos)</b>	<b>403</b>	<b>409</b>	<b>419</b>	<b>410</b>

Por otra parte, el Micro ruteo es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área. Este proceso la municipalidad lo ha venido construyendo y ha trabajado en el desarrollo de un recorrido para cada subsector, de manera que permita que cada camión ejecute el trabajo de recolección en una menor cantidad de tiempo y recorrido. En general, la distribución de rutas involucra una serie de dificultades dado que no es un hecho trivial el designar la ruta óptima a seguir entre dos puntos determinados, considerando las restricciones que esto conlleva, si se toma en cuenta el método de recolección, las vialidades existentes, los horarios, entre otros; lo que se manifiesta en gran medida en el municipio ya que hay una limitada cantidad de calles principales que de alguna manera dan lugar a que el camión repita el recorrido por un sitio más de una vez, así mismo el acceso a andenes o callejones que representan una buena cantidad de usuarios compromete a los camiones a retirar los residuos, sumando el tiempo operativo y el recorrido principal. Como se observará en la tabla de abajo, las distancias promedio que se realizan son de 53 km, elemento que evidencia que teniendo un sistema de presentación de los residuos accesible a los camiones, reduciría el tiempo de recolección y de satisfacción de la población.

**Tabla 19 Distancias que toman las rutas de recolección**

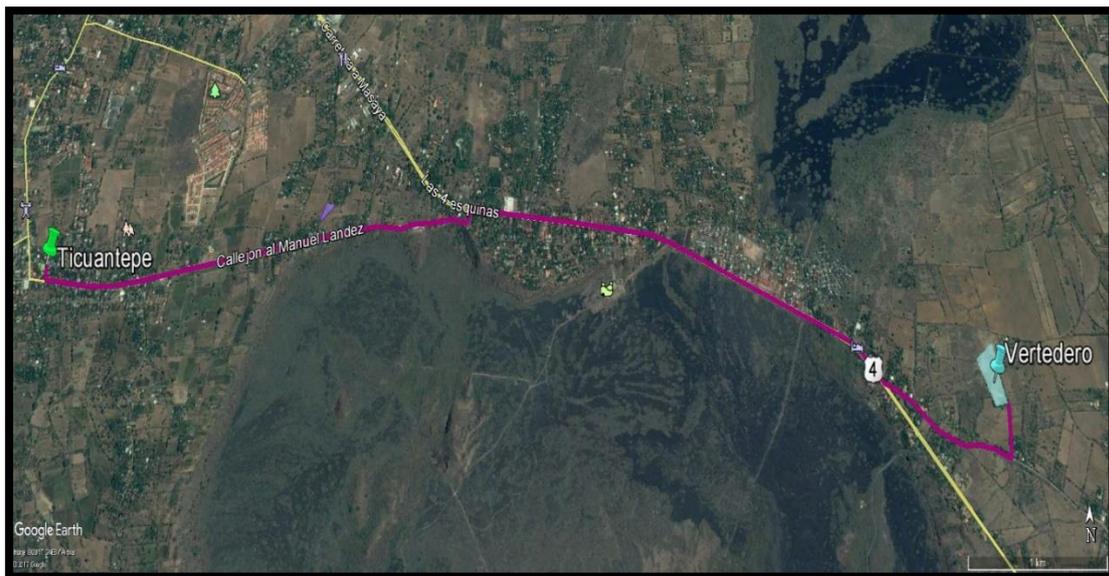
Rutas	Km / día			Tiempo Promedio Min/ día
	1	2	3	
Plantel - Alcaldía	2,33	2,35	2,33	2,33
Alcaldía – Gasolinera	3	3	3	3
<b>Distancia muerta</b>	<b>5,33</b>	<b>5,35</b>	<b>5,33</b>	<b>5,33</b>
<b>Primer viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
Primera a última casa	18	16	17	17
Última casa al acopio	8	9	7	8
En el acopio	0,4	0,3	0,3	0,3
Acopio a vertedero	1,25	1,24	1,25	1,25
En el vertedero	0,3	0,5	0,5	0,5
Distancia primer viaje	26,3	25,5	24,5	25,4
<b>Distancia Efectiva</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
<b>Segundo viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
Vertedero primera casa	9	8	8	8
Última casa al acopio	8	9	7	8
En el acopio	0,4	0,4	0,3	0,4
Acopio al vertedero	1,25	1,26	1,25	1,25
En el vertedero	0,5	0,3	0,5	0,5
Vertedero al plantel	6	6	6,13	6
Distancia segundo viaje	25,15	24,96	23,18	24,43
<b>Distancia efectiva</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Total jornada</b>	<b>51,45</b>	<b>50,46</b>	<b>47,68</b>	<b>49,86</b>
Distancia Efectiva (m)	27000	24000	25000	25,333
Distancia Efectiva (km)	27	24	25	25

## **Disposición final**

Actualmente la disposición final de los residuos sólidos es en el vertedero del Municipio de Nindirí, ubicado a 8,26 Km al Noreste del perímetro urbano del Municipio de Ticuantepe, en la carretera a Masaya Km 24, en la carretera que lleva hacia el Municipio de Nindirí.

Anterior a esto, según el Director de los Servicios Municipales, los residuos Sólidos de Ticuantepe eran depositados en lo que se conocía como vertedero de Managua La Chureca; solo se hacía un viaje por camión, con lo cual se tenía un porcentaje del 45 % en cuanto a la cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos en el municipio; un porcentaje demasiado bajo del valor medio de cobertura para el resto del país.

Con el inicio de la construcción de la actual planta de reciclaje en el año 2010 del “Proyecto de Desarrollo Integral del Barrio de Acahualinca, Managua-Nicaragua” con la ayuda económica de la Cooperación Española (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo [AECID-Nicaragua],2008), el vertedero de Managua cerró las puertas a los residuos que no fuesen originarios de la capital, lo que conllevó la búsqueda de nuevos lugares para disponer los residuos del Municipio de Ticuantepe. La Alcaldía solicitó la colaboración de la Alcaldía de Masaya, que se la prestó por un periodo de cuatro meses, luego sin motivo alguno también cerró sus puertas. Nuevamente, la Alcaldía de Ticuantepe solicitó misma colaboración a la Alcaldía de Nindirí, sin ningún costo económico directo, pero sí con un apoyo mensual indirecto en combustible para la oruga del vertedero de Nindirí, como mencionaba el Director de los Servicios Municipales



**Figura 18 Recorrido del Municipio de Ticuantepe al Vertedero de Nindirí**

*Fuente: Google Earth, (2017)*

El terreno posee 36,75 m<sup>2</sup> (3.68 hectáreas o 5,2 manzanas) de las cuales 1,35 hectáreas corresponden a un área bastante plana, el restante 2,33 es un área muy ondulada.

En el sitio son depositado los residuos generados a nivel domiciliario incluidos los producidos de pulperías y pequeñas actividades económicas (tiendas), farmacias, un mercado municipal, supermercado, hospital, clínicas de salud, restaurantes y centros recreativos.

El sitio de disposición final de residuos sólidos del Municipio, opera como vertedero a cielo abierto, caracterizado por la falta de aplicación de material de cobertura (tierra) al final de la jornada diaria de deposición de residuos, y por la inexistencia de infraestructura para el manejo de lixiviados y de aguas de escorrentía a nivel interno y perimetral (Aguirre & Gallegos, 2012, p. 57).



**Fotografía 9 Vertedero Municipal de Nindirí**

Las siguientes fotografías demuestran las condiciones actuales del vertedero y su mal manejo de los residuos de los Municipios de Ticuantepe y Nindirí.



**Fotografía 10 Mal manejo de los residuos sólidos**



**Fotografía 11 Disposición final de hilazas**



**Fotografía 12 Disposición final de neumáticos**

Según Bill Aguirre & María Iris Gallegos, (2012):

Las únicas actividades de tratamiento que se le aplican a los desechos depositados son el soterramiento de los mismos cada dos o tres meses, acción realizada con un tractor de oruga marca CASE modelo 2050M, que permanece durante toda la semana, en el sitio de disposición final, además de la quema ocasional de los mismos pepenadores que realizan selección de los residuos.

Durante la estación lluviosa se forman con frecuencia algunas charcas en el terreno, factor que puede estar contribuyendo a un mayor incremento en la producción de lixiviados, superior al que se podría generar únicamente a partir del porcentaje (%) de humedad que contienen los residuos, más la precipitación media anual.

El camino de acceso al vertedero municipal desde su entrada en la comarca de los Brenes presenta un deterioro constante, In Situ la situación de accesibilidad se dificulta mayormente durante la época de lluvias.



**Fotografía 13 Tractor de oruga para soterramiento**

Se debe mencionar que en el vertedero trabajan algunas familias de hombres, mujeres y niños, que se dedican a actividades de búsqueda, separación y venta de materiales recuperados de entre los residuos depositados por los camiones recolectores de las dos Alcaldías, los cuales trabajan aleatoriamente, esto quiere decir, que cada persona decide el tipo de material (residuo) a recuperar. Evidentemente la elección entre uno u otro tipo de residuo recuperado está influenciada por el valor de comercialización y la demanda que éste tenga en el mercado del reciclaje (Aguirre & Gallegos, 2012, p. 58).



**Fotografía 14 Personas que se dedican a la recuperación de residuos sólidos**



**Fotografía 15 Asentamientos espontáneos en el vertedero municipal de Nindirí**

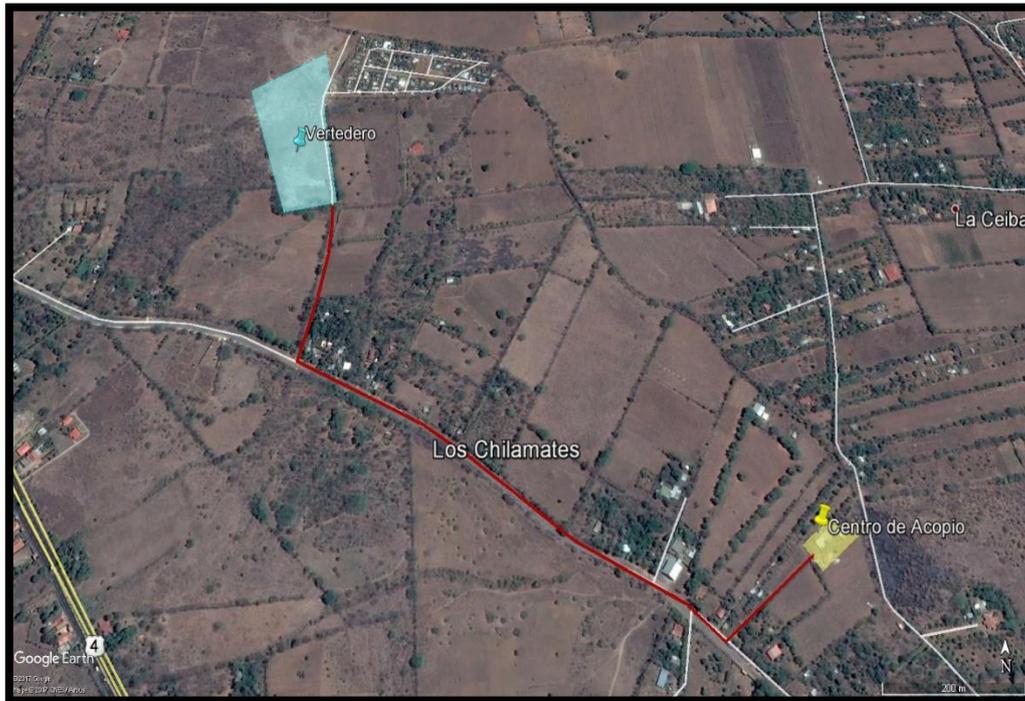
Los principales residuos recuperados son plásticos, envases de bebidas carbonatadas, bidones para almacenar aceite de cocinar, papel cartón y aluminio, los cuales son vendidos directamente a empresas acopiadoras de reciclaje.

En la siguiente tabla, se observará la cantidad de material recolectado en un día junto el valor aproximado de comercialización, por los operarios del servicio de recolección, dichos materiales son llevados al centro de acopio para su venta. Los operarios, realizan dos veces al día la visita a este centro autorizados por el Director de Servicios Municipales, por la cercanía al vertedero de Nindirí a 1,25 Km y los ingresos son una ayuda extra para los mismos operarios y su familia.

**Tabla 20 Costo de venta del material recuperado**

Material	Cantidad/día	Precios	Córdobas al día	Cantidad de material al mes	Cantidad de material por año	Total Año C\$
Cartón	207,33	1,5	311,00	6220	75676,67	113515,00
Plástico PET	34,67	1,25	43,33	1040	12653,33	15816,67
Aluminio	10,33	1,6	16,53	310	3771,67	6034,67
Papel	46,67	2,25	105,00	1400	17033,33	38325,00
<b>Total</b>			<b>475,87</b>	<b>8970</b>	<b>109135,00</b>	<b>173691,33</b>

La cantidad de materiales es un promedio de varios días, y como se dijo anteriormente es para el beneficio de los operarios y sus familias. El ingreso extra por parte del centro de acopio debe ser dividido entre 4 a 5 personas, lo cual en algunas ocasiones no les deja mucha ganancia, por eso tratan recuperar lo que más que puedan.



**Figura 19 Distancia entre el centro de acopio y el vertedero**

*Fuente: Google Earth, (2017)*

Otro aspecto que se identificó fue el cultivo de maní al lado del vertedero, lo cual pareció algo raro, debido a las condiciones en que se presentan, ya que no existe un adecuado control de los lixiviados y de las escorrentías ya que es un suelo arenoso, en el área estudiada, situación que empeora en periodo lluvioso contribuyendo a un mayor incremento en la producción de lixiviados. Con ello quizás puede ocurrir la contaminación de suelos y aguas subterráneas, pero se desconocen estudios sobre impactos negativos ambientales, especialmente hacia las aguas subterráneas, que se encuentran en esta zona.



**Fotografía 16 Camino que conecta el vertedero con los cultivos de maní**



**Fotografía 17 La basura supera la altura del talud natural que conecta con los cultivos de maní**



**Fotografía 18 Cultivos cercano que interceptan con el vertedero**

La materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos (RSU) se degrada formando un líquido contaminante, de color negro y de olor muy penetrante, denominado lixiviado. Además, este líquido arrastra todo tipo de sustancias nocivas: Se han encontrado hasta 200 compuestos diferentes, algunos de ellas tóxicos y hasta cancerígenos. La humedad de los residuos y la lluvia son los dos factores principales que aceleran la generación de lixiviados (Muerza, 2017).

El adecuado tratamiento de estos líquidos tóxicos debe ser parte fundamental de la gestión de los RSU. Si no se controlan adecuadamente, los lixiviados pueden contaminar los suelos y las aguas superficiales y subterráneas (acuíferos). Como se trata de un proceso contaminante que se produce de manera lenta, sus efectos no suelen percibirse hasta varios años después (Muerza, 2017).

Hace unos años, cuando los vertederos no contaban con sistemas de control, los lixiviados se convirtieron en una fuente más de contaminación medioambiental. Por ello, los vertederos de basuras deben incorporar balsas impermeables y sistemas de canalización y de control que eviten la fuga al entorno y permitan el posterior tratamiento de los residuos (Muerza, 2017).

También se debe mencionar la existencia de 9 botaderos ilegales, y no autorizados por las autoridades locales (MARENA, MINSA, Alcaldía) de los cuales no se tiene evidencia ni referencia de los sitios, la única fuente de información que se encontró a cerca de esto, fue el Plan Ambiental Municipal de Ticuantepe (2013-2023) (Fundación Desarrollo y Ciudadanía [FDC], 2013). De acuerdo a la Dirección de Servicios Municipales se ha ido lidiando con dicho problema en los últimos años, evitando la restitución de los mismos; a lo que se hace referencia es que no se tiene información y son aquellos pobladores que no están en las zonas cercanas al municipio los causantes. Siendo éstas en los kilómetros 13 y 15 a los que la alcaldía como tal presta servicio, sin embargo al no todos tener contratos tienden a optar por la opción de pagar a alguien para que las deposite en un sitio ilegal; sumado a esta situación es que no existe sistema de multas, debido a que no existe un monitoreo eficaz, por ello se debe consolidar un poco más el apoyo con la Policía Nacional y el de la población, para la identificación de los sujetos que están empleando el delito ambiental.

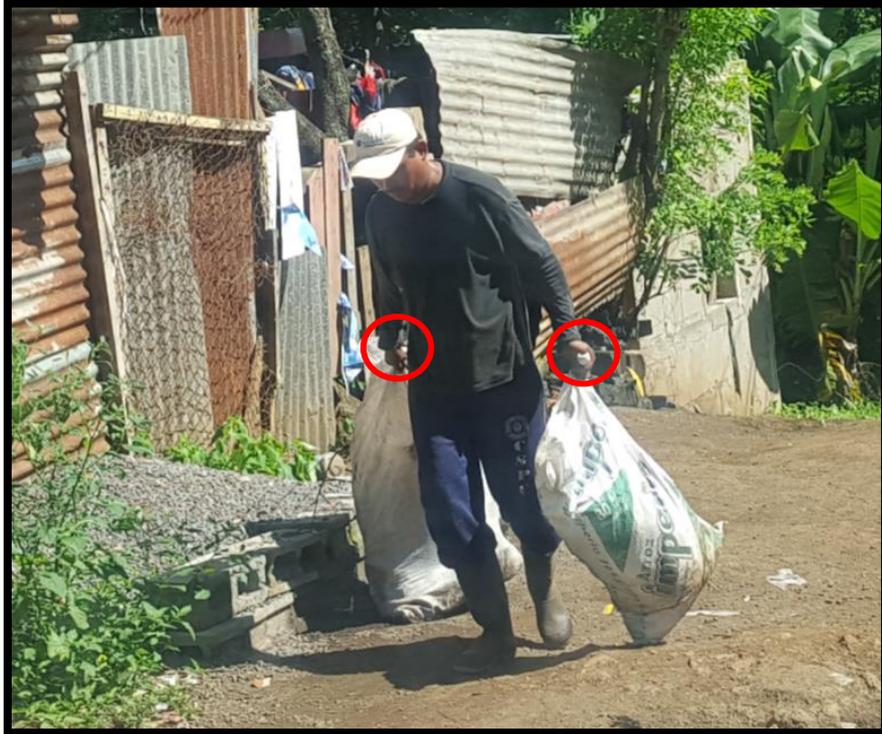
## **Seguridad laboral**

De acuerdo con las observaciones durante se fue a bordo del camión recolector, en el trayecto los operarios no poseían sus equipos de protección adecuado para la realización de su trabajo. Durante la recolección, las personas que se encargan de recoger los recipientes pesados, tales como sacos y barriles repletos de residuos, durante todo el recorrido van cambiando las posiciones, y los operarios que iban recogiendo subían para acomodar los residuos.

Al levantar los recipientes pesados, corren el riesgo de lesionarse debido a que se exponen a sufrir problemas osteomusculares, de igual forma los operarios que tienen la tarea de acomodar los residuos, no usaban mascarillas, y en algunos casos no todos usaban guantes, por lo cual se exponen al contacto directo con los residuos.

Los operarios comentaban que a veces no usaban sus equipos de protección completo, ya que deben de portar todo el tiempo su uniforme, guantes, botas, gorras o sombreros, mascarillas y fajón anti-hernia; también es importante que porten un botiquín de emergencias para en caso de que uno de los operarios sufra un accidente leve de cortadura o golpes leves. Se pudo identificar que todo esto ocurre porque no existe una coordinación eficiente con la persona de Recursos Humanos porque sí existe disponibilidad de los equipos de protección, pero no hay inspección y seguimiento del uso adecuado, con el objetivo de proteger la salud y seguridad de los operarios y que puedan desempeñar mejor sus funciones.

Sin embargo, los trabajadores y todas las oficinas de Dirección de Servicios Municipales han realizado y siguen brindando capacitaciones 4 veces al año, sobre seguridad laboral, manejo de los residuos sólidos y asuntos de servicios municipales, los operarios tanto de recolección como de limpieza pública cuentan con los conocimientos sobre Higiene, Salud y Seguridad Ocupacional. También les realizan chequeos médicos cada 3 meses debido al contacto directo y constante de los residuos sólidos, según el Director de Servicios Municipales.



**Fotografía 19 Operario de recolección sin el equipo de protección completo**



**Fotografía 20 Operarios de recolección en contacto directo con los residuos y sin la protección correcta**

## **Alternativa a la gestión de los residuos**

Un aspecto fundamental en la investigación es valorar como parte del desarrollo del Plan, la contaminación del manto acuífero de Ticuantepe en cuanto al planteamiento de construir un relleno sanitario en el municipio, tomando en cuenta que está dividido en zona urbana y semirural y donde tienen el privilegio de estar ubicado sobre el manto acuífero más grande de Centroamérica a una distancia de 720 m sobre el nivel del mar. Se cuenta con una gran riqueza hídrica, entre ella se encuentra una laguna subterránea que tiene una extensión aproximada de 20 Km<sup>2</sup> que significa gran parte del territorio municipal y eventualmente significaría un riesgo al gestionar internamente la disposición final de los residuos (Palacios, 2009).

Se hizo la delimitación de la cuenca con la idea de puntualizar que efectivamente por el casco urbano, existe una incidencia directa sobre fuentes de agua importantes que en gran manera se suman a las consideraciones que se tienen que fundamentar para el establecimiento de un relleno sanitario.

Según el Estudio preliminar-Línea base de Municipio de Ticuantepe, (2012):

En el municipio de Ticuantepe se identificaron un total de 14 microcuencas, de las cuales 10 se corresponden con la subcuenca III y 4 forman parte de la subcuenca IV. Las microcuencas de la subcuenca III, forman parte del grupo El Borbollón, dada la conectividad hidrológica de las mismas, éstas tienen su punto de salida en el puente El Arroyo (carretera a Masaya) y siguen su curso hacia microcuencas ubicadas en el municipio de Nindirí y los distritos VII y VI de Managua hasta su descarga en el lago de Managua.

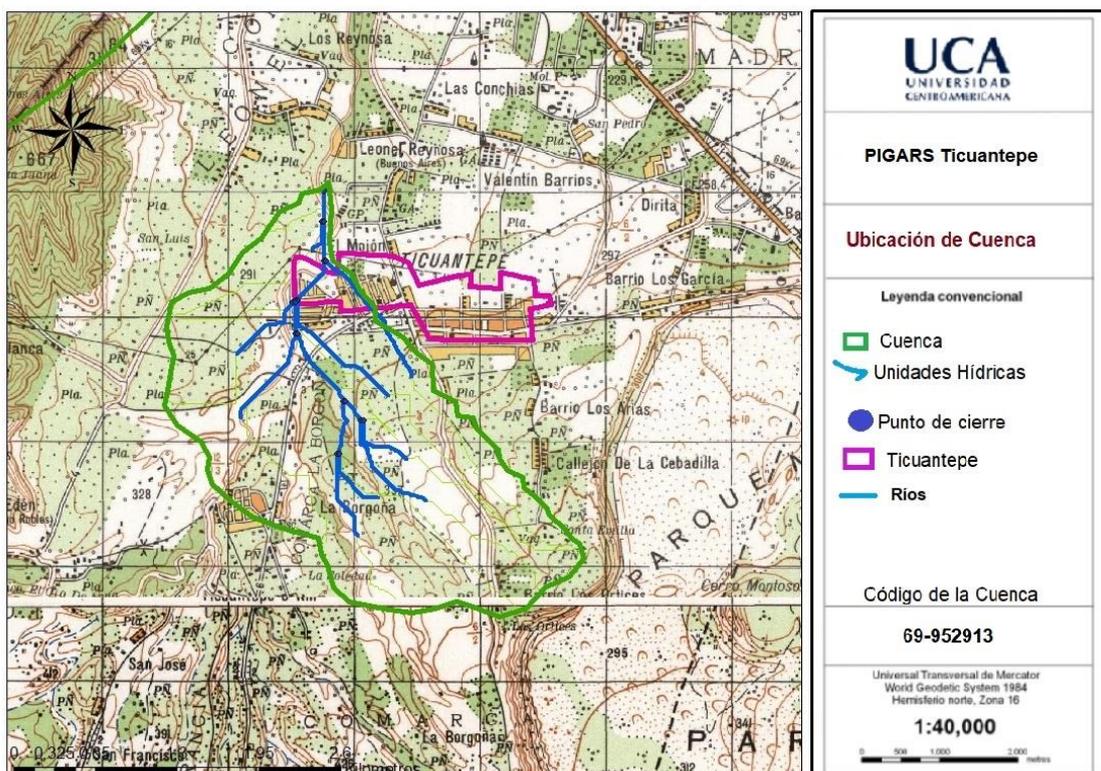
Los caudales totales que influyen en el municipio de Ticuantepe, son los asociados a las 14 microcuencas, de tal manera que en total se tienen 1 554,24; 1 785,54; 1 961,19 y 2096.54 m<sup>3</sup>/s para los períodos de retorno de 10, 25 ,50 y 100 años respectivamente. Sin embargo, debido a la cobertura parcial de dichas micro cuencas en el municipio, se generan 8 46,07; 977,56; 1 079,27 y 1 346,24 m<sup>3</sup>/s, para los mismos períodos, lo que representa un 55 % de reducción.

Según Cuenca Hidrográficas de Nicaragua bajo la metodología Pfafstterter, (INETER, GIZ, ANA, & UNI, 2014):

La delimitación en unidades hidrográficas empieza desde la delimitación continental, Centro y Norteamérica, que delimita el continente a Nivel 1 en nueve Unidades Hidrográficas y una cuenca endorreica. En este Nivel 1, desde México hasta Panamá se encuentra la Unidad Hidrográfica "9". El territorio de Nicaragua se encuentra ubicada completamente en el Nivel 2 en la Unidad Hidrográfica "95".

En su nivel 3 la cuenca hidrográfica de El Río San Juan de Nicaragua abarca una extensión en área de tierra firme de 19,533.46 km<sup>2</sup>. Esta cuenca hidrográfica comprende el área total de la cuenca 69 del mapa de cuencas (PHCA, 1972). Esta área se caracteriza por albergar dos lagos importantes de Nicaragua, el Lago Cocibolca con una extensión de 8,000 km<sup>2</sup> y el lago Xolotlán de 1,025 km<sup>2</sup>.

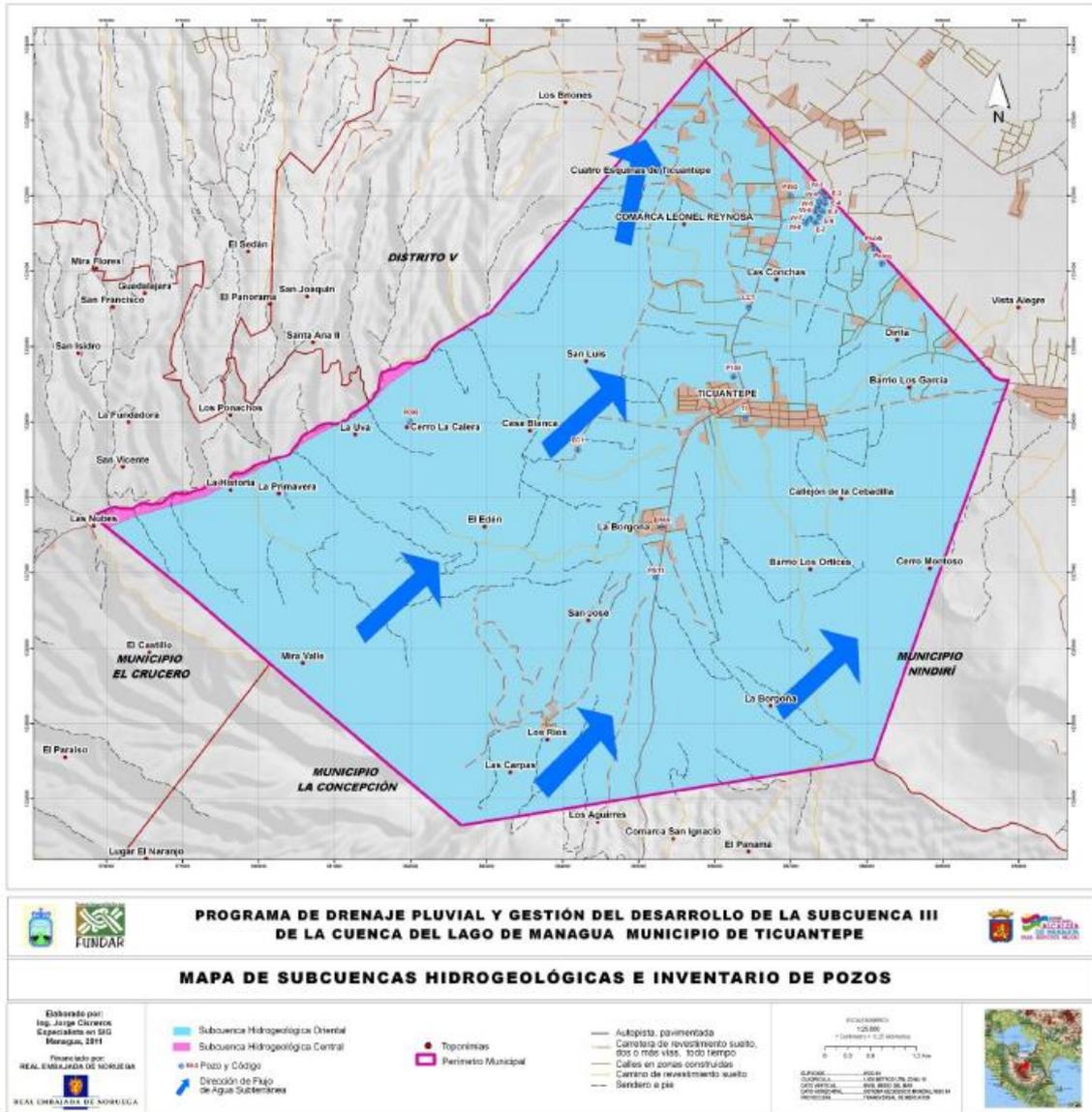
**Figura 20 Delimitación de cuenca**



En el nivel 4 esta cuenca hidrográfica compartida con la República de Costa Rica presenta en el nivel para el territorio nacional cinco subdivisiones. La unidad hidrográfica 9529 se encuentra completamente en territorio nacional. Uno de los

ríos importante es el Río Viejo con 157 km de longitud que drena el agua de la unidad hidrográfica 9529 y desemboca en el Lago Xolotlán. En su nivel 5 existen unidades hidrográficas, otros ríos importantes que desaguan en el Xolotlán, que puede ser el caso de la unidad 69-95291.

En su nivel 6, en esta cuenca hidrográfica del río San Juan a este nivel se encuentran 159 unidades hidrográficas, como la unidad hidrográfica **69-952913** que se encuentra en el Municipio de Ticuantepe.



**Figura 21 Mapa de Subcuenca Hidrogeológicas**

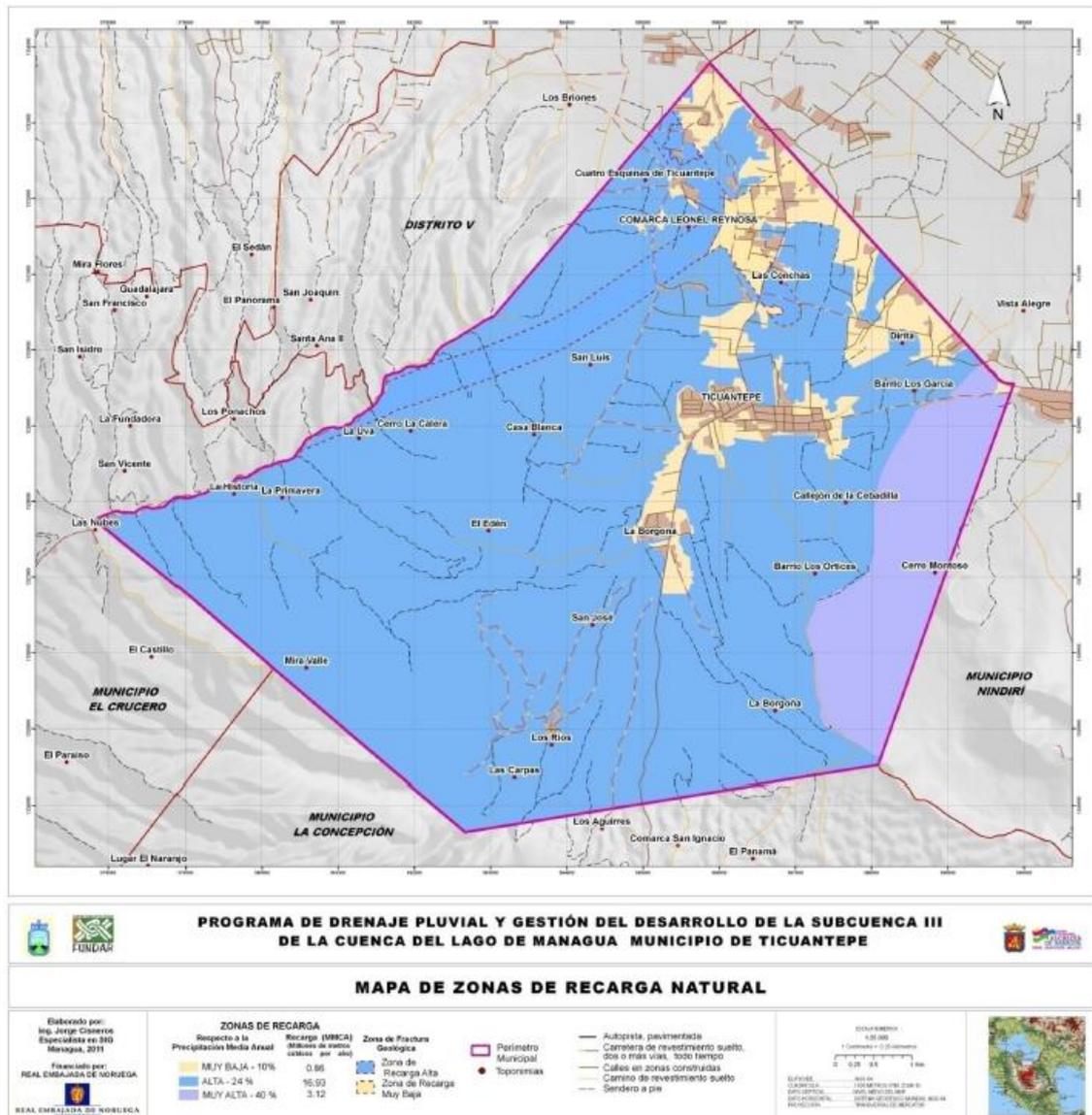
Fuente: (AMUSCLAM, 2011)

En el subsuelo de Ticuantepe se encuentra una laguna subterránea de unos 20 kilómetros cuadrados, la misma abastece del vital líquido a la capital Managua y otros municipios, el acuífero se encuentra en riesgo por el deterioro de los recursos naturales y la biodiversidad, los ecosistemas naturales en su mayoría han intervenidos por la actividad agrícola.

Unidad Hidrográfica en Nivel 3	Unidad Hidrográfica en Nivel 4	Unidades Hidrográficas en Nivel 5 UH	Unidades Hidrográficas en Nivel 6 UH	Cuenca PHCA (1972)	Área Total km <sup>2</sup>
952	9521	3	8	69	896.15
	9523	7	31	69	1,762.91
	9525	9	64	69	11,250.11
	9526	1	1	69	23.20
	9529	8	55	69	5,601.09
<b>Total por nivel</b>	<b>5</b>	<b>28</b>	<b>159</b>		<b>19,533.46</b>

**Figura 22 Unidades hidrográficas de la cuenca Rio San Juan de Nicaragua**

*Fuente: INETER et al., (2014)*

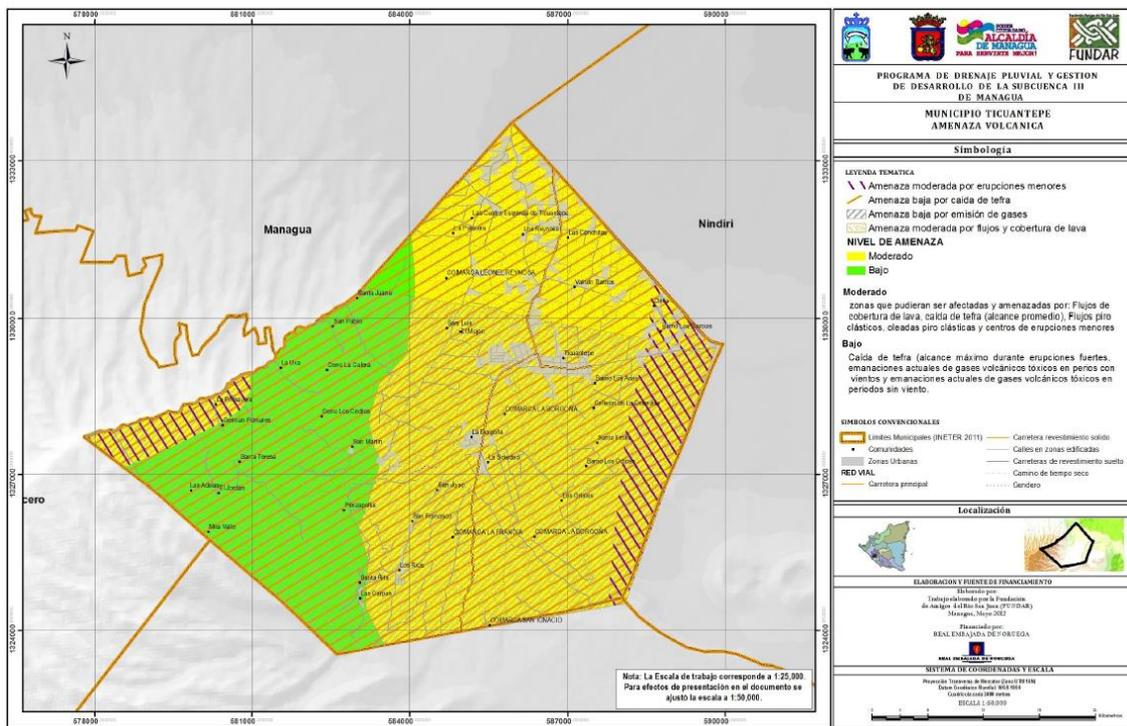


**Figura 23 Zonas de Recarga Natural**

*Fuente: (AMUSCLAM, 2011)*

Según estudios realizados por especialistas en el tema hídrico, la parte alta de la cuenca hidrográfica está fuertemente afectada por los gases del volcán Masaya y carece de una cobertura boscosa que la proteja. Además, la mayoría de los suelos no son usados correctamente y su capacidad productiva ha sido deteriorada por la erosión hídrica. Los agroquímicos se usan sin control causando un daño ambiental severo. Tanto en la población de Ticuantepe como entre los principales agentes económicos de este pequeño municipio no existe conciencia sobre la importancia económica de los servicios ambientales y el papel ecológico de la biodiversidad. Por otra parte, la pobreza en todas sus

formas además de la presencia de minifundios y la alta tasa poblacional inciden de manera negativa en los recursos naturales y la biodiversidad (Palacios, 2009).



**Figura 24 Amenaza volcánica**

Fuente: (AMUSCLAM, 2011)

Sus aguas, provenientes de la cuenca hidrográfica oriental de las Sierras de Managua, parten del territorio que integra el municipio de Ticuantepe, distante a 8 Km de la periferia de la ciudad de Managua.

Según datos estadísticos del Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE, Ticuantepe cuenta con una población de 38 874 habitantes; donde existe un 80% de distribución de agua en las viviendas.

Por poseer este Municipio una gran riqueza en flora y fauna y estar localizados a pocos kilómetros de la capital se ha convertido en un centro de atracción para las urbanizadoras quienes construyen en el sector de Sabana Grande, Veracruz y Ticuantepe, factores que aportan al consumo exigente de sus fuentes de agua, pero sobre todo de la generación de residuos.

“Hasta hace poco este municipio no era tan atractivo, pero debido que descubrieron el potencial y lo agradable del clima fresco, tranquilo y productivo de piña, ha venido aumentando y de alguna manera comprometiendo del asegurar un buen servicio de agua y de la basura, es lo que ha hecho más atractivo este municipio, además vivimos en un lugar tranquilo socialmente como les mencionaba”. Nos manifestó la señora María Eugenia Ramírez, habitante de este municipio desde hace más de 22 años.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL realizó un estudio para la instalación de un sistema de alcantarillado que lleve las aguas servidas a la planta de tratamiento que la empresa aguadora recién construyó, cerca del lago de Managua, no logramos obtener la información pero si nos hicieron el comentario que la mayoría de las urbanizaciones no cuentan con sistema de alcantarillado sanitario; además sus pozos sépticos o sistemas de tratamiento no reúnen las características técnicas para evitar que se contaminen las fuentes de aguas a largo plazo, es por eso que MARENA hoy en día aprueba proyectos de urbanizaciones solo si los sistemas de tratamiento son individuales y finalicen con un tratamiento conjunto , para asegurar que el agua que se descarga tiene las características físico químicas correspondientes.

Según datos publicados por el Nuevo Diario el 11 de mayo, 2007, la Directora Ejecutiva de ese ente, Lic. Ruth Herrera, manifestó que las urbanizaciones se preocuparon por llevar el agua potable, pero no por sacar las aguas servidas, por lo que los urbanizadores tienen que asumir que las aguas servidas no se pueden quedar dando vuelta en el subsuelo de Veracruz, de Ticuantepe y de Sabana Grande, porque precisamente allí están las baterías de pozos donde los Managua beben agua (Palacios, 2009).

En una entrevista realizada por El Nuevo Diario al Geólogo del Centro de Investigaciones Geo científicas de la UNAN, Lic. Francisco Espinoza, manifestó que el problema con las urbanizaciones no es solamente porque en ellas se ubica la zona de recarga de los pozos de agua que abastecen a la ciudad de Managua, sino porque esta área es la parte más sensible a movimientos y flujos

de tierras, debido a la presencia de fallas activas y a que el suelo de esta zona alta es muy suelto (Palacios, 2009).

De manera general podemos decir que las urbanizaciones se han convertido en la principal amenaza para el manto acuífero y por tanto para el agua potable que se consume, desconociendo que las zonas boscosas son las áreas de recarga de agua de los mantos acuíferos de la capital.

Para preservar este vital líquido es necesario proteger y conservar la calidad y pureza de esta fuente, a través de la implementación de medidas de mitigación que garanticen la conservación del ecosistema que la rodea y brindar alternativas económicas a los productores de la zona. Una de estas alternativas muy importantes que condiciona un aspecto importante del municipio es el sitio de disposición final de los residuos sólidos, que como se ha mencionado a lo largo de esta investigación está ubicado en el municipio de Nindirí.

Actualmente se carece de proyectos específicos destinados a este fin, por lo que la Alcaldía de Ticuantepe pretende impulsar y potenciar alternativas que contribuyan a la preservación y compensación de los recursos por considerarlos vitales y una de las más grandes fuentes naturales que a la fecha se conservan sanas y sin problemas de contaminación, de esta iniciativa nosotros hemos planteado dos consideraciones importantes: la primera es saber que el acuerdo que tiene Ticuantepe con Nindirí es meramente verbal, situación que deja expuesto a Ticuantepe en muchos aspectos, ya que si en alguna circunstancia Nindirí decide negar el acceso al vertedero, no se va a tener un instrumento legal de reclamar ante la situación, aspecto que se puede solucionar al oficializar un documento legal en el que se plasmen las condiciones en que ambas municipios deben trabajar y en mejor de los casos, reacondicionar el vertedero para que no colapse.

Segundo y también importante es el constituir un relleno sanitario intermunicipal, no con Nindirí sino con el municipio de la Concepción, de esta manera las distancias y el dinero y el tiempo que se invierte en todo el tren de limpieza se puede ver beneficiado en gran medida, la idea es tener ambas municipalidades

trabajando en conjunto donde Ticuantepe trabaje dando un aporte al mantenimiento del relleno en un porcentaje en equidad, de tal manera lo que se invierta se pueda justificar sin llegar a problemáticas a corto o largo plazo por la división ineficiente de responsabilidades.

El municipio La Concepción tiene un área aproximada de 66,88 km<sup>2</sup> y un perímetro de 40,53 km lineales, La Concepción y Ticuantepe límite tiene su límite en la cota máxima de la caldera El Ventarrón, punto conocido como El Cerrito, el límite continua 5,5 km. con rumbo suroeste hasta llegar a un punto a orillas de la quebrada Los Peroles, sigue en dirección noroeste 3,25 km hasta llegar a la localidad Mira valle, La Concepción es un municipio que tiene un moderado crecimiento urbanístico y tienen del privilegio de tener bastante terrenos en los que se puede desarrollar el proyecto junto a la municipalidad de Ticuantepe, ya que gran parte del uso actual del suelo son bosques latifoliados abiertos (AMUSCLAN, 2011).

En síntesis se puede decir que la falta de conciencia ambiental de algunas urbanizadoras, la gran importancia ecológica e hídrica que tiene Ticuantepe y su condicionamiento constante a ser un municipio en el que la densidad siga aumentado progresivamente, va a seguir planteando el reto de gestionar eficientemente los residuos que se generen, por tal razón se considera que las tres alternativas antes mencionadas son las salidas que pueden dar respuesta a tal particular situación, y a tener claro que no se puede diseñar un relleno dentro del municipio ya que no solo afectaría las condiciones del municipio sino de la gran cantidad de sectores de Managua que se abastecen de sus recursos hídricos.

## **5.9 Aspectos administrativos; gerenciales y financieros**

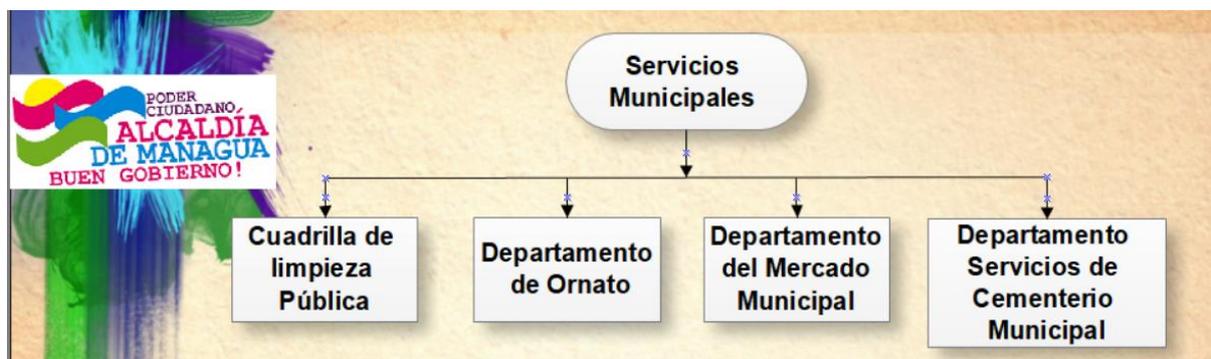
### **5.9.1 Aspectos gerenciales y administrativos**

Con relación a los elementos que se toman en consideración en cuanto al funcionamiento institucional es importante reconocer Las Leyes Nos. 40 y 261 “Reformas e incorporaciones a la Ley No. 40 Ley de Municipios “, en su Arto. 7, numeral 1, inciso a), hace referencia a las competencias y obligaciones de la municipalidad en materia de gestión de residuos sólidos. Arto. 7: El Gobierno Municipal tendrá, entre otras, las competencias siguientes: numeral 1. Promover la salud y la higiene comunal. Para tales fines deberá: Inciso A. Realizar la limpieza pública por medio de la recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos. Asimismo, la Ley 217 “Ley General del Medio Ambiente y Recursos Naturales”, en sus artículos Nos. 129 y 130, reafirma el rol de los Gobiernos Locales “Alcaldías” en cuanto a la administración y/o operación de los sistemas de manejo de los residuos sólidos no peligrosos.

Para que el diagnóstico integre todos los componentes activos que hacen trabajar a la alcaldía municipal es importante analizar que las municipalidades, tienen autonomía para establecer su organización interna administrativa, sistemas de recaudación, contabilidad, y administración financiera, elaboración de tarifas y presupuestos municipales, programación, y servicios públicos municipales. De la misma forma están facultadas para mantener programas permanentes de capacitación y adiestramiento para funcionarios y empleados municipales.

La alcaldía municipal constituye la unidad política administrativa primaria dentro de la organización estatal, establecida en un territorio determinado que le es propio, organizado bajo un ordenamiento jurídico que garantiza la participación popular en la formación y conducción de la sociedad local, con autonomía para darse su propio gobierno, el cual como parte instrumental del municipio está encargado de la rectoría y gerencia del bien común local, en coordinación con las políticas y actuaciones nacionales orientadas al bien común general, gozando para cumplir con dichas funciones del poder, autoridad y autonomía suficiente

A continuación, se presentan algunos de los hechos y elementos que se consideran relevantes, sobre la Alcaldía Municipal de Ticuantepe.



**Figura 25 Organización de las competencias de la Dirección de Servicios Municipales 2017**

*Fuente: ALMA, (2017)*

Las funciones que comprenden el accionar de la Dirección de Servicios Municipales son amplias y de gran importancia ya que tienen un contacto directo con la población en cuanto a la prestación y atención del servicio de limpieza pública, recolección de residuos sólidos, atención a eventualidades dentro del municipio entre otras que conjugan un trabajo de alto grado de atención y de simbolismo para el bienestar y eficiencia en el funcionamiento del municipio como tal. Parte de las funciones son:

- Programar, dirigir, supervisar y controlar los Servicios Públicos Municipales de recolección de los residuos, manejo de los puntos de interés (casa de oficio, parques públicos, parque de ferias, hospitales, centros recreativos, cementerio).
- Analizar las necesidades de los Servicios Públicos mencionados, estableciendo criterios prioritarios y jerárquicos de atención en situaciones ordinarias y de emergencia, así como dar respuesta a los requerimientos en materia de los servicios de su competencia, de acuerdo con las políticas y lineamientos que la gerencia coordina.
- Colaborar y coordinarse con otras instancias de los departamentos que integran la alcaldía para la mejor prestación de los Servicios Públicos a su cargo.
- Mantener contacto con las delegaciones vecinales para conocer sus requerimientos en materia de servicios públicos ya que en el caso

particular de Ticuantepe se comparte el espacio para la disposición de los residuos sólidos, este contacto permite la mejor prestación de los servicios y la participación conjunta en la gestión de los mismos.

- Anticipar las necesidades futuras del municipio en cuanto a los Servicios Públicos a su cargo y sentar las bases de crecimiento con Planificación y Recaudación (Departamentos dentro de la Alcaldía Municipal) de las áreas operativas, de manera que sean siempre suficientes en cantidad y calidad del servicio. Así mismo, presentar a la Gerencia, de ser necesario, las propuestas para modificar las estrategias en cuanto a cobertura e ingreso de más contratos que eventualmente lleven a incrementar el recorrido de las unidades recolectoras, de esta manera se mantiene una constante evaluación y anticipación para que el sistema no colapse.

### **5.9.2 Aspectos financieros**

La planificación, es sin duda alguna la herramienta fundamental de cualquier empresa o institución, es mediante ella que se fijan las metas y objetivos que se deben alcanzar, en un periodo de tiempo establecido y con ello asegurar el éxito esperado. En el campo de las ciencias económicas esta actividad es de tal importancia, que las empresas e instituciones invierten dinero, tanto en el mejoramiento profesional del personal calificado, como en la compra de equipos que permitan ser más precisos a la hora de emprender una gestión, elemento que va a ser fundamentado en esta sección, recordando la necesidad y los recursos con los que la alcaldía anual y mensualmente planifican para mejorar.

Durante la investigación y el proceso de recolección de información se logró identificar que la Dirección de Servicios Municipales recibe un aproximado de 15 quejas al día de parte de la población, la mayoría de éstas son con respecto al servicio de recolección de residuos, por el tiempo en que se realizan, por no haber pasado por un sector entre otras, razones que se justifican por varios motivos, desde la atención a una emergencia en la que un camión tiene que interrumpir su recorrido por apoyar otra ruta , por avería en el camión, por no pagar el servicio y no se recoge su residuo, y finalmente por la cantidad de sacos

que se retornan una vez realizada la disposición temporal de los residuos en el camión que muchas veces es nula.

La Dirección de Servicios Municipales de la Alcaldía dispone de un presupuesto que anualmente configuran según el comportamiento que tuvieron, definido para cumplir las funciones relacionadas al manejo de los residuos sólidos. En la Dirección de Finanzas y Recaudación se llevan registros mensuales detallados tanto de los egresos (costos vinculados a los residuos), como de los ingresos generados por el cobro a la población de tarifas para la prestación del servicio.

Las tarifas actuales fueron establecidas a medida que el desarrollo del municipio fue constituyéndose y permitiera recuperar el dinero que se invierte en la cobertura, por lo que se consideran tarifas fijas con un alto nivel de monitoreo en su ajuste. Estas se recaudan mensualmente por cobradores asignados por la Dirección de Finanzas y Recaudación. En la tabla a continuación se detallan las tarifas para los diferentes sectores.

**Tabla 21 Tarifas por el servicio de recolección de residuos sólidos**

Sector	Tarifa
Comunidad	C\$ 30 - C\$ 60
Reparto	C\$ 30 - C\$ 60
Residencial	C\$ 100
Condominio	C\$ 100
Instituciones	C\$ 30 - C\$ 60
Farmacias	C\$ 100 - C\$ 600
Ferreterías	C\$ 100 - C\$ 300
Estaciones de Servicio	C\$ 200
Restaurantes	C\$ 100 - C\$ 300
Tiendas de productos varios	C\$ 300
Empresas varias	C\$ 300 - C\$ 3500
Supermercado	C\$ 5000

Fuente: Dirección de Servicios Municipales, Alcaldía de Ticuantepe, (2017)

La alcaldía municipal tiene en cuenta que los instrumentos de mandato y control, que consisten principalmente en el establecimiento de normas y criterios legales de obligado cumplimiento para garantizar la práctica de acciones correctas en las distintas fases involucradas en la generación y gestión de los residuos. El municipio tiene cobradores que se encargan de la recaudación del pago de la tarifa del servicio de recolección y de cobros por los rótulos en la vía pública.

Estas tarifas anualmente se ajustan, así como su plan de inversión con el fin de que el sistema no encuentre deficiencias y de lugar a irregularidades que generen el desatender obligaciones que como alcaldía tienen que resolver constantemente. Estos ajustes están dados por los costos de los servicios de mantenimiento de la maquinaria y su desgaste según el uso que le han dado, el salario del personal, incremento de la densidad poblacional ya que Ticuantepe se ha convertido en una zona de alto establecimiento de urbanizaciones que eventualmente se vuelven en usuarios activos del servicio. Los datos que recopilamos ingresos y egresos fueron aproximados brindados por la Dirección de Finanzas y Recaudación, sin embargo, a partir de estas cantidades se logró establecer un análisis que eventualmente refleja la situación de la Alcaldía municipal para el año 2017.

**Tabla 22 Ingresos de la Alcaldía Municipal**

<b>Actividad</b>	<b>Ingresos</b>
Pago por el servicio de recolección	C\$ 3 108 950
Cementerio	C\$ 44 806,8
<b>Total</b>	<b>C\$ 3 153 756,8</b>

Otro elemento que condicionó el dato exacto fue que en el presente año hay elecciones municipales en el país y las municipalidades cambian sus estrategias de inversión, y cierran los registros para la entrega de informes correspondientes al ciclo electoral activo que tuvieron en vista de cualquier cambio, tanto de carácter económico como de poder político representativo. Un dato que si nos expresaron y se pretende trabajar con toda la temática de las tarifas, es el pensar en incentivos económicos es que teóricamente son el método menos costoso de control ya que se sensibiliza y se practica el mensaje de manejar mejor los

residuos que se generan. En este sentido, el buen diseño de sistemas de incentivos económicos permite a los agentes o protagonistas del servicio tomar decisiones óptimas desde el punto de vista social sin necesidad de controlar o fiscalizar sus actos, es decir, son sistemas de autorregulación; todo esto surge de la idea del desarrollo de la investigación y del crecimiento económico potencial que ha experimentado el municipio en los últimos años.

No existe hasta el momento ningún enlace entre lo que se invierte en el mantenimiento del sistema de manejo de desechos sólidos y lo que se recauda por el cobro del servicio.

**Tabla 23 Egresos de la Alcaldía Municipal**

Actividad	Egresos
Salarios	C\$ 2 708 312
Recolección de residuos sólidos	C\$ 792 968
Manteamiento de parques, cementerio, calles, cauces, camiones recolectores, centros recreativos, mercado, otros	C\$ 6 354 210
<b>Total</b>	<b>C\$ 9 855 490</b>

**Tabla 24 Porcentaje de Recuperación de costos de servicios de recolección**

Departamento	Egresos	Ingresos	Subsidio		
			Diferencia	Subsidio	Recuperación
Finanzas y Recaudación	C\$ 9 855 490	C\$ 3 153 756,8	C\$ 6 701 733,2	68 %	32 %

Tomando referencia de la tabla anterior se aprecia que el subsidio es significativo (68%), sin embargo, el dinero recaudado por el cobro de las tarifas es del 32%, valor que si bien permite resolver con la operatividad del servicio, sin embargo no es suficiente para hacer frente a los requerimientos básicos que implica la prestación del servicio tomando en cuenta el incremento exponencial de

empresas y de urbanizaciones. Un problema que se identificó una vez reflejados los costos, estos datos son muy generales, es decir, al no tener la cuantificación de los costos por cada componente (llantas, combustible, servicio propio de recolección, entre otros) hace más difícil el ajustar con eficiencia los costos reales que se van a tener y esto lleva en gran parte a no tener una justificación técnica y financiera de porque se están cobrando o recuperando el dinero invertido. Se logró apreciar que la tarifa que se definió a los supermercados, no es la que deberían estar pagando, los motivos principales de esta afirmación surgen de que la cantidad de residuos que producen diariamente, condiciona a ajustar el recorrido del medio día de la ruta, al ser tanta solo queda habilitada una sección del camión, factor que implica en gastos, en duración de la ruta y eventualmente en el desgaste del vehículo, por tales motivos consideramos que las tarifas en general pero sobre todo de los supermercados debe ser más altas, se refiere a una de las cadenas de comercio más grandes del mundo y no justifica los costos tan bajos que pagan por el servicio como tal.

El porcentaje de personas que no suelen pagar el servicio de recolección o están en constante estado de deuda, surge muchas veces porque son pobladores que originalmente eran de Managua, y argumentan que en sus barrios o en su zona donde habitaban no se efectuaba el pago del servicio y de igual manera sus residuos eran retirados, en este sentido se necesita mejorar el proceso de sensibilización y responsabilidad de toda la población entorno al pago por el servicio de limpieza pública.

Este proceso no es responsabilidad directa del cobrador, por tal razón el comportamiento que se presenta es que no visita las viviendas donde sabe que no concretan el pago y las rutas de recolección identifican inmediatamente el lugar donde no recolectarán, este elemento como se mencionaba anteriormente se manifiesta en las quejas que diariamente reciben. Se tiene que construir con constancia el sentido común y la responsabilidad del esfuerzo tan grande que realiza la Alcaldía para suministrar eficientemente el servicio y por tal razón es meritorio que todos colaboren conjuntamente.

En el municipio de Ticuantepe tienen toda la actitud para revolucionar el sistema con el que funcionan actualmente y eso ya permite ir trabajando para mejorar

cualitativamente el servicio; se deben promover campañas y estrategias que a todos los niveles haga de conocimiento efectivo cómo la alcaldía está trabajando y cómo el rol de la población y de las empresas va a ser fundamental para desarrollarlo. Asimismo, se debe tomar en cuenta en el sistema educativo el hincapié en temas relacionados a la gestión de los residuos, practicando y aplicando esos conocimientos en la realidad del municipio para establecerlo como referencia para los demás. En este sentido la municipalidad debe solicitar el apoyo directo de los actores involucrados a reorientar las acciones de la campaña hacia los pobladores.

### 5.9.3 Opinión de la población

Se realizaron 70 encuestas de acuerdo al número de viviendas muestreadas con el fin de tener un análisis que correlacione los resultados obtenidos con el muestro in situ de los residuos sólidos. Las encuestas se aplicaron en 70 viviendas distribuidas en Barrio, Condominio, Residencial y Comunidad, con un total de 18 encuestas por sector. A continuación, se presentan algunas de las respuestas.

#### Conocimiento de programa de limpieza municipal

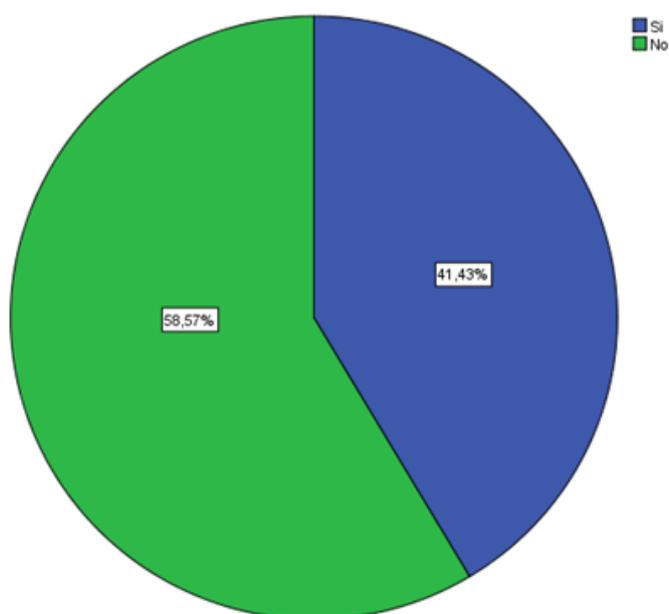
**Tabla 25 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°7**

<b>¿Sabe usted si existe algún programa de la municipalidad en coordinación de la población para el correcto manejo de los residuos sólidos?</b>					
<b>Respuestas</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válidos	Si	29	41,4	41,4	41,4
	No	41	58,6	58,6	100,0
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Más del 58,6% de las personas encuestadas no conocen de un programa de manejo de los residuos sólidos, debido a que no existe una comunicación y coordinación directa de ambas partes. Por otro lado, existe mucha presión de parte de la población a la alcaldía de resolver elementos como la cobertura y los tiempos en los que los camiones harán su ruteo, donde la alcaldía ha respondido

inmediatamente ante estas situaciones, sin embargo no se observa una participación conjunta; si el trabajo fuese coordinado y de la mano, la comunicación y la solución de los problemas no llevaría a tantos inconvenientes que comprometan a la municipalidad de “no estar haciendo su trabajo”. Este elemento depende también de la municipalidad, ya que las ocasiones en las que han involucrado a la población, inicialmente en negocios, el trabajo fue muy pausado y no se obtuvo la mejor de las repuestas en términos de duración de los programas que han establecido; tienen que haber más estrategias e intentos en inducir este tipo de dinámicas, ya que en la constancia está realmente el éxito, sobre todo cuando se habla de un tema que involucra e interesa resolver a todos.

**¿Sabe usted si existe algún programa de la municipalidad en coordinación de la población para el correcto manejo de los residuos sólidos?**



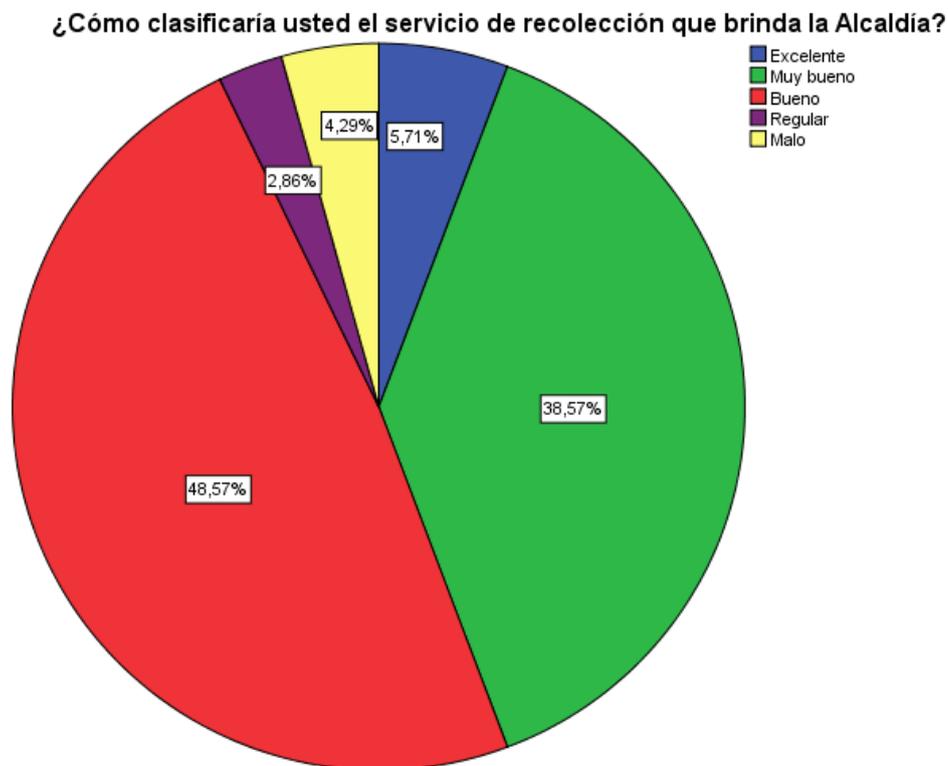
**Gráfico 7 Porcentajes de personas que conocen y las que no conocen un programa municipal del manejo de los residuos sólidos**

**Tabla 26 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°10**

¿Cómo clasificaría usted el servicio de recolección que brinda la Alcaldía?					
Respuestas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	5,7	5,7	5,7
	Muy bueno	27	38,6	38,6	44,3
	Bueno	34	48,6	48,6	92,9
	Regular	2	2,9	2,9	95,7
	Malo	3	4,3	4,3	100,0
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Las personas encuestadas clasificaron que el servicio de recolección que brinda la Alcaldía es muy bueno con un porcentaje de 38,6% y bueno con 48,6%

**Frecuencia de recolección**



**Gráfico 8 Porcentaje de personas que clasifican el servicio de recolección**

**Tabla 27 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°10**

<b>¿Con qué frecuencia pasa el camión de la basura?</b>					
<b>Respuestas</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válidos	1 vez por semana	2	2,9	2,9	2,9
	2 veces por semana	65	92,9	92,9	95,7
	3 veces por semana	3	4,3	4,3	100,0
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

El comportamiento de la frecuencia de recolección se respeta en todos los sectores: 2 veces por semana. No obstante, en muchos sectores sobre todo en repartos y residenciales, se apreció un alto nivel de residuos que no tienen la presentación que permita a los operarios recolectores manejarlos, porque son barriles extremadamente cargados y con los residuos internos sin bolsas, ramas muy largas que no están en sacos bien trituradas, elementos que luego son motivos de quejas en la alcaldía, pero no se valora el esfuerzo y la complejidad de la situación y cómo puede agravar las condiciones físicas de cada trabajador.

Así mismo, las veces en que el sistema de recolección presenta dificultades o percances, ya sea que se necesita apoyar otra ruta, fallas mecánicas, limpieza de cauce con exceso de un sedimento en los canales de aguas pluviales, el servicio interrumpe el servicio en algunos sectores, sin embargo, son la prioridad a primera hora del día siguiente.



Gráfico 9 Porcentaje de personas que conocen la frecuencia pasa el camión recolector

Tabla 28 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°11

¿Tiene conocimiento de las enfermedades que están relacionadas al inadecuado manejo de los residuos sólidos?					
Respuestas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	40	57,1	57,1	57,1
	No	30	42,9	42,9	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

El 57% de las personas encuestadas respondió las enfermedades que podrían estar asociadas con los residuos sólidos, es decir la basura, en este caso más que todo fueron las infecciones digestivas que van relacionas a los síntomas de diarrea y vómito también infecciones respiratorias, dengue, conjuntivitis y cólera. El otro 42,9%no estaba consiente que el mal manejo de los residuos sólidos puede ser una amenaza para la salud, sin embargo, hacían el comentario de lo delicado que es el manipular los residuos para los operarios del camión ya que no suelen utilizar los equipos de protección personal, sumado que dos de las unidades de recolección son contenedores estáticos que eventualmente hace

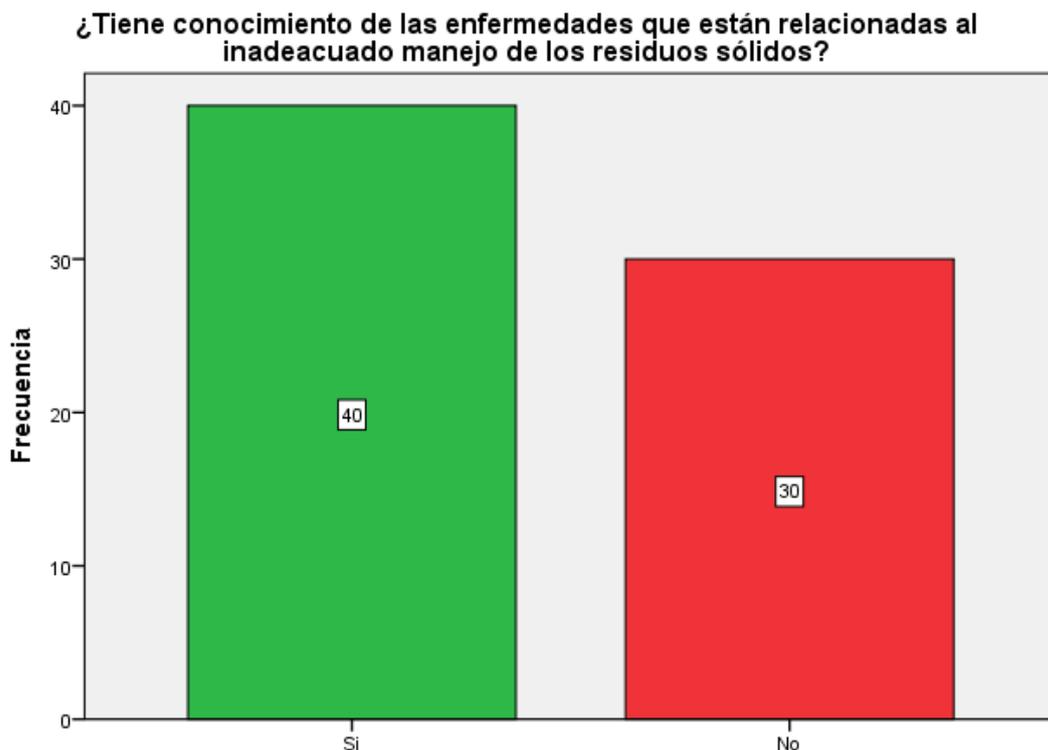
interactuar aún más directo con el operario a la hora de la disposición final en el vertedero.

Gran parte de los transmisores de estas enfermedades son:

- Mosca doméstica
- Ratas
- Zancudos

Hay varias formas de que la disposición inadecuada pueda dar lugar a la propagación de enfermedades. La primera de ellas es mediante la introducción de agentes patógenos en el medio. Esto es cuando las bacterias o los virus se transportan en los residuos y se introducen en nuevas áreas. Hay una posibilidad de que quizás un poblador u operario recolector puede estar expuesto a los residuos. Lo más probable, sin embargo, es que un animal, tal como una rata o un perro o un ave, puedan estar expuestos al patógeno y luego regresen a una población causando mayor daño.

Esto puede crear poblaciones ambiente enfermas que pueden propagar la enfermedad, posiblemente para otras especies. La otra forma que la disposición inadecuada de algunos residuos puede dar lugar a la propagación de enfermedades es a partir de residuos que actúan como fuente de alimento o caldo de cultivo de agentes patógenos que podrían no haber llegado a tan alta población de otra manera.



**Gráfico 10 Frecuencia de las personas que tiene conocimientos sobre las enfermedades relacionadas al mal manejo de los residuos sólidos**

### Disposición final de los residuos

**Tabla 29 Resultados de las encuestas en relación con la pregunta N°9**

¿Tiene conocimiento donde van los residuos sólidos del municipio?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	14	20,0	20,0	20,0
	No	56	80,0	80,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

De acuerdo con la pregunta anterior más del 50% de las personas encuestadas no saben la disposición final de los residuos del Municipio de Ticuantepe, el resto de los habitantes respondían realmente el sitio de disposición final actual o los sitios anteriores tales como vertedero La Chureca y vertedero de Masaya. Se puede observar que la población está un tanto informada sobre el manejo de los residuos sólidos del municipio.

¿Tiene conocimiento donde van los residuos sólidos del municipio?

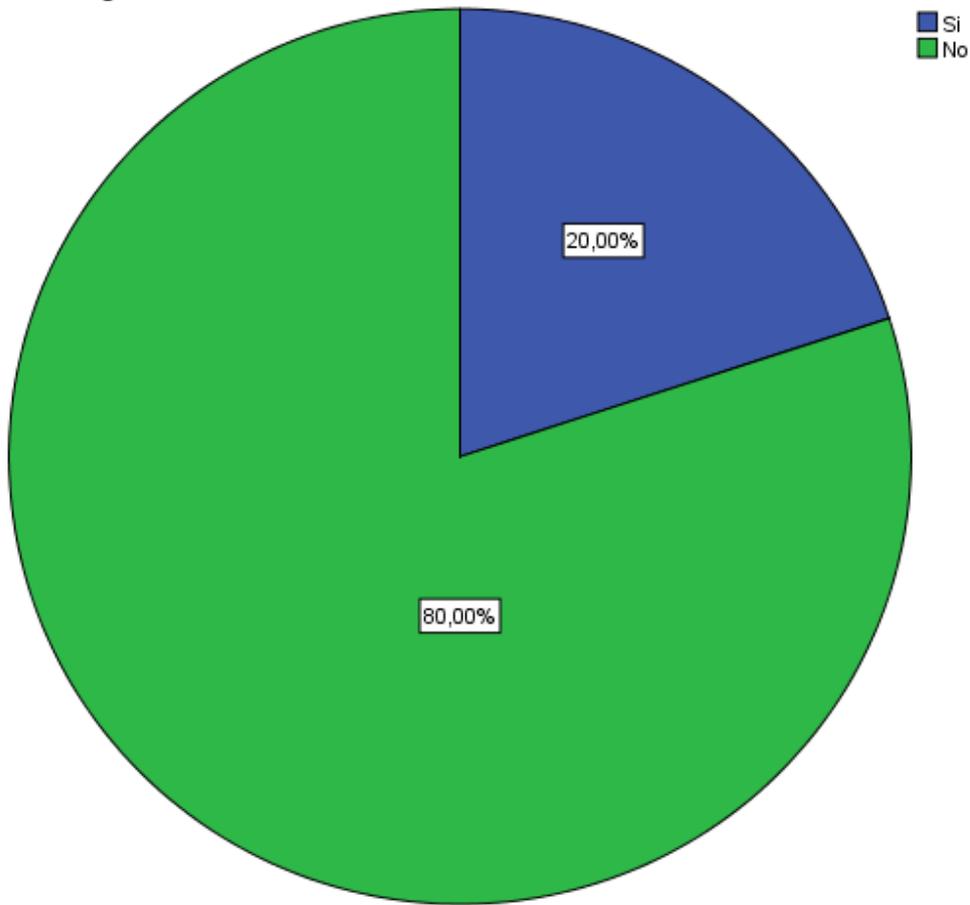


Gráfico 11 Porcentaje de personas que conocen la disposición final de los residuos sólidos del Municipio de Ticuantepe

## **5.10 Análisis FODA**

El análisis FODA es una herramienta y una estrategia que permite tener una evaluación amplia de las condiciones que constituyen el manejo de los residuos sólidos en el municipio y de esa manera integrar nuevos proyectos de mejora del servicio de limpieza pública.

Para desarrollar esta matriz se tomaron en cuenta elementos políticos, socioculturales y económicos que representan las influencias directas del ámbito externo del Municipio de Ticuantepe que inciden eventualmente en el accionar cotidiano de la Alcaldía. El análisis de estos elementos aportará a fortalecer y cumplir con la misión institucional que facilite la construcción de lineamientos para mejorar exponencialmente el manejo de los residuos.

Esta herramienta es de suma importancia al momento de aprovechar las oportunidades que nacen de las iniciativas que tiene la institución, así mismo las fortalezas y debilidades definen la dirección en la que las acciones se deben trabajar y corregir, para optimizar la inversión, mejorar el servicio y dar respuesta a una mayor cantidad de problemas en un espacio de tiempo menor que contribuya entre otros aspectos, a una mejora continua del servicio de limpieza pública. Se han identificado una serie de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en el ámbito municipal, éstas se definen en la siguiente matriz.

**Tabla 30 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>La Dirección de Servicios Municipales cuenta con una respuesta inmediata ante eventualidades</p> <p>Existencia de un sistema de limpieza pública en las calles principales y centros turísticos</p>	<p>Interés de la municipalidad de mejorar la gestión de residuos sólidos.</p> <p>Aumento en la colaboración de la comunidad para desarrollar un trabajo conjunto que dé respuesta a la gestión de los residuos</p>	<p>Falta de inversión en la Dirección de Servicios Municipales por mejorar la gestión de los residuos sólidos.</p> <p>No existe una planificación en el manejo de los residuos sólidos a largo plazo.</p> <p>Ausencia de un sistema de registro y de indicadores de seguimiento y control (técnicos y financieros) que permitan valorar de manera específica las actividades referidas a las multas por depositar residuos en sitios ilegales</p>	<p>Desorden jurídico en la fijación, aplicación y asignación de competencias en materia de gestión de residuos sólidos presente en la legislación nicaragüense.</p> <p>Aumento en la densidad poblacional urbana dado su alto interés atractivo para habitar, situación que imprime una mayor demanda de recursos económicos, humanos y materiales para estas urbanizaciones, repartos y condominios al sistema de recolección y transporte de residuos existente.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>Se disponen de 4 (uno de apoyo) camiones en buen estado, para cumplir con las actividades propias del servicio.</p> <p>Las actividades de recolección y transporte son realizadas en base a un ruteo establecido</p> <p>Se cuenta con unidades para la limpieza de calles (carretones). Hay operarios de limpieza destinados</p>	<p>La Dirección de Servicios Municipales está proyectando adquirir dos unidades nuevas</p> <p>Existencia de una Política Nacional de Residuos Sólidos.</p> <p>Existencia de la Estrategia “Vivir Limpio, Vivir Bonito”, y “Calles limpias, orgullo de mi municipio” orientada por el Gobierno Central</p>	<p>Tarifas actuales a empresas de altos ingresos comerciales y alta tasa de producción de residuos muy bajas, no se incorporan los costos económicos relacionados a: Depreciación de maquinarias y equipos, pago de personal, gastos directos e indirectos, tiempo de recuperación de la inversión.</p> <p>No existen tarifas para la recolección de residuos de eventos públicos ajenos a la Alcaldía.</p> <p>Cultura de pago dividido en la población, algunos justificando que en Managua no se cobraba el servicio. Un porcentaje medio de la población del municipio tiene este comportamiento.</p>	<p>Falta de instrumentos económicos en el país dirigidos a la gestión integral de residuos sólidos, que un sector privado y población en general en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas planteados.</p> <p>Carencia de una ley especial de residuos sólidos en el país.</p> <p>Aumento de residuos biológicos-infecciosos en los centros asistenciales del país.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p>a zonas puntuales (Parques, Calles centrales, Mercado, Parque de ferias)</p> <p>La cuadrilla de recolección ejecuta su ruteo de acuerdo a los días asignados</p>	<p>y Alcaldía Municipal a la educación ambiental del municipio</p> <p>Realización de planos dentro de la Dirección, para el establecimiento y zonificación de las rutas de limpieza pública y de la recolección de residuos sólidos.</p> <p>Relación estrecha entre la Dirección de Servicios Municipales y la Unidad de Gestión Ambiental</p> <p>Disposición de la población que si paga el servicio de recolección a pagar más en el escenario de</p>	<p>Ausencia de incentivos dirigida hacia la población, la constancia de estos programas se dio solo a un sector (pulperías), reduciendo el impacto de la colaboración de todo el municipio.</p> <p>Las Ordenanzas Municipales no abordan la aplicación de incentivos y programas de sensibilización ambiental <u>constantemente</u>.</p> <p>No se ha formulado un Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos.</p>	<p>Poca participación constante de la población en el manejo de residuos sólidos.</p> <p>Ausencia de conocimiento certero de la población en relación con las competencias institucionales en materia de residuos sólidos y el sitio de disposición final de los residuos que generan</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
	<p>aumentar la frecuencia de recolección</p> <p>Se ejecutan capacitaciones al personal administrativo ligado al servicio en aspectos técnicos, operativos y relacionados a seguridad, salud, higiene y ergonomía laboral.</p> <p>Presencia de un vehículo recolector de repuesto para la recolección, en caso de fallas mecánicas del camión en uso.</p> <p>Operarios encargados del barrido de calles, utilizados para abordar sitios específicos del municipio permanentemente</p>	<p>Ausencia de planes de acuerdo a los sectores económicos (empresas, condominios, residencias y comunidades)</p> <p>Ausencia de una estrategia de incorporación del sector informal (que no contratan el servicio) en el manejo de los residuos.</p> <p>Insuficientes campañas de educación sanitaria y ambiental.</p> <p>Infraestructura vial que limita las maniobras del camión recolector.</p>	<p>Escasez de información técnica que permita que las organizaciones de fomento de inversiones privadas contribuyan a mejorar el servicio y manejo de los residuos</p> <p>Poco o nulo desarrollo de tecnologías limpias en el municipio.</p> <p>El sector empresarial no está involucrado directamente en la gestión ambiental municipal.</p> <p>Centralización de recursos económicos y humanos.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
		<p>Ausencia de planos en los que se muestren las rutas de recolección y de barrido de calles.</p> <p>Frecuencia de recolección de dos veces por semana en todo el municipio.</p> <p>Inexistencia de un contrato formal con la Alcaldía de Nindirí en materia del pago por el espacio que les brindan para la disposición de sus residuos</p> <p>Gestión de cobro por parte de las autoridades municipales por el servicio prestado acompañado de una costumbre de "no pago" por parte de los contribuyentes.</p> <p>Compartir el vertedero con la municipalidad de Nindirí.</p>	<p>Algunas decisiones que le competen al gobierno local no están siendo tomadas en el nivel correspondientes</p> <p>Posibilidad de negar apertura y continuidad para la disposición de los residuos en Nindirí, sin tener elementos legales de como apelar.</p>

### 5.10.1 Resultados de matriz FODA

Con la elaboración de la matriz FODA se logró representar e identificar los puntos sensibles que la alcaldía y la población necesitan reforzar en materia de manejo de residuos sólidos. Con esta matriz se tienen puntualizadas las oportunidades que se van a desarrollar y evitar el progreso de una amenaza que comprometa más las condiciones del sistema de limpieza pública; los elementos que más se identificaron en esta matriz fueron:

- Constancia en programas de sensibilización
- Aplicación de los planteamientos que busca un PIGARS
- Frecuencia y tiempos de recolección
- Ajuste de tarifas
- Disponibilidad para desarrollar mejoras en el servicio de limpieza pública
- Coordinación estrecha entre Servicios Municipales y Unidad de Gestión Ambiental

De la misma manera que se indican los puntos positivos que aportarán al desarrollo de este plan se puntualizan los elementos que necesitan un mayor nivel de atención para que no se tornen problemáticas tangibles en la alcaldía municipal.

- Ausencia de información digital de acuerdo con la digitalización de rutas de recolección y rutas de limpieza pública en los puntos de interés que diariamente se atienden
- Inexistencia de un sitio propio para la disposición final de los residuos
- Carencia de un contrato formal con la Alcaldía de Nindirí en relación al espacio para la disposición de sus residuos
- Carencia de equipos que permitan realizar la labor de recolección y limpieza en espacios de tiempo más cortos



**Plan de Acción a la Gestión Integral  
de los Residuos Sólidos Urbanos  
(PIGARS)  
(2017 – 2024)**

**Alcaldía Municipal de  
Tiquantepe**



**Autores:**

**Ofelia Virginia Sequeira Obando**

**José Rubén Medina López**

# ÍNDICE

<b>5.11 Plan de Acción a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos .....</b>	<b>148</b>
5.11.1 Presentación.....	148
5.11.2 Objetivos.....	149
5.11.3 Alcance .....	150
5.11.4 Visión del PIGARS.....	150
5.11.5 Lineamientos estratégicos .....	150
5.11.6 Período de planificación.....	157
5.11.7 Actores sociales involucrados en la gestión de los residuos .....	157
5.11.8 Áreas temáticas .....	159
<b>5.12 Plan de acción PIGARS .....</b>	<b>160</b>
5.12.1 Estrategia de implementación.....	179
5.12.2 Evaluación; control y seguimiento del plan de acción.....	180
5.12.3 Actualización periódica del plan de acción .....	180

## **5.11 Plan de Acción a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos**

### **5.11.1 Presentación**

El presente Plan Integral de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS), para el Municipio de Ticuantepe, fue elaborado con el objetivo de crear herramientas y lineamientos tangibles para optimizar el manejo integral de los residuos sólidos procedentes del área urbana del municipio.

En la actualidad, el crecimiento de las poblaciones viene acompañado del incremento de la cantidad de residuos sólidos y de la problemática que traen consigo. La gestión y el manejo de los residuos sólidos son de carácter trascendental para poder evitar diversos problemas tanto sociales como ambientales.

En el caso concreto del Municipio de Ticuantepe que está en considerable aumento de su densidad poblacional debido su atractivo clima y su belleza paisajística, conlleva a que los gobiernos locales enfrenten dicho problema con una limitada planificación, lo que trae por consecuencia la mala gestión de los residuos sólidos. Por lo tanto, es necesario fomentar estrategias puntuales que vengán acompañadas con una sostenibilidad a medio y largo plazo y que no perjudiquen a la comunidad y/o terceras personas en los aspectos de salud y del medio ambiente.

La ejecución del PIGARS va a depender de la colaboración y constancia de todos los sectores involucrados, la población, operarios y administradores del sistema de limpieza pública, Alcaldía, la población, las instituciones y el sector privado.

El esquema del PIGARS se estructura con una planificación lógica e incluye objetivos, alcances, planes directos de acción y actividades de implementación y seguimiento en orden de importancia.

## **5.11.2 Objetivos**

### **Objetivo General**

Optimizar las condiciones orientadas al manejo de residuos sólidos urbanos del Municipio de Ticuantepe a través del mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias del sector urbano.

### **Objetivos Específicos**

- Optimizar la gestión técnica y administrativa de la Municipalidad relacionada al manejo de los residuos sólidos urbanos.
- Proponer un instrumento legal para el fortalecimiento del marco legal municipal relacionado a la gestión.
- Fomentar lineamientos dirigidas al fortalecimiento económico de la municipalidad en relación con el manejo de los residuos sólidos urbanos.
- Sugerir actividades dirigidas al fortalecimiento de las capacidades técnico-operativas del personal que regula el manejo de los residuos sólidos.
- Fomentar una conciencia ambiental en la población en los diferentes estratos sociales, económicos y políticos promoviendo así su participación constante y de alto alcance en materia de manejo de los residuos sólidos

### **5.11.3 Alcance**

Para cumplir con los objetivos propuestos en el PIGARS – Ticuantepe, se han definido las variables que permitan organizar el sistema en un espacio de 7 años. Así mismo el área geográfica que abarca el Plan de Manejo de Residuos Sólidos comprende la zona urbana del municipio de Ticuantepe. El municipio está ubicada en las coordenadas 12°01'N 86°12'O.

### **5.11.4 Visión del PIGARS**

La finalidad de este Plan es construir un municipio eficiente en materia de manejo de residuos sólidos contando con la colaboración directa de la población (usuarios) y de esta manera reducir el colapso del sistema, los tiempos por ruteo y el riesgo de enfermedades y proliferación de vectores.

### **5.11.5 Lineamientos estratégicos**

En función de las particularidades que conforman el municipio, los objetivos del presente Plan y los aspectos técnicos operativos planteados en la Política Nacional Sobre Gestión de Residuos Sólidos, se establecieron las indicaciones que a continuación se enunciarán, que han sido definidas y orientadas a asegurar que se adecuen a la realidad socio ambiental y económica propias del municipio y acompañadas del Marco Jurídico Nacional y Local vigente para atender la problemática de los residuos sólidos urbanos como tal:

- Optimizar las estrategias administrativas y técnico-operativas del manejo actual de los residuos sólidos urbanos.
- Gestionar el manejo de los residuos sólidos en función del crecimiento de la densidad poblacional y la constitución de residenciales, barrios, condominios y comunidades.
- Aprovechar la colaboración de la población para clasificar los residuos sólidos que pueden tener un valor agregado para los recolectores

A continuación, se describen los lineamientos estratégicos en los que se desarrolla el PIGARS Ticuantepe.

### **Aspecto: Político – Institucional**

La gestión integrada de los residuos sólidos debe contemplar una eficiencia en cada una de sus etapas y niveles, esto requiere que del diagnóstico realizado previamente se conjuguen los esfuerzos del gobierno nacional, Gobierno Municipal, Policía Municipal, productores, Organismos no Gubernamentales, Sector Privado, Academia, Sociedad Civil, Unidades de Gestión Ambiental, entre otros. Estos esfuerzos van a permitir que los resultados en materia de gestión integral de los residuos sean positivos, óptimos y eviten la duplicidad en las acciones, considerando siempre las competencias y capacidades del municipio.

Este trabajo va a permitir que las unidades de gestión ambiental y servicios municipales sigan fortaleciendo sus coordinaciones y permitan ir trabajando en una línea que lleve a un progreso y un éxito en los plazos que se estimen. Así mismo es importante que el Concejo Municipal se apropie de la realidad y priorice el manejo de los residuos sólidos en el municipio con enfoque al cuidado de la reserva natural y el patrimonio que haga de Ticuantepe un municipio de referencia en materia de limpieza y gestión permanente. Se requiere constancia como se ha mencionado a lo largo de este documento, ya que solo de esa manera se obtendrá cobertura y eficiencia en todos los sectores del manejo integral de los residuos sólidos, se tienen que apoyar en la negociación y aprobación en el convenio de colaboración interinstitucional, del Comité de Gestión y en asesoría de especialistas en el tema que permitan que el Plan de Acción no colapse.

### **Aspecto: Técnico – Operacional**

El último punto que se habló en el inciso anterior es la asesoría de especialistas, lo que está enfocado hacia las unidades técnicas y operativas que prestan y manejan el servicio de recolección, limpieza pública y cobro. Esto va a permitir evaluar el vertedero que se comparte, la posibilidad de establecer un vertedero independiente o mejorar las condiciones del vertedero donde depositan sus residuos sólidos. Se tiene que planificar bien la apertura a proyectos de urbanizaciones que integren en sus estudios la producción de residuos, el manejo y de qué manera se pueden conjugar en la dinámica que el municipio ya

tiene, es necesario ampliar el esfuerzo de mejorar la maquinaria y permita que la cobertura y los tiempos de recolección se cumplan con mayor eficiencia.

### **Aspecto: Gerencial – Organizativo**

Gran parte del éxito de este plan es contar con la participación proactiva de las instituciones de la Gerencia de Servicios Municipales, involucrando y motivando la participación de la población, desde jornadas de sensibilización, brigadas ecológicas de estudiantes y pobladores, jornadas de limpieza, comités de limpieza por barrio en campañas programadas por mes, desarrollo y fortalecimiento de las competencias y capacidades de los comités administrativos y operativos, Asambleas Comunitarias, establecimiento de Comités de Manejo de Desechos Sólidos en Barrios, Capacitación de amas de casa o responsables que quedan en las viviendas durante el día, instalación en conjunto de los comités por barrios de rótulos que indiquen donde no botar basura.

Finalmente reforzar los talleres que tienen las instituciones y empresa privada sobre la obligatoriedad y responsabilidad que demanda la normativa de desechos sólidos y así mismo hacer la diferencia en el construir una cultura y costumbre de no conformidad, hay que tomar iniciativa y ser el municipio que marque la diferencia y sirva de referencia a lo externo de la municipalidad.

### **Aspecto: Educativo – Cultural**

Para que el sistema de gestión integral sea ambientalmente eficiente a nivel local, demanda una serie de actividades como se mencionaban en el apartado anterior, que den seguimiento al trabajo conjunto de instituciones, empresa privada y la población. Un factor que se puede tomar en cuenta es que el MINED realice la propuesta de las 60 horas ecológicas obligatorias que realizan los estudiantes, y sean en función del manejo de los desechos sólidos para que sume a seguir fomentando la constancia que tanto importa en este Plan, todo de la mano de la capacitación, entrenamiento y prácticas en el hogar con el fin de cambiar las actitudes desde el núcleo familiar.

También se puede aprovechar los comités y reuniones de padres de familia para que se refleje el grado de relevancia de ir construyendo una cultura efectiva en materia de gestión de residuos sólidos; los padres de familia pueden aportar al monitoreo y evaluación de sus hijos. Para emplear la iniciativa se amerita tener contactos con el delegado del MINED y de esta manera se empiecen a desarrollar reuniones con directores de centros educativos, escuela de oficio y representantes de los alumnos, todo esto será determinante para constituir un Ticuantepe limpio y en trabajo conjunto.

### **Aspecto: Fortalecimiento Institucionales**

Es importante que la municipalidad mejore el balance financiero del servicio de manera tal que, en los lugares donde la generación de residuos es muy alta y la tasa de cobro es muy baja en relación a lo que se debe transportar se corrija y también que la población que no paga el servicio se redefina para hacer del subsidio del servicio a un nivel más bajo y asequible (20%). Para mejorar este último aspecto es importante evaluar la cantidad de residuos que se manejan, la capacidad con la que los camiones están trabajando y que esos registros aporten a calcular si efectivamente con lo que se está cobrando se recupera lo invertido en los operarios y las maquinarias.

### **Aspecto: Legal**

El manejo integral de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, así como el fomento de la valorización de los materiales contenidos en ellos, ameritan el crear un instrumento legal que establezca las disposiciones locales enmarcadas en la legislación nacional con carácter preventivo, que contemple las diferentes circunstancias que prevalecen a nivel local y de las capacidades de manejo que tenga el municipio, evaluando los posibles puntos donde la estrategia se puede volver vulnerable o se pueda ver afectada, ya sea por el aumento de la cantidad de residuos, maquinaria en mal estado entre otras. Dichas estrategias deben ser aplicadas a corto plazo y de manera flexible con el fin de que todos los sectores sociales asuman la responsabilidad de aplicar bien el instrumento y efectivamente den lugar al manejo integral de los residuos sin temor a colapsar

o solo quedar como un documento de referencia sin aplicación alguna en el ámbito cotidiano.

Finalmente se necesita reforzar el trabajo conjunto de la Alcaldía con el MINSA; MARENA; Empresa privada y la población usuaria del servicio, para realmente aplicar el instrumento legal regulador.

### **Aspecto: Coordinación Institucional**

La coordinación entre las instituciones va ser determinante para que las planificaciones de este Plan se cumplan en el municipio; si el trabajo no es en conjunto y constante, se crea un fenómeno negativo denominado “efecto espectador” donde al existir tantos responsables todos van asumiendo poco a poco que otra institución cubrirá la responsabilidad del otro haciendo que el sistema finalmente colapse. Para que se desarrolle bien el Plan se tiene que saber que si se ejecuta bien, los resultados siempre van a ser positivos, ya que si se conforma un comité la responsabilidad y el progreso se van a poder monitorear en todos los sectores simultáneamente y reforzando los puntos donde se necesite apoyar, para que el progreso sea lineal, en equipo y bien ejecutado.

### **Aspecto: Divulgación y Comunicación**

Un componente importante es cómo se van a comunicar las estrategias tanto de las instituciones a la población como de la población a sus núcleos familiares. Se debe hacer jornadas de participación informada, es decir que autoridades y población tengan claro la misión que se busca con el Plan y de qué manera se va a reflejar su aporte en un éxito tangible. Siempre en igualdad de género y con equidad de oportunidades. Considerar los programas de divulgación a todos los niveles (radio, afiche, perifoneo, etc.), mejorar la educación ambiental no solo en los centros educativos, sino a todos los niveles, haciendo participe de la campaña a Organizaciones no Gubernamentales, empresa privada y población en general en actividades que sean prácticas, que no tengan larga duración y mantengan a la población siempre interesada en participar (jornadas de limpieza, recolección de residuos, clasificación de residuos). Es importante negociar la

participación de los dueños de medios de comunicación, directores de espacios, periodistas, responsables de páginas de blogs en campañas que evidencien el trabajo del municipio y la población vea la seriedad con la que se está haciendo el trabajo; que no se vea como una campaña que inicia y termina, sino que va a prevalecer siempre.

### **Aspecto: Salud e Higiene Laboral**

Este aspecto se tiene que manejar brindando talleres y capacitaciones donde se enfatice en la importancia de los residuos sólidos, el uso obligatorio de los equipos de protección y seguridad laboral para manipular los residuos y que la manera en que se proporcionen sean los más ergonómicos posibles. No se tiene la costumbre de utilizar los equipos de protección en el municipio, por tal razón hay que buscar los guantes que se acoplen a las condiciones de trabajo y que al mismo tiempo sean de uso ergonómico, y que la disponibilidad de los mismos esté siempre ya que en ocasiones se ha argumentado que una razón por la que no se toma la iniciativa del uso de los equipos es porque la responsable de entregarlos llega al horario donde muchas de las rutas ya comenzaron el ruteo. El elemento que se debería considerar es tener otro responsable que se los asigne y facilite o que en la unidad se resguarden las cantidades que se estimen que se pueden utilizar por semana según el costo de los mismos y la duración en su uso.

### **Aspecto: Residuos Industriales**

El sector privado debe formular y contemplar en un plan de manejo de residuos sólidos internos, cómo van a clasificar sus residuos y cómo van a depositarlos tomando en cuenta los de origen domiciliar y comercial. Dicho plan debe ser aprobado por MARENA y la Alcaldía donde finalmente la Comisión Ambiental Municipal y el Área de Servicios Municipales deberán establecer coordinaciones para lograr que las acciones planteadas se monitoreen y puedan ser evaluadas en su conformidad o no conformidad.

### **Aspecto: Residuos Hospitalarios**

El hospital Amistad México - Nicaragua de Ticuantepe posee un incinerador para sus residuos peligrosos/biológicos infecciosos lo cual amortigua gran parte de la preocupación en cuanto al manejo de los mismos, sin embargo, es importante que exista constancia en cuanto a la comunicación reportando los volúmenes que se incineran al Gobierno Municipal, representado por la Comisión Ambiental, Servicios Municipales y la Comisión Ambiental de Residuos Sólidos.

### **Aspecto: Aprovechamiento de los Residuos Inorgánicos**

En la actualidad los operarios en el proceso de recolección de los residuos van separando botellas PET, latas, papel y cartón, sin embargo los últimos dos presentan una dificultad por la humedad que poseen y la manera en la que presentan los residuos. Se considera que es una dinámica muy positiva para los operarios debido a que existe una buena coordinación de grupos por aprovechar los residuos sólidos y recibir una ayuda económica extra, para esto lo que se sugiere es seguir con esta dinámica, sólo que con la colaboración de la población al separar los residuos por componente; el beneficio radica en que la población tiene mejor manejo y experiencia en cómo se gestiona desde el hogar los residuos y cómo su beneficio económico sí es relevante para otras personas que lo aprovechan. De igual manera se procura promover a la población a que recicle y sepa qué beneficios conlleva el realizarlo de manera tal que la armonía siempre esté presente en la recolección y que los operarios aprovechen al máximo el aporte que recibirían al ya tener los residuos clasificados.

### **Aspecto: Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos**

Se pretende que en el plan de educación ambiental de la Alcaldía Municipal, población y estudiantes se fomenten prácticas de elaboración de abono orgánico y se represente el beneficio ambiental que genera, con el fin que se tenga el conocimiento de la técnica y deje abierta la intención en la población a crear su propio abono a nivel casero.

### **5.11.6 Período de planificación**

Las acciones del Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos se pueden clasificar en:

- Corto plazo: De 1 a 2 años (2017 -2018)
- Mediano plazo: De 3 a 5 años (2017-2020)
- Largo plazo: De 6 a 15 años (2017-2024)

Las acciones que se desarrollaran a corto plazo corresponden a las actividades una vez iniciado el Plan, las cuales van a definir el norte y la línea base para seguir desarrollando las acciones en el tiempo que permitan seguir con la estrategia a mediano y largo plazo. Los 15 años representan la validez que tienen las estrategias dentro de este plan, ya que son componentes que varían constantemente pero que pueden ser fácilmente ajustables en el tiempo.

### **5.11.7 Actores sociales involucrados en la gestión de los residuos**

El Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos de Ticuantepe se establece con el único fin de beneficiar al municipio; es por esto que, para su adecuada ejecución, se requiere de la acción conjunta de los distintos sectores sociales tanto privados como públicos, siendo la Alcaldía el ente coordinador del mismo.

Los actores involucrados se enuncian a continuación:

- **Policía Nacional**

La Policía Nacional (PN) es la encargada de establecer el orden público y la seguridad de la población aplicando las consideraciones que demandan las leyes; por lo que su presencia en el desarrollo del Plan se hace indispensable en actividades como la clausura de botaderos ilegales, campañas de limpieza pública, eventos públicos, entre otros.

- **Ministerio de Salud (MINSA)**

Una de las competencias del MINSA es contribuir a la mejora de las condiciones de salud e higiene de los pobladores, por lo que debe trabajar en conjunto con la Municipalidad para asegurar las condiciones higiénico-sanitarias del municipio, participando en las campañas de sensibilización ambiental, en

campañas de limpieza, en capacitaciones a la población y personal de servicio y emitiendo multas y sanciones a quienes alteren que dichas condiciones se cumplan. Monitoreo y actualización de las disposiciones sanitarias de acuerdo al índice de crecimiento poblacional.

- **Ministerio de Educación (MINED)**

Al ser el responsable del sistema de educación básica y media, el MINED debe diseñar e implementar estrategias locales relacionadas con la educación ambiental en los colegios públicos y privados del municipio, incentivando la participación de los niños y padres de familia para que el desarrollo del Plan se construya desde el núcleo familiar.

- **Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)**

MARENA como institución encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente, formula, propone, dirige y supervisa el cumplimiento de las políticas nacionales del ambiente, así mismo debe orientar actividades dirigidas a la sensibilización ambiental de la población local. Por lo cual debe brindar su apoyo a la municipalidad en las campañas de limpieza, campañas de educación ambiental, capacitaciones de temáticas ambientales, planificación de proyectos, regulación a las empresas y urbanizaciones que quieran constituirse en el municipio, tramitando de manera correcta las resoluciones administrativas y sus actividades una vez iniciados actividades.

- **Juzgado Local**

Es la entidad pública que norma la aplicación de la justicia, por lo cual debe hacer cumplir las leyes, asegurar el pago de las multas y sanciones en tiempo de acuerdo al grado de afectación.

- **Líderes comunales y religiosos**

Una comunidad organizada facilita la implementación de campañas de educación y sensibilización ambiental para la población, por lo que los líderes comunales y religiosos son claves en la comunicación entre la municipalidad y la población.

- **Sector privado**

El sector privado debe ser un promotor del cumplimiento de las regulaciones emitidas por la municipalidad relacionadas a la prestación del servicio de recolección y limpieza, así mismo puede apoyar económicamente a la misma, participar en campañas ambientales y desarrollar capacitaciones internas.

- **Organismos no Gubernamentales (ONG)**

Las ONG son entidades de carácter privado, sin fines de lucro, con compromisos humanitarios y sociales, por lo cual pueden solidificar las acciones y estrategias que tenga planteado emplear la Municipalidad, con recursos humanos y económicos para el desarrollo e implementación del PIGARS.

#### **5.11.8 Áreas temáticas**

Las estrategias y actividades serán planteadas en matrices, en ellas se enunciarán los lineamientos concebidos en los incisos anteriormente descritos, para ejecutarse de manera gradual y priorizando las zonas donde más se tiene enfocado empezar a trabajar, en el periodo 2017 al año 2020. Representan el compromiso del Gobierno Municipal y la sociedad en general, con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos que se han buscado con la realización de este Plan de Acción , mejorando exponencialmente la calidad ambiental del Municipio.

## 5.12 Plan de acción PIGARS

	<b>Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS) (2017 - 2024) Alcaldía Municipal de Ticuantepe</b>			Código:	PGRSU
				Fecha:	
				Revisión:	
				Revisado:	
Aspecto: Político - Institucional			Página:	1	
<b>Objetivo</b>	<b>Metas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsables</b>	<b>Período</b>
Fortalecer el rol del Gobierno Local en su labor de Administrar el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos municipales	Eficiencia en la gestión integral de los residuos sólidos del municipio	Fortalecer las capacidades y competencias de las unidades ambientales, Servicios Municipales y Catastro	Oficinas de Unidades Ambientales, Servicios Municipales y Catastro	Alcaldía Municipal (Nivel Administrativo)	2017 - 2019
		Formalizar la creación de una Comisión Municipal de Residuos Sólidos	Constitución efectiva de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	2017
		Ejecutar el Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio	Plan de Gestión ejecutado	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017 - 2021

		Mejorar el sistema de cuantificación de los residuos en los Centros Escolares, Empresas Privadas, Escuela de Oficio, Mercado y Hospital	Reportes con la cantidad de barriles que son llevados por el camión recolector	Alcaldía Municipal bajo la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, Empresa Privado, Administradores de los puntos de interés mencionados	2017
		Implementar Planes de Manejo de los residuos en Centros Escolares, Empresa privada, Escuela de Oficio, Mercado y Hospital	Planes de Manejo Implementados	Alcaldía Municipal bajo la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, Empresa Privado, Administradores de los puntos de interés mencionados	2018



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos  
Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	2

Aspecto: Fortalecimiento Institucional

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Reformular las tarifas de pago por el servicio de recolección de residuos sólidos a sitios que generan una carga importante de los mismos	Aumento de los ingresos provenientes de la prestación del servicio	Actualizar constantemente el catastro de usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos	Lista actualizada de catastro de usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos	Alcaldía Municipal	2017 - 2018
		Oficializar una ordenanza municipal con la propuesta de pagos en las tarifas por el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos	Tarifa actualizada de pago por prestación de servicios	Alcaldía Municipal	2017
		Monitorear que las tarifas actualizadas por prestación del servicio se mantengan siempre en función de la producción que	Estrategia de actualización de cobro implementada	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017 - 2021

		vayan generando las empresas			
		Proponer el reacondicionamiento del vertedero Proponer el desarrollo de un relleno sanitario intermunicipal con el municipio de la Concepción Legalizar un contrato con la alcaldía de Nindirí para el uso del vertedero	Vertedero en constante mantenimiento y monitoreo	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA	2017 - 2021
		Motivar a la población a la clasificación de sus residuos inorgánicos y aumente la creación de ingresos a los operarios recolectores	Aumento en la sensibilización y costumbre de la población de clasificar residuos	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017 - 2021
		Crear una base de datos que controle la cantidad de residuos producidos en los distintos ruteos	Base de datos desarrollada y operando	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017 - 2021



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	3

Aspecto: Educación – Cultural

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Incentivar constantemente el intercambio de conocimientos y experiencias en materia de manejo integral de residuos sólidos a todos los sectores que conforman el municipio	Aportar al mejoramiento de las competencias, conocimientos y capacidades de los distintos protagonistas en todos los sectores que conforman el municipio en materia de manejo integral de residuos sólidos	Organizar cursos, talleres, seminarios, foros que permitan intercambiar en tiempos cortos pero eficientes experiencias a distintos sectores como debe ser el manejo integral de los residuos del municipio	Ejecución de cursos, talleres, seminarios, foros desarrollados e impartidos a todos los sectores que conforman el municipio	Alcaldía Municipal, sociedad civil, empresa privada, ONG, MINED, MINSA y MARENA	2017 - 2021
		Incorporar a las competencias de los maestros y representantes ambientales de las empresas temáticas del manejo integral de los residuos sólidos	Ejecución de capacitaciones, talleres y foros	Alcaldía Municipal, maestros, empresa privada, ONG, MINED, MINSA y MARENA	2017 - 2021
		Crear más campañas que mantengan a la población informada de la situación y el	Guías, manuales y folletos entregados y una población muy apropiada del tema	Alcaldía Municipal, maestros, empresa privada, ONG, MINED, MINSA y MARENA	2017 - 2021

		propósito como municipio de mejorar en materia de residuos sólidos, entregando manuales y folletos breves que describan el atractivo de manejar los residuos desde el hogar	de manejo de residuos solidos		
		Construir una biblioteca municipal que motive a la población de habituarse e informarse y dentro de la documentación que se presente sea en materia de manejo integral de residuos solidos	Biblioteca municipal en funcionamiento, abastecida de información general e información relacionada con el manejo de residuos solidos	Alcaldía Municipal, MINED; MARENA; ONG; Empresa privada	2018



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	4

Aspecto: Divulgación y Comunicación

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Incentivar programas de sensibilización ambiental en todos los sectores que conforman el municipio relacionado con el manejo integral de residuos sólidos	Incrementar la educación ambiental efectiva en el sector público, privado, productivo y la sociedad civil en general	Diseñar programas cortos y efectivos de sensibilización ambiental que sean atractivos a todos los sectores del municipio y de manera colectiva se mejore el manejo de los residuos	Programas de sensibilización aplicándose	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos maestros, empresa privada, ONG, MINED, MINSA y MARENA	2017 - 2021
		Promover a la población técnicas e importancia de reciclar, de clasificar los residuos inorgánicos, y conocimiento de la elaboración de abono orgánico	Programas de sensibilización Talleres	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos maestros, empresa privada, ONG, MINED, MINSA y MARENA	2017 - 2021

		Incorporar en los planes de estudio de centros educativos, temas que vayan guiados al manejo integral de residuos sólidos de la municipalidad	Aplicación de las temáticas en materia de manejo integral de residuos sólidos en el pensum de temas por parcial en los centros educativos	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, maestros, MINED, MINSA y MARENA	2018 - 2022
--	--	---	---	---	-------------



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	5

Aspecto: Legal

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Aportar a la mejora del Marco Legal en materia de manejo de residuos en el municipio	Incrementar en la población y todos los sectores productivos el conocimiento y manejo de legislación general y específica guiada al manejo de residuos sólidos en el municipio	Formular una ordenanza municipal dirigida a la constitución de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Ordenanza constituida y siendo aplicada	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MINSA y MARENA	2017 – 2021
		Coordinar reuniones donde se presente el instrumento a la empresa Privada y demás instituciones involucradas en el Plan (MINED; MARENA;MINSA) para que sean transmitidas a sus colaboradores y sea eficiente su aplicabilidad	Control de asistencias a las reuniones que se realicen	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MINSA y MARENA	2017 - 2021

		Familiarizar a todos los sectores involucrados la Ley de Delitos Ambientales	Jornadas rápidas de los puntos principales a manejar de la ley y de los delitos que se pueden llegar a evitar cometer	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MINSA y MARENA	2017 - 2021
		Reforzar el Comité de Residuos Sólidos Municipales asignándole el aplicar la ley en materia de control de botaderos ilegales y contaminación al ambiente	Comité conformado aplicando el instrumento legal	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MINSA y MARENA	2017 - 2021



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	6

Aspecto: Gerencial \* Organizativo

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Oficializar cuadrillas o brigadas de limpieza pública involucrando todos los sectores	Potenciar la referencia del municipio como el más limpio y eficiente en el manejo integral de sus residuos sólidos	Constitución de cuadrillas o brigadas ecológicas	Brigadas o cuadrillas ecológicas conformadas	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; empresa privada, sociedad civil	2017
	Aumentar y establecer un 85% la cobertura del servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos	Constantes asambleas cortas pero practicas con la población	Registro de asistencias	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; empresa privada, sociedad civil	2017
	Fortalecimiento técnico operativo de	Formalizar un sistema de vigilancia y alerta temprana para las personas que establezcan basureros ilegales	Representantes definidos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; sociedad civil	2017

	<p>todo el sistema de recolección con apoyo directo de todos los sectores del municipio</p> <p>Mantener en óptimas condiciones los vehículos recolectores</p>	<p>Poner recipientes en sitios donde es inaccesible el ingreso de los camiones y de esa manera se logre cumplir con la recolección efectiva de los residuos</p>	<p>Recipientes ubicados, mantenimiento y funcionamiento en</p>	<p>Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos,</p>	<p>2017- 2018</p>
		<p>Incrementar la eficiencia y la cobertura del servicio de recolección, implementando campanas a los camiones y definir un horario para que los residuos no presenten un modificación física o química en el transcurso del día</p>	<p>Sistema de recolección con más contratos y zonas definidas en mapas representando donde se presta el servicio</p>	<p>Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, sociedad civil</p>	<p>2017 - 2018</p>
		<p>Elaborar un mapa de las rutas de recolección y ubicación de los recipientes donde se definió que el acceso es comprometido</p>	<p>Mapas elaborados y de conocimiento de todas las unidades de la Alcaldía</p>	<p>Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos,</p>	<p>2017 - 2018</p>

		Realizar un diagnóstico mensual del estado del camión recolector y de los equipos utilizados en la labor de limpieza pública	Diagnóstico reportado en tiempo y forma	Responsable de Servicios Municipales, Conductores y Supervisor de rutas	2017 - 2021
		Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de recolección	Mantenimiento realizado con tiempo y reducción del índice de problemas en los camiones recolectores	Responsable de Servicios Municipales, Conductores, Supervisor de rutas y responsables del taller de mantenimiento	2017 - 2021



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	7

Aspecto: Salud e Higiene Laboral

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Optimizar las condiciones higiénico-sanitarias de los operarios involucrados en el sistema de recolección de residuos sólidos	Mejorar la frecuencia en el uso de equipos de protección personal a los operarios  Brindar capacitaciones que permitan a los operarios familiarizarse con el manejo integral de los residuos sólidos	Proveer equipos de protección personal ergonómicos	Operarios utilizando equipos de protección personal ergonómicos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017
		Renovar los equipos de protección personal de manera eficiente e ininterrumpida	Equipos de protección personal siempre disponibles y listos para ser entregados en caso de que se amerite proporcionarlos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos	2017 - 2018
		Mantener constante el chequeo médico de los operarios de recolección	Informe con los resultados de los chequeos médicos de los operarios recolectores	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MINSA; Hospital Amistad México Nicaragua	2017- 2024

		Actualizar la información sobre los deberes y consideraciones de seguridad a la hora de manipular los residuos sólidos	Operarios informados y aplicando conocimientos aprendidos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; MINSA	2017 - 2021
		Incentivar constantemente el uso de equipos de protección personal a los operarios recolectores	Operarios recolectores utilizando equipos de protección personal	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; MINSA	2017 - 2021



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS) (2017 - 2024)**  
**Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	8

Aspecto: Residuos Industriales

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Incentivar a las empresas a mejorar sus planes de manejo de residuos	Residuos sólidos industriales tratados eficazmente	Solicitar actualizaciones de los planes de manejo de residuos sólidos	Empresas presentando actualización de Plan de Gestión Ambiental cada 5 años	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, Unidad de Gestión Ambiental, Servicios Municipales, empresa privada, MINSA y MARENA	2017 - 2024
		Reforzar los estudios de manejo de residuos sólidos presentados por nuevos proyectos a establecerse en el municipio	Empresas clasificando y depositando eficientemente sus residuos sólidos de acuerdo con su tipo de manipulación	Alcaldía Municipal con el apoyo de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, Unidad de Gestión Ambiental, Servicios Municipales, empresa privada, MINSA y MARENA	2017 - 2024
		Solicitar informes donde las empresas actualicen y presenten la cantidad de residuos sólidos generados	Informes mensuales presentados a MARENA y alcaldía municipal	Alcaldía Municipal con el apoyo de la, Unidad de Gestión Ambiental, empresa privada, MINSA y MARENA	2017 - 2024



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	9

Aspecto: Residuos Hospitalarios

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Coordinar con el MINSA el reforzamiento del Plan de manejo de residuos Hospitalarios / Biológicos infecciosos	MINSA y Alcaldía Municipal con un Plan de manejo de residuos sólidos hospitalarios en constante actualización	Actualizar los valores de producción de residuos en el hospital	Valores actualizados y registrados en tablas de masa volumen	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; MINSA	2017 - 2024
		Dar mantenimiento constante al incinerador y evaluar el cambio de acuerdo con el aumento de generación de residuos a corto y largo plazo	Informes reportando la condición en la que el incinerador está trabajando y su necesidad en aumentar su capacidad (de ser necesario)	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; MINSA	2017 - 2024
		Divulgar resultados obtenidos implementando el plan de manejo de residuos hospitalarios	Informes con los volúmenes estabilizados de residuos hospitalarios dentro del hospital	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA; MINSA	2017 - 2024



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	10

Aspecto: Residuos Sólidos Inorgánicos

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Aprovechar eficientemente los residuos sólidos inorgánicos	Incrementar la comercialización de residuos sólidos inorgánicos	Optimizar el sistema de clasificación de basura desde las viviendas	Viviendas presentando sus residuos clasificados	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA, MINED	2017 - 2024
		Llevar un registro digital de los volúmenes de residuos inorgánicos vendidos semanalmente por componente (cartón, papel, botellas PET)	Base de datos digital actualizada con los volúmenes semanales de residuos inorgánicos vendidos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA	2017 - 2024
		Incentivar a la población a practicar reciclaje de sus residuos sólidos inorgánicos	Listas de asistencias a capacitaciones cortas y practicas a la población de la importancia de clasificar sus residuos	Alcaldía Municipal, Servicios Municipales, Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA	2017 - 2024



**Plan de Acción a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PIGARS)  
(2017 - 2024)  
Alcaldía Municipal de Ticuantepe**

Código:	PGRSU
Fecha:	
Revisión:	
Revisado:	
Página:	11

Aspecto: Residuos Sólidos Orgánicos

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores	Responsables	Período
Aprovechar en un porcentaje los residuos sólidos orgánicos generados en la zona urbana del municipio	Realizar prácticas de compostaje dentro de la población para la elaboración y conocimiento del abono orgánico	Realizar en los colegios demostraciones de la implementación y elaboración de abono orgánico	Planes de estudio de los estudiantes con jornadas prácticas de elaboración de abono orgánico	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA, MINED	2017 - 2024
		Incentivar a la población a conocer de la técnica de elaboración de abono orgánico a pequeña y gran escala	Población manejando información básica de la elaboración e importancia del abono orgánico	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA, MINED	2017 - 2024
		Realizar campañas publicitarias para promover el abono orgánico y sus beneficios al intentar producirlo, utilizarlo e incluso comercializarlo	Folletos, talleres y foros cortos y prácticos abiertos para demostrar los beneficios que conlleva el producir abono orgánico	Alcaldía bajo la dirección de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, MARENA, MINED	2017 - 2024

### 5.12.1 Estrategia de implementación

La estrategia para que se logre desarrollar el presente Plan de Acción va de la mano de la participación de todos los sectores, fortaleciendo la descentralización y reducir el efecto espectador cuando ocurran o se presenten dificultades. Estas acciones van a optimizar y potenciar los recursos de manera que la gestión integral de los residuos sólidos se convierta en una prioridad dentro de la municipalidad y a todos los niveles, mediana y grandes empresas, viviendas e instituciones. La implementación de este Plan de Acción 2017 – 2024 trabajara bajo las siguientes condiciones:

- La coordinación de las actividades va a depender mucho de la constitución de la Comisión Municipal de Residuos Sólidos, ya que funcionará como ente que regule y distribuya los conocimientos que se van a manejar en materia de residuos sólidos en el municipio con apoyo de la Política Nacional, la Ordenanza Municipal y del trabajo conjunto con otras instituciones, empresa privada, ONG y sociedad civil.
- Las capacidades y competencias se van a reforzar por otra parte en las Unidades de Gestión Ambiental y Servicios Municipales ya que a corto y largo plazo se compartirán y discutirán los lineamientos estratégicos planteados en este Plan y se coordinen para hacer la prueba piloto con éxito que de apertura a su establecimiento permanente en el municipio.
- Una variable muy importante en el desarrollo de este plan es que más allá de que se propone una Ordenanza Municipal, este instrumento es independiente al trabajo que se puede desarrollar en el PIGARS como tal, ya que, si se tiene el compromiso de desarrollarlo, la ordenanza al final va a reforzar los esfuerzos que todos en conjunto trabajen.
- En gran medida parte de construir el éxito de este Plan va a depender de incorporar al sistema de educación la constancia de compartir y enseñar de manera practica el tema del manejo integral de los residuos sólidos, de manera que a todos los niveles se maneje el tema y desde el núcleo familiar se vaya creando y mejorando la cultura de la población (Participación Ciudadana) en esta temática tan importante.

### **5.12.2 Evaluación; control y seguimiento del plan de acción**

Este proceso de evaluación, control y seguimiento va a ser posible con el apoyo de todos los sectores involucrados bajo la Dirección de la Comisión de Residuos Sólidos, Unidad de Gestión Ambiental y Servicios Municipales ya que ellos coordinaran como los lineamientos van a ir progresivamente desarrollándose y mejorando a medida que se verifiquen puntos en los que se puede hacer más eficiente el trabajo.

Se ameritan realizar reuniones cortas y muy puntuales con los diferentes actores para visualizar las metas y de qué manera todos pueden aportar equitativamente para ver resultados en corto y largo plazo.

Otro factor que hay que tomar en cuenta es que las instancias responsables del desarrollo y operatividad del Plan deberán generar informes anuales de los avances, las debilidades y las posibles mejoras al proyecto, de esta manera se sigue incentivando la participación conjunta, el trabajo en equipo y el desarrollo de un plan donde todos aportan significativamente a que se cumpla; el sentirse parte del plan es completamente necesario.

### **5.12.3 Actualización periódica del plan de acción**

Se hará una constante evaluación y revisión del nivel de avance alcanzado en el Plan analizando los logros obtenidos y las dificultades encontradas con el fin de responderlas inmediatamente en orden de prioridad y complejidad. Todo este avance se hará de dos maneras, mensual y anual, dependiendo siempre de los resultados y la aceptación que se vaya visualizando en todos los sectores.

Siempre la efectividad en el accionar del Plan dependerá en gran magnitud la articulación y colaboración en los esfuerzos que aporten todos los sectores involucrados e incentivados de hacer Tiquantepe cada día el municipio que funcione de imagen por excelencia en materia de manejo integral de residuos sólidos.

# Propuesta de Ordenanza Municipal para la Oficialización del PIGARS

Ticuantepe 2017 – 2024



## ALCALDIA DE TICUANTEPE

CONCEJO MUNICIPAL



---

ORDENANZA MUNICIPAL Nª \_ \_ \_ \_

LA **ALCALDESA MUNICIPAL DE TICUANTEPE** hace constar a sus habitantes que el **CONCEJO MUNICIPAL**, en aplicación de sus facultades, ha aprobado la siguiente:  
Ordenanza

**“OFICIALIZACION DEL PLAN INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS; PIGARS-TICUANTEPE (2017-2024)”**

### CONSIDERANDO

I

Que es deber y obligación de las municipalidades, la conservación, recuperación y mejoramiento de los ecosistemas, el medio ambiente y los recursos naturales existentes en su circunscripción.

II

Que el desarrollo económico y social del municipio es posible mediante la planificación del aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales garantizando armonía y equilibrio en la interrelación de la sociedad y su medio ambiente.

III

Que la Constitución Política, establece que el municipio es la unidad base de la división política y administrativa del país, y que éstos gozan de autonomía política, administrativa y financiera.

IV

Que es competencia del Concejo Municipal, mandatada en la Ley de Municipios vigente; promover la salud y la higiene comunal, así como realizar la limpieza pública por medio de la gestión integral de los residuos sólidos municipales

## POR TANTO

El Concejo Municipal en base a sus facultades aprueba la siguiente ordenanza para la:

### **“OFICIALIZACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, PIGARS-TICUANTEPE (2017-2024)”**

#### **Capítulo Único**

**Arto. 1.** La presente ordenanza tiene como objeto oficializar el **Plan Integral de Gestión Ambiental Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Periurbanos** de la ciudad de Ticuantepe que permitirá contribuir al manejo integral de los mismos.

**Arto. 2.** El Plan está dirigido a dotar a la municipalidad de un instrumento de gestión ambiental que contempla alternativas para la prestación del servicio de forma eficiente y permanente; brinda alternativas para sufragar los costos de la prestación de este servicio; identifica necesidades de infraestructura y equipamiento necesario para incrementar la eficiencia de los procesos de limpieza pública; está dirigido a fortalecer las capacidades materiales y humanas; garantiza la participación comunitaria en la toma de decisiones; incrementa y promueve acciones que permitan mejorar y elevar el nivel y la calidad de vida de la población.

**Arto. 3.** El Concejo Municipal se compromete a liderar el proceso de implementación del referido Plan, introducirlo en la planificación estratégica municipal y a emitir las ordenanzas necesarias para alcanzar los fines y objetivos del mismo.

**Arto. 4.** La presente ordenanza entrará en vigencia a partir de su publicación por cualquier medio de comunicación local sin perjuicio de su posterior publicación en la Gaceta Diario Oficial.

Dada en la sala de sesiones del Concejo Municipal de Ticuantepe, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año dos mil \_\_\_\_\_.

## VI. CONCLUSIONES

- Consideramos que con las variables que se lograron cuantificar del muestreo y de la percepción de la población, el servicio de recolección de residuos posee deficiencias que están en un grado de categorizar como oportunidades ya que existen recursos y voluntad para mejorar el servicio y eventualmente su gestión.
- Al día se producen 19,08 Tn/día de los residuos en el Municipio de Ticuantepe, de los cuales el 55% corresponde de materia orgánica, seguido de 12% para plástico tanto PET, las denominadas densidades altas y bajas incluidas y 10% para el cartón. Dicha producción solo se ve incluida para residuos sólidos urbanos domiciliarios, hospitalarios, mercado municipal en conjunto al Supermercado Maxi Palí.
- Se logró calcular una producción per-cápita para la población del Municipio de Ticuantepe, la cual es de 0,43 Kg/hab/día, el cual oscila entre 0,35-0,51 Kg/Hab/día, dichos resultados se encuentran dentro los valores respectivos de Nicaragua por ser un país de bajo ingresos.
- La densidad promedio calculada para los residuos sólidos urbanos, que se generan en la zona urbana y periurbana en el Municipio de Ticuantepe es de 248,93 Kg/m<sup>3</sup>.
- El servicio de barrido cubre una longitud lineal de 10,9 Km, cuya cobertura está limitada a las calles y carreteras principales lineales del municipio. Dicho servicio posee un rendimiento efectivo.
- El servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios se considera un 70% de servicio de recolección, sin embargo aún posee una frecuencia baja para las comunidades y repartos, y en algunas ocasiones en residenciales que encuentran en estas mismas comunidades lejanas.

- El servicio de recolección aumentaría su cobertura si existieran más unidades de recolección y por supuesto su eficiencia, quizás llegar a cubrir un 100%. Las unidades existentes en ocasiones no pueden terminar su jornada, debido a desperfectos mecánicos, situaciones de imprevistos, tiempo que los operarios tardan en depositar dichos residuos sólidos.
- Otros factores que influyen en el tiempo de recolección, es el desorden territorial municipal, ya que existen zonas que están compuestas por callejones, que solo camiones pequeños pueden cubrir dicho servicio, la falta de cooperación de la población al presentar sus residuos sólidos y la distancia para llegar al sitio de disposición final de los residuos sólidos.
- El Municipio de Ticuantepe no cuenta con un vertedero municipal propio, por lo cual solicito autorización a otras entidades municipales para depositar sus residuos sólidos municipales, el sitio actual de disposición final es el vertedero de Nindirí.
- Dado a las características y condiciones tanto ambientales como sociales, que posee el municipio, debido al aumento de la vulnerabilidad hacia el acuífero, lo cual hace difícil proponer un sitio para su establecimiento y construcción de vertedero o ya sea de un relleno sanitario, la alternativa más allegada quizás es compartir un vertedero intermunicipal.
- El vertedero de Nindirí no es un vertedero contralado ya que no posee las medidas necesarias, para prevenir impactos negativos futuros, como la contaminación de aguas subterráneas y suelos, pero se desconocen estudios que revelen los mismos efectos.
- No existe tratamientos de los residuos sólidos urbanos por ambas entidades municipales en el vertedero, ya que no se fomentan acciones de reciclaje por parte de la población, excepto de los operarios que prestan el servicio de recolección y las personas que viven dentro del vertedero, las cuales no tienen

algún apoyo social por parte de las antes mencionadas, más que el ingreso extra por la comercialización de los residuos.

- Como aspecto negativo en la parte de financiera, es que no existen registros y estructura contable de los gastos fijos en cuanto al manejo integral de los residuos sólidos desligados a los gastos globales de la Alcaldía del Municipio de Ticuantepe y de un sistema de tarifas que carece de un estudio técnico financiero que permita fundamentar a las empresas con altos márgenes de producción el acondicionar su tarifa.
- El principal aspecto positivo es la dedicación del personal a cargo de la Dirección de Servicios Municipales y sus trabajadores a cargo, y el apoyo social que le brindan a la población del Municipio de Ticuantepe.
- La recuperación por el cobro referido al servicio de recolección es de 32%, que permite en realizar la operatividad del mismo servicio, sin embargo, no es suficiente para hacer frente a los requerimientos básicos que implica la prestación del servicio tomando en cuenta el incremento exponencial de empresas y de urbanizaciones. Esto se debe al no pago de algunos habitantes, que normalmente no solían pagar dicho servicio.
- Es fundamental la definición de las tarifas, ya que las existentes no posee un criterio técnico financiero, muchos menos ha sido precedidas de un estudio socioeconómico para el servicio de recolección de residuos sólidos del Municipio de Ticuantepe, dicho cobro debería ser una tarifa concreta y justa para el completo y eficiente manejo integral de los residuos sólidos.

## VII. RECOMENDACIONES

El gobierno local de Ticuantepe y la ciudadanía organizada, deben diseñar sus intervenciones en la gestión de los residuos sólidos, considerando el contexto de descentralización, modernización de estrategias que reflejen el trabajo conjunto y una excelente administración de los recursos, desde la educación, en la cultura y en la constancia de trabajar estos temas en conjunto con empresa privada e instituciones del Estado. En este sentido, es pertinente lo siguiente:

- Es meritorio aplicar el Plan de Acción elaborado para tener una guía de lineamientos que permitan evaluar y re direccionar mejor las estrategias de la Alcaldía en cuanto el uso de sus recursos, las capacidades del personal y la tecnicidad en cada una de sus decisiones.
- Es indispensable realizar una planificación completa para cada uno de los proyectos de inversión, en base a datos confiables, para no fallar en el diseño o en la toma de decisiones en la implementación y ejecución de proyectos. Una planificación detallada ahorra tiempo y materiales en la ejecución y evita un desgaste innecesario en el personal involucrado. Además, un proceso bien preparado y ordenado, da confianza a las entidades financieras.
- Realizar consultorías externas; generalmente, cuando una institución trabaja en el mismo eje se acostumbra a “las fallas” del proceso y no puede visualizar las oportunidades de mejora. Los consultores externos son más críticos y traen otras ideas, retroalimentando el trabajo de la alcaldía, siempre y cuando sean realmente especialistas en determinado campo.
- Se recomienda realizar una evaluación externa completa al año de funcionamiento del trabajo que realiza la alcaldía, tanto en Organización, como en capacidades de gestión y recursos financieros (tarifas). Es importante mantener una política de revisión constante de la operación, administración y flujo de caja.

- Construir y reforzar alianzas interinstitucionales, de esta manera se da continuidad y sostenibilidad a las acciones y procesos en el accionar diario del trabajo del municipio.
- Fomentar la cultura tributaria, a fin de aportar a la sostenibilidad económica del servicio de limpieza, a través de mecanismos de cobros eficientes, aplicación de multas y estímulos al buen contribuyente.
- Fomentar que el plan de fortalecimiento institucional de cobertura a la capacitación y asistencia técnica a todos los sectores para que estos en conjunto respondan a las exigencias de un servicio de limpieza pública que constantemente asume mayor cobertura y mayor generación.
- La Alcaldía Municipal debe mostrar flexibilidad en la parte financiera y proactividad en la búsqueda de un estudio técnico financiero para estructurar un modelo de tarifas que se pueda justificar, de tal manera permita que al momento del cobro se logre argumentar porque se solicita esa cantidad.
- Es importante mantener integralidad en cada una de las actividades de la alcaldía, no permitir que imprevistos detengan las estrategias de desarrollo planificadas.
- Promover la implementación de proyectos para la segregación, reciclaje de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, involucrando a la comunidad y a la empresa privada.
- Capacitar al personal operativo de la municipalidad en temas relacionados a planificación del manejo de los residuos sólidos, participación, monitoreo, vigilancia y evaluación con mayor constancia.
- Mejorar las respuestas de la administración respecto a las necesidades del área, principalmente reparación de unidades, participación ciudadana y construcción de una cultura de gestión de los residuos sólidos (trabajo en comisión con otras instituciones).

- Promover las iniciativas de inversión privada y pública para complementar el servicio de limpieza. Conciencia ambiental y participación ciudadana.
- Facilitar espacios de coordinación y consulta, así como espacios de concertación para desarrollar el sentido de corresponsabilidad en todos los espacios internos de la Alcaldía como de la población usuaria.
- Realizar acciones de evaluación y control, como de rendición de cuentas para acercar más a la ciudadanía y potenciar la transparencia en cada una de las transacciones.
- Facilitar el ejercicio del derecho ciudadano a la vigilancia social, a realizarse con autonomía y responsabilidad en los sectores de Ticuantepe que se identifiquen delitos ambientales o la existencia de botaderos ilegales.
- Durante la implementación del PIGARS y en su fase de operación es importante realizar una difusión amplia, utilizando estratégicamente los medios de comunicación como la televisión, la radio y video, y además trifoliales (brochures) y rotafolios (posters) para su promoción y la formación de la opinión pública en beneficio del PIGARS.
- Concientizar y activar a la población para saber que las mejoras si trabajan en conjunto se verán resultados a corto y mediano plazo y una vez logrado se debe trabajar para mantener este nivel y seguir desarrollando la cultura ambiental. Si los recursos son escasos, se deben identificar materiales promocionales alternativos que logren transmitir la misma información y tengan al mismo tiempo funcionalidad.
- Construir mejoras en el sistema de aprendizaje en escuelas y colegios, como portavoces principales de la comuna, ya que las mejoras se van a reflejar desde el núcleo familiar. Pero también será importante involucrar a los pobladores, a través de capacitaciones y la implementación de un proyecto demostrativo para revelar sus ventajas y resultados de la gestión integral de los residuos.

- Realizar estudios en el hospital del municipio sobre los residuos sólidos y biológicos infecciosos, para contar con cantidades exactas de la PPC, de manera que el centro y la alcaldía tenga conocimiento de cómo se están gestionando esos residuos con una evaluación más profunda sobre la eficiencia de la disposición final e incineración.
- Elaborar un estudio sobre los residuos sólidos procedentes del Mercado Municipal más puntual con la finalidad de que logre gestionar y cuantificar el volumen real que se transporta cotidianamente.
- Incorporar la legalización de un contrato con la municipalidad del Municipio de Nindirí sobre el uso del espacio para la disposición de los residuos en su vertedero.
- Sugerir con la comunidad de Nindirí el reacondicionar el vertedero municipal y en realizar coordinaciones con el Municipio de la Concepción para la constitución de un vertedero intermunicipal con ellos como segunda alternativa.
- Buscar financiamientos que permitan que las estrategias se realicen, ya que pueden existir muchas alternativas, pero poco capital monetario y humano para desarrollarlo a como se espera.

## VIII. REFERENCIAS

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. (1998). Recuperado de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: [www.cepis.org.pe/acrobat/diagnost.pdf](http://www.cepis.org.pe/acrobat/diagnost.pdf)
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo de Nicaragua. (2008). *La transformación del vertedero de la Chureca*. Managua.
- Aguirre, B. & Gallegos, M. (2012). *Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos del Municipio de Nindirí, PIGARS (2012-2022)*. Nindirí.
- Asamblea Nacional (1996). *Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1996) *Ley 185: Código Laboral de Nicaragua*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1998). *Ley 290: Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2001). *Ley 406: Código Procesal Penal*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2002). *Ley 423: Ley General de Salud*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2005). *Ley 559: Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1996). *Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1998). *Decreto 71-98: Reglamento a la Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.

- Asamblea Nacional (2006). *Decreto 47-2006: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1988). *Decreto 394: Disposiciones Sanitarias*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (1989). *Decreto No. 432. Reglamento de Inspección Sanitaria*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua
- Asamblea Nacional (1993). *Decreto 168: Ley que Prohíbe el Tráfico de Residuos Peligrosos y Sustancias Tóxicas*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2005). *Decreto 47-05: Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2001). *NTON 05 013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos No-Peligrosos*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2002). *NTON 05 014-01: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No-Peligrosos*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional (2002). *NTON 05 015-01: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos*. La Gaceta Diario Oficial. Managua, Nicaragua.
- Asociación de Municipios de la Subcuenca III de la Cuenca Sur del Lago de Managua. (2011). *Línea Base del Municipio de la Concepción*.
- Asociación de Municipios de la Subcuenca III de la Cuenca Sur del Lago de Managua. (2011). *Línea Base Municipal de Ticuantepe*.
- Aulinas, M. (2005). *Análisis del flujo de materia del Mercado Alfredo Lazo, Estelí (Nicaragua): Propuestas para la valoración económica de la fracción orgánica de los residuos*. España.
- Balladares, M. (1999). *Rellenos sanitarios y tratamiento de residuos líquidos de mataderos municipales*. Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. Managua, Nicaragua.

Compromiso Empresarial para el Reciclaje de Uruguay, Asociación para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza de Venezuela & Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A. de Brazil. (1998). *Disposición Final de Residuos Sólidos. En Residuos Sólidos Urbanos - Manual de Gestión Integral* (A. Arocena, Tr., págs. 103-104). Montevideo.

Compromiso Empresarial para el Reciclaje de Uruguay, Asociación para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza de Venezuela & Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A. de Brazil. (1998). *Tratamiento. En Residuos Sólidos Urbanos - Manual de Gestión Integral* (A. Arocena, Tr.,pág. 157). Montevideo.

Fundación Desarrollo y Ciudadanía. (2013). *Plan Ambiental Municipal Municipio Ticuantepe 2013-2023*. Ticuantepe.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio Agropecuario, Instituto Nacional Forestal & Universidad Nacional Agraria. (2015). *Atlas de Suelos de Nicaragua*. Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Autoridad Nacional del Agua, Agencia Alemana de Cooperación- Programa de Asisten & Universidad Nacional de Ingeniería. (2014). *Cuenca Hidrográficas de Nicaragua bajo la metodología Pfafstetter*. Managua.

Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) & Asociación de Municipios de Nicaragua (AMUNIC). (2001). *Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos: Manuales Elementales de Servicios Municipales*. Managua.

Lacayo, A & López, E. (2009). *Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (PIMARS) para el Municipio de Diriamba, Departamento de Carazo, 2010-2017*. Managua.

Martínez, J. (2005). *Fundamentos - Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos*. Montevideo.

Muerza, A. (2017). *Contaminación por Lixiviados*. Recuperado de Fundación EROSKI:

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php)

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial , Secretaría de Estado para la Economía & Laboratorio de Análisis de Residuos. (2007). *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. La Habana.
- Palacios, A. (2009). *Ticuantepe debe ser declarado Reserva Natural de Agua* . pág. 2.
- Sánchez, C. & Alaniz, R. (2009). *Estudio sobre el manejo de residuos sólidos biológicos infecciosos hospitalarios en los Centros de Salud "Sócrates Flores, Altagracia, Francisco Morazán" Distrito II y III del Municipio de Managua 2008-2009*. Managua.
- Secretaría de Desarrollo Social. (1999). *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*. México.
- Sequeira, L. (2013). *El impacto de los supermercados Palí en las pulperías de Managua y Ciudad Sandino*. Managua.
- Sinclair, K. (2006). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Bonanza, para el período 2007-2006*. Tesis de Ingeniería. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.
- Universidad Centroamericana. (2014). *Programa Integral para Potenciar la Competencia Informativa de la Comunidad Universitaria* (Sexta ed.). Recuperado de Biblioteca José Coronel Urtecho: <http://bjcu.uca.edu.ni/pdf/Guia%20APA%20Final.pdf>

## IX. ANEXOS

### Anexo 01: Glosario

**Análisis FODA:** es una metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa o institución en su mercado y de las características internas de la misma a efecto de determinar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

**Barrido y limpieza:** es el conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado.

**Carga orgánica:** cantidad de materia orgánica generalmente medida como DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días).

**Compost:** mejorador del suelo que se obtiene luego de un proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en condiciones húmedo-aeróbicas (con presencia de oxígeno).

**Disposición final:** procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

**Estación de transferencia:** es la instalación dedicada al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

**Gestión Integral de residuos sólidos:** toda actividad técnica administrativa de planeamiento, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación relacionada con el manejo apropiado de residuos sólidos.

**Incineración:** método de tratamiento, que consiste en la combustión controlada de los residuos sólidos en instalaciones apropiadas para tal fin.

**Lineamiento estratégico:** permite conducir y orientar a la organización para aprovechar las circunstancias cambiantes del entorno, reduciendo o eliminando los riesgos desde sus mejores recursos y competencias, superando aquellas áreas que le impidan un mejor desarrollo de tal manera de lograr los objetivos y metas propuestas.

**Lixiviado:** es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

**Macroruteo:** tiempo no empleado en la recolección. Es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección.

**Manejo Integral de residuos sólidos:** toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final u otro procedimiento, desde la generación hasta la disposición final.

**Microruteo:** tiempo efectivo de recolección.

**Oxígeno disuelto:** oxígeno gaseoso que se encuentra en disolución en el agua y que satisface la demanda inmediata de oxígeno en un vertido.

**Plan de acción:** conjunto de actividades organizadas con anticipación, que se deben efectuar para implementar el PIMARS.

**Producción per-cápita (PPC):** generación unitaria de residuos sólidos, casi siempre se refiere a la generación de residuo sólido por persona y por día, aunque también este concepto se puede aplicar a residuos no domiciliarios (por ejemplo, kilogramos de residuo sólidos por restaurante y por día).

**Reciclaje:** toda actividad que permite reusar el residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines (por ejemplo, producir compost).

**Recuperación:** toda actividad que permita reusar partes o componentes que constituyen residuo sólido.

**Reusó:** volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reuso al reciclaje, recuperación y reutilización.

**Relleno Sanitario:** espacio donde se depositan los **residuos sólidos** de una ciudad después de haber recibido determinados tratamientos. Para impedir que se contamine el subsuelo, se **impermeabiliza** el **terreno** con polietileno de alta densidad u otra sustancia y se coloca arcilla.

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

## Anexo 02: Formatos de Controles de Rutas de Colección

### ALCALDIA MUNICIPAL DE TICUANTEPE DIRECCION DE SERVICIOS MUNICIPALES CONTROL DE RUTA A SEGUIR POR CAMION

#### **Ruta No.1**

##### LUNES

Buenos Aires I Y II Etapa Incluye Escuela Rafaela Herrera  
Residencial Buenos Aires  
Avícola La Esperanza  
Condominio las Arcadas  
Urbanización Monte Verde  
Villa Guadalupe  
Villa Santiago  
Residencial Valle Santa Maria  
Colegio del Eduardo Contreras  
Residencial Jardines del Recuerdo  
Urbanización Jacaranda  
Comunidad Eduardo Contreras  
Comunidad Medardo Andino (Calle central, campos Azules y calle las conejas)

##### Martes:

Reparto Santa Rosa

Carretera Ticuantepe

- Iglesia Testigo de Jehová
- Reparto la Gloria
- Urbanización Monte Verde
- Reparto Las Pampas
- Restaurante las Picaditas
- Empresa Vegatel
- Residencial Los Apóstoles
- Residencial Vista Hermosa I y II
  
- Gasolinera
- Apartamentos Guadalupe
- Comunidad El Nancite
- Comunidad Pancho Luz Incluye escuela Eduardo C
- Colegio Chispita de Vida
- Condominio Villa Venecia
- Lomas de Ticuantepe
- Comunidad Humberto Ruiz
- Supermercado El Pali

Miércoles:

Empresa La Tops  
Empresa Hopsa  
Comunidad La Borgoña Incluye Escuela PJCH  
Reparto Juan Ramón Padilla II Etapa Incluye Escuela San José.

JUEVES

Buenos Aires I Y II Etapa Incluye Escuela Rafaela Herrera  
Residencial Buenos Aires  
Avícola La Esperanza  
Condominio las Arcadas  
Urbanización Monte Verde  
Villa Guadalupe  
Villa Santiago  
Residencial Valle Santa Maria  
Colegio del Eduardo Contreras  
Urbanización Jacaranda  
Comunidad Eduardo Contreras  
Barrio Medardo Andino (Calle central, campos Azules y calle las conejas)

VIERNES

Reparto Santa Rosa

Carretera Ticuantepe

- Iglesia Testigo de Jehová
- Reparto la Gloria
- Urbanización Monte Verde
- Reparto Las Pampas
- Restaurante las Picaditas
- Empresa Vegatel
- Residencial Los Apóstoles
- Residencial Vista Hermosa I y II
  
- Gasolinera
- Apartamentos Guadalupe
- Comunidad El Nancite
- Comunidad Pancho Luz Incluye escuela Eduardo C
- Colegio Chispita de Vida
- Condominio Villa Venecia
- Lomas de Ticuantepe
- Comunidad Humberto Ruiz
- Supermercado El Pali

SABADO

Empresa Tops S.A.  
Empresa Hopsa  
Comunidad La Borgoña Incluye escuela PJCH  
Reparto Juan Ramón Padilla II Etapa Incluye Escuela San José

ALCALDIA MUNICIPAL DE TICUANTEPE  
DIRECCION DE SERVICIOS MUNICIPALES  
CONTROL DE RUTA A SEGUIR POR CAMION

Ruta No.2

Lunes:

- Residencial Sierras Doradas
  - ALUNICA
  - Escuela San Pedro
  - Residencial Villas del Prado
  - Reparto Villas del Sol
  - Empresa de Tanques Rotoplas
  - Residencial Los Almendros
  - El BAC
  - Empresa E. Chamorro
  - Residencial VIP
  - Comunidad Gaspar García
- Residencial Las Palmeras
  - Bodegas del 13
  - Rancho Pedro
  - Residencial Los Geranios
  - Residencial Cedro Real
  - Reparto Gaspar García Laviana

Martes:

- La Bastilla
- Mira Verde
- 4 de Mayo
- Comunidad Medardo Andino
- Colegio Luxemburgo
- Instituto de Ticuantepe.
- Hospital de Ticuantepe

- Carretera Ticuantepe
- Restaurante Las Pitahayas
  - Condominio Girasol
  - Sub-Estación de Energía
  - Restaurante Chocoyos Resorte
  - Condominio Casa Borinquen
  - Comunidad Sandino
  - Reparto Altos de la Sierra
  - Callejones las Lanchas

Miércoles:

- Pintura Modelo
- Reparto Juan Ramón Padilla I Etapa( I, II, III, IV, V, VI Calle )

**JUEVES**

- Residencial Sierras Doradas.
  - ALUNICA
  - Escuela San Pedro
  - Residencial Villas del Prado
  - Reparto Villas del Sol
  - Empresa de Tanques Rotoplas
  - Residencial Los Almendros
  - El BAC
  - Empresa E. Chamorro
  - Residencial VIP
  - Comunidad Gaspar García
- Residencial Las Palmeras
  - Bodegas del 13
  - Rancho Alberto
  - Residencial Los Geranios
  - Residencial Cedro Real
  - Reparto Gaspar García Laviana

**VIERNES**

- La Bastilla
- Mira Verde
- 4 de Mayo
- Comunidad Medardo Andino
- Colegio Luxemburgo
- Instituto de Ticuantepe
- Hospital de Ticuantepe

- Carretera Ticuantepe
- Restaurante Las Pitahayas
  - Condominio Girasol
  - Subestación de Energía
  - Restaurante Chocoyos Resorte
  - Condominio Casa Borinquen
  - Comunidad Sandino
  - Reparto Altos de la Sierra
  - Callejones las Lanchas

**SABADO**

- Pintura Modelo
- Reparto Juan Ramón Padilla I Etapa( I, II, III, IV, V, VI Calle )

### Anexo 03: Formato de Ficha de Supervisión

207

**ALCALDÍA DEL PODER CIUDADANO DE TICUANTEPE**  
**FICHA DEL SUPERVISOR**

FECHA:		
SUPERVISOR:		
DESTINO:		
Actividad:	Supervisión de Limpieza Pública	<input type="checkbox"/>
	Supervisión de Ruta de Recolección	<input type="checkbox"/>
<b>Supervisión en Parques:</b>		
	Parque 6 e Junio	<input type="checkbox"/>
	Parque Juan Ramón Padilla	<input type="checkbox"/>
	Parque Gaspar García Laviana	<input type="checkbox"/>
	Parque de Ferias	<input type="checkbox"/>
<b>Sitios Estratégicos</b>		Observación
	Casa Materna	<input type="checkbox"/>
	C.D.I Mis Dulces Chocoyitos	<input type="checkbox"/>
	Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/>
	Cementerio Municipal	<input type="checkbox"/>
	Mercado Municipal	<input type="checkbox"/>
	Polideportivo	<input type="checkbox"/>
<b>Instituciones</b>		Observación
	Minsa	<input type="checkbox"/>
	Policia	<input type="checkbox"/>
	Juzgados	<input type="checkbox"/>
<b>Limpieza Pública</b>		Observación
	Calle Real	<input type="checkbox"/>
	Calle Alegres de Ticuantepe	<input type="checkbox"/>
	Calle de Alcaldía	<input type="checkbox"/>
	Calle del Luxemburgo	<input type="checkbox"/>
	Calle 4 de Mayo	<input type="checkbox"/>
	Calle Reparto Juan Ramón P	<input type="checkbox"/>
	1ra	<input type="checkbox"/>
	2da	<input type="checkbox"/>
	3ra	<input type="checkbox"/>
	4ta	<input type="checkbox"/>
	5ta	<input type="checkbox"/>
	6ta	<input type="checkbox"/>
	7ma	<input type="checkbox"/>
	8va	<input type="checkbox"/>
	Santa Rosa	<input type="checkbox"/>
	Calle Principal La Borgoña	<input type="checkbox"/>
	Calle del P/s La Borgoña	<input type="checkbox"/>
	Calle Los Alegres de Ticuantepe	<input type="checkbox"/>
	Calle Concreto Hidráulico	<input type="checkbox"/>
	Calle Medardo Andino	<input type="checkbox"/>

Limpieza Pública		Observación
Km 14 al Semáforo		
Carretera a Masaya		
Semáforos a Francia I		
Mirador/Manuel Lández		

Limpieza Canaletas		Observación
Canaleta Calle Cedral		
Canaleta del Luxemburgo		
Canaleta Calle 4 de Mayo		
Canaleta Santa Rosa		
Canaleta Semáforos a Gasolinera		
Canaleta de Rotonda a Gasolinera		

Limpieza de Cauces		Observación
Cauce los Chombos		
Cauce Leonel Reynosa		
Cauce el Limón		
Cauce Valle Santa María		
Cauce Eduardo Contreras		
Cauce San Pedro		
Cauce Las Enramadas		

Observaciones:	
----------------	--

Firma: _____
--------------

**Anexo 04: Formatos de Fichas de Rutas Recolección**

ALCALDÍA DEL PODER CIUDADANO DE TICUANTEPE FICHA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN			
FECHA:			
CONDUCTOR:			
RUTA:			
<b>LUNES Y JUEVES COMUNIDADES</b>			
Medardo Andino I etapa	<input type="checkbox"/>	Sector Los Ponce	<input type="checkbox"/>
Campos Azules	<input type="checkbox"/>	Villas de Ticuantepe	<input type="checkbox"/>
Benjamín Zeledón	<input type="checkbox"/>	Jacaranda	<input type="checkbox"/>
Bueno Aires	<input type="checkbox"/>	Urb. Santa María	<input type="checkbox"/>
Villas Lindora	<input type="checkbox"/>	Colegio Gaspar Garc	<input type="checkbox"/>
Monte Clara	<input type="checkbox"/>	4 Callejones Gaspar	<input type="checkbox"/>
Sector el Chilamate	<input type="checkbox"/>		
<b>MARTES Y VIERNES COMUNIDADES</b>			
Santa Rosa	<input type="checkbox"/>	Villas Las Palmas	<input type="checkbox"/>
		Villa Venezia	<input type="checkbox"/>
Urb. La Gloia	<input type="checkbox"/>	Vista Hermosa - 2	<input type="checkbox"/>
		Carref. Ticuantepe M.Izq	<input type="checkbox"/>
Estancia Monte Verde	<input type="checkbox"/>	Vista Hermosa - 1	<input type="checkbox"/>
Las Pampas	<input type="checkbox"/>	Condom. Guadalupe	<input type="checkbox"/>
Urb. Los Apóstoles	<input type="checkbox"/>	El Nancite	<input type="checkbox"/>
Urb. Los Jazmines	<input type="checkbox"/>	Pancho Luz	<input type="checkbox"/>
<b>MIÉRCOLES - SÁBADO COMUNIDADES</b>			
Francelome	<input type="checkbox"/>	La Borgoña	<input type="checkbox"/>
		Reparto Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/>
Car. A la Concepción	<input type="checkbox"/>	Miador La Borgoña	<input type="checkbox"/>
Observaciones:			
Firma:			

2017

# ALCALDÍA DEL PODER CIUDADANO DE TICUANTEPE FICHA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN

FECHA: \_\_\_\_\_  
CONDUCTOR: \_\_\_\_\_  
RUTA: \_\_\_\_\_

## LUNES Y JUEVES COMUNIDADES

Resid. El Prado	<input type="checkbox"/>	Xilonen	<input type="checkbox"/>	Gancho Camino Gaspar	<input type="checkbox"/>
Resid. Sierras Doradas	<input type="checkbox"/>	Chavalandia	<input type="checkbox"/>	Km 14c a Masaya	<input type="checkbox"/>
Villas del Sol	<input type="checkbox"/>	Maderería Norteño	<input type="checkbox"/>		
Urb. San Francisco	<input type="checkbox"/>	Elotes Locos	<input type="checkbox"/>		
Las Palmeras	<input type="checkbox"/>	La VIP	<input type="checkbox"/>		
Cedro Real	<input type="checkbox"/>	Llantasa	<input type="checkbox"/>		
Los Geranios	<input type="checkbox"/>	Aceros ROAG	<input type="checkbox"/>		

## MARTES Y VIERNES COMUNIDADES

La Bastilla	<input type="checkbox"/>	Planes de la Sierra	<input type="checkbox"/>
Mira Verde	<input type="checkbox"/>	Sport Slam	<input type="checkbox"/>
Medardo Andino II Etapa	<input type="checkbox"/>	Fibrotec	<input type="checkbox"/>
Callejón Pichingas	<input type="checkbox"/>	Accedo Technology	<input type="checkbox"/>
Callejón Enatrel	<input type="checkbox"/>	Pizza Hut	<input type="checkbox"/>
Callejón El Resort	<input type="checkbox"/>	Chocoyos Resort	<input type="checkbox"/>

## MIÉRCOLES - SÁBADO COMUNIDADES

Reparto Juan R, Padilla I eta	<input type="checkbox"/>	Manuel Lández	<input type="checkbox"/>
Plaza Ticuantepe	<input type="checkbox"/>	Vista del Ángel	<input type="checkbox"/>

Observaciones: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

**ALCALDÍA DEL PODER CIUDADANO DE TICUANTEPE**  
**FICHA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN**

FECHA: \_\_\_\_\_

CONDUCTOR: \_\_\_\_\_

RUTA: \_\_\_\_\_

**LUNES Y JUEVES**  
**COMUNIDADES**

Los Almendros	<input checked="" type="checkbox"/>	Urb. VillaValezka - 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Villa Guadalupe	<input type="checkbox"/>
Llamas del bosque	<input checked="" type="checkbox"/>	Urb. VillaValezka - 2	<input type="checkbox"/>	ALUNICA	<input type="checkbox"/>
Farmacia Kielsa	<input type="checkbox"/>	Villa Carolina - 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Mercado Municipal	<input type="checkbox"/>
Residencia VIP	<input type="checkbox"/>	Villa Carolina - 1	<input checked="" type="checkbox"/>	CDI	<input type="checkbox"/>
Urb. Los Sábalo	<input checked="" type="checkbox"/>	Villa Versalle	<input type="checkbox"/>	Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/>
Urb. Villa San Martín	<input checked="" type="checkbox"/>	Villa Santiago	<input type="checkbox"/>	Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/>
Urb. Villa Kely	<input checked="" type="checkbox"/>	Urb. Lomas Monte V	<input type="checkbox"/>	Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/>

**MARTES Y VIERNES**  
**COMUNIDADES**

Col. Bello Horizonte	<input type="checkbox"/>	Mercado Municipal	<input type="checkbox"/>	Las Pitahayas	<input type="checkbox"/>
Colegio Luxemburgo	<input type="checkbox"/>	Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Hospital Amistad México	<input type="checkbox"/>	Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Casa Materna	<input type="checkbox"/>	Callejones Lanchas	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/>	Humberto Ruíz	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
CDI	<input type="checkbox"/>	Maxi Pali	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

**MIÉRCOLES - SÁBADO**  
**COMUNIDADES**

CDI	<input type="checkbox"/>	Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/>	Santa Lucia	<input type="checkbox"/>
Casa Materna	<input type="checkbox"/>	Denis Larios	<input type="checkbox"/>	Conchas Negras	<input type="checkbox"/>
Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/>	Colinas La Borgoña	<input type="checkbox"/>	Palestina	<input type="checkbox"/>
Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/>	El CEFER	<input type="checkbox"/>	Las Perlas	<input type="checkbox"/>

Observaciones: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

2017

ALCALDÍA DEL PODER CIUDADANO DE TICUANTEPE  
FICHA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN

FECHA: \_\_\_\_\_  
 CONDUCTOR: \_\_\_\_\_  
 RUTA: \_\_\_\_\_

LUNES Y JUEVES COMUNIDADES			
xilonen, chavandia	<input type="checkbox"/> La Vip	<input type="checkbox"/> sector Los Ponce	<input type="checkbox"/>
C. Azules, Benjamin Zeledon	<input type="checkbox"/> Ilantasa	<input type="checkbox"/> ALUNICA	<input type="checkbox"/>
Farmacia Kielsa	<input type="checkbox"/> Acero Roa	<input type="checkbox"/> Mercado Municipal	<input type="checkbox"/>
Residencial VIP	<input checked="" type="checkbox"/> Gancho c de gaspar	<input type="checkbox"/> CDI, Cale Alegre TIC.	<input type="checkbox"/>
Madereria el Norteño	<input type="checkbox"/> San Pedro	<input type="checkbox"/> Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/>
Las palmeras	<input checked="" type="checkbox"/> Villa Santiago	<input type="checkbox"/> Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/>
Elotes locos	<input checked="" type="checkbox"/> 4 callejones Gaspar	<input checked="" type="checkbox"/> Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/>

MARTES Y VIERNES COMUNIDADES			
Santa Rosa	<input type="checkbox"/> Mercado Municipal	<input type="checkbox"/> Las Pitahayas	<input type="checkbox"/>
La Vastilla	<input type="checkbox"/> Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/> La Lancha	<i>Calkyon Meludo</i>
Rpto Miraverde	<input type="checkbox"/> Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/> Tia Keyke	<i>Mira Verde</i>
Casa Materna	<input type="checkbox"/> Callejones Lanchas	<input type="checkbox"/> La pizza	
Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/> Humberto Ruiz	<input type="checkbox"/> Casa banyo	
CDI	<input type="checkbox"/> Maxi Pali	<input type="checkbox"/> Como San Pedro	

MIÉRCOLES - SÁBADO COMUNIDADES			
CDI	<input type="checkbox"/> Parque 6 Junio	<input type="checkbox"/> Santa Lucia	<input type="checkbox"/>
Casa Materna	<input type="checkbox"/> Denis Larios	<input type="checkbox"/> Conchas Negras	<input type="checkbox"/>
Escuela de Oficios	<input type="checkbox"/> Colinas La Borgoña	<input type="checkbox"/> Palestina	<input type="checkbox"/>
Parque Juan R. Padilla	<input type="checkbox"/> EI CEFER	<input type="checkbox"/> Las Perlas	<input type="checkbox"/>

Observaciones: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



**Hoja de registro 2: Composición física de los residuos sólidos generados en el  
Municipio de Ticuantepe**

<b>Tipo de residuos sólidos</b>	<b>Día 1 (%)</b>	<b>Día 2 (%)</b>	<b>Día 3 (%)</b>	<b>Día 4 (%)</b>	<b>Día 5 (%)</b>	<b>Día 6 (%)</b>	<b>Día 7 (%)</b>	<b>TOTAL</b>
Materia Orgánica								
PET								
Plástico (Densidad baja)								
Plástico (Densidad alta)								
TETRA-PAK								
Latas								
Cartón								
Papel								
Vidrio								
Tela								
Poroplas								

**Hoja de registro 03: Peso y densidad de los residuos sólidos**

<b>Día</b>	<b>Peso Total (Kg)</b>	<b>Cantidad de barriles</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Lunes</b>				
<b>Martes</b>				
<b>Miércoles</b>				
<b>Jueves</b>				
<b>Viernes</b>				
<b>Sábado</b>				
<b>Domingo</b>				
<b>Densidad Promedio</b>				

**Hoja de registro 04: Distancia que toman las rutas de recolección**

Rutas	Km/día			Tiempo Promedio Min/ día
	1	2	3	
<b>Primer viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
<b>Segundo viaje</b>				<b>Tiempo Promedio Min/ día</b>
<b>Total Jornada</b>				

## Anexo 06: Guía de Entrevista



### **Entrevista para el cargo para de director de servicios municipales Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en el Municipio de Ticuantepe**

- 1. ¿Cuál es el volumen de residuo del Municipio, semestral, anual, semanal, anual, diaria??**
- 2. En cuanto a la generación de residuos de sólidos, llevan estimaciones de volúmenes producidos por cada fuente (Domiciliar, Comercio, Industria Mercado, Instituciones Pública, etc)**
- 3. ¿Existe algún plan de limpieza de la Municipalidad?**  
Si  
No
- 4. ¿Qué debilidades considera que tiene el sistema de manejo de residuos?**
- 5. ¿Existe alguna ayuda externa que fortalezca e sistema de manejo de residuos y cuanto se invierte?**  
Si  
No
- 6. ¿Tienen planificado constituir Proyectos próximos para el beneficio de sistema de manejo de residuos?**  
Si  
No
- 7. ¿Porque motivos el relleno sanitario no funcionó?**
- 8. ¿Con que regularidad reciben capacitaciones o talleres de manejo de bardas, manteamiento de equipos, etc.?**  
Mensuales  
Semestrales  
Anuales

9. **¿Realizan actividades de concienciación a la población y al ministerio?**  
Si  
No
10. **¿Generan ingresos por medio el reciclaje?**  
Si  
No
11. **¿Cómo se estableció la coordinación con la municipalidad de Nindirí con la disposición de residuos? ¿Desde cuándo tomaron esta alternativa?**
12. **¿Existen medios o estrategias utilizados para educar y concientizar al público con relación al manejo de residuos?**  
Si  
No
13. **¿Cuáles son las tarifas de cobranzas para el servicio domiciliar?**  
Residenciales (viviendas de hogares)  
Comerciales (establecimientos)  
Industriales (plantas, fábricas)  
Instituciones (entidades de servicios)
14. **¿Existen medidas o acciones para el acondicionamiento del vertedero municipal de Nindirí? Si es si, Apoya la Alcaldía de Ticuantepe en la inversión**
15. **Frecuencia de supervisión de parte en la utilización de los quipos de protección personal y evaluación del desempeño laboral**
16. **¿Cuáles son las medidas de consideración a los riesgos ocasionados por el contacto directo con la basura?**
17. **Números de quejas de reclamos al día a causa de que el camión no pasa por las viviendas**
18. **Conoce que criterios tomaron en cuenta la alcaldía de Nindirí al establecer el vertedero**
19. **¿Qué medidas o acciones en cuanto a la generación de residuos hospitalarios? ¿Realizan la separación de residuos infecciosos de los no infecciosos? ¿Han considerado los residuos infecciosos?**

## Anexo 07: Guía de Encuesta



### Entrevista para pobladores Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos en el Municipio de Ticuanatepec

#### 1. ¿Cuál es su edad?

- Entre 18-35 ( )
- Entre 31-50 ( )
- Entre 61-65 ( )
- Mayor de 65 ( )

#### 2. Género:

- F ( )
- M ( )

#### 3. ¿Nivel de escolaridad?

- Primaria ( )
- Secundaria ( )
- Universidad ( )
- Técnico ( )

#### 4. Urbanización o Barrio

- Barrio ( )
- Residencial ( )

#### 5. ¿Cuántas personas viven en la casa?

- 1-3 personas ( )
- 3 - 6 personas ( )
- 6 o más personas ( )

#### 6. ¿Sabe usted que es residuo sólido?

- Si ( )
- No ( )

**7. ¿Sabe usted si existe algún programa de la municipalidad de control para separar los residuos sólidos desde los hogares**

Si ( )

No ( )

**8. ¿Cada cuánto pasa el camión de la basura?**

1 vez por semana ( )

2 veces por semana ( )

3 veces por semana ( )

No pasa por su sector ( )

**9. usted sabe a dónde van los residuos sólidos de la ciudad? Si su respuesta si nos escribe la respuesta em la raya**

Si ( )

¿Donde? \_\_\_\_\_

No ( )

**10. ¿Cómo clasificarías usted el servicio de recojo que brinda la Alcaldía?**

Excelente ( ) Muy bueno ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( ) Muy malo ( )

**11. ¿Sabe usted cuales que enfermedades están relacionadas a la inadecuada acumulación de residuos sólidos? Si dice si mencione algunas**

Si ( )

No ( )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**12. ¿Alguna vez ha clasificado la basura? ¿Porqué?**

Si ( )

No ( )

**13. Si alguna vez ha reciclado ¿Qué material a reciclado Ud.?**

Cartón ( ) Vidrio ( ) Papel ( ) Metal ( ) Plásticos ( ) Otros( )

**14. ¿Cuál es el residuo que más botas?**

Residuos Orgánicos ( ) Residuos Inorgánicos ( )

**15. Que recomendaciones le daría a la alcaldía para que el servicio y el manejo de los residuos sólidos sea más eficiente?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Anexo 08: Metodología para el Análisis de los Residuos Sólidos**

Una vez definido el tamaño de muestra (número de viviendas a muestrear) de acuerdo con el 2 % de la misma, se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

- Seleccionar de manera aleatoria las viviendas a muestrear, con ayuda del plano catastral de la localidad o el padrón de usuarios del servicio.
- Definir de manera coordinada con los funcionarios municipales, el lugar donde se llevará a cabo el trabajo de caracterización.
- Definir los objetivos y la metodología de trabajo a desarrollar, indicando a los participantes que el muestreo se llevará a cabo en ocho días.
- Seleccionar al personal que tendrá a cargo el trabajo de caracterización y gestionar ante la autoridad del gobierno municipal, sus credenciales correspondientes.
- Derivar comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas, con la finalidad de hacer conocer el trabajo a desarrollar y su importancia, además del personal que estará involucrado en ese trabajo.
- Capacitar al personal que tendrá a cargo el trabajo de caracterización, considerando aspectos como su presentación ante los propietarios de las viviendas seleccionadas; el tipo de información a recabar; el trabajo a ejecutar con los residuos recolectados; entre otros que se detallan a continuación:
- Registrar el nombre de la persona responsable, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada.
- Entregar las bolsas vacías a los propietarios de cada vivienda seleccionada, pedirles que depositen en ellas los residuos generados en la vivienda, y que procuren no cambiar las costumbres o rutina diaria.

- Recoger las bolsas con residuos al día siguiente y entregar otras bolsas vacías a cambio. Procurar que esta actividad se efectúe aproximadamente a la misma hora en que se entregaron las bolsas el día anterior.
- Marcar las bolsas para su identificación; colocarles etiquetas donde se especifique el número de vivienda, el número de habitantes por vivienda, la dirección y la fecha.
- Llevar las bolsas con residuos recolectadas al lugar donde se hará la caracterización de dichos residuos y continuar con el procedimiento detallado en el siguiente punto.

## 1) Determinación de la generación per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos

- Se utiliza el total de residuos recolectados por día de muestreo.
- Se pesa diariamente ( $w_i$ ) la totalidad de las bolsas recogidas durante los días que dure el muestreo (se indica que para el primer día de muestreo se elimina el residuo recolectado sin considerar sus datos para el análisis). Este peso representa ( $W_t$ ) la cantidad total de basura diaria generada en todas las viviendas.
- En función a los datos recopilados sobre número de personas por vivienda ( $n$ ), se determina el número total de personas que han intervenido ( $N_t$ ) en el muestreo.
- Se divide el peso total de las bolsas ( $W_t$ ) entre el número total de personas ( $N_t$ ), para obtener la generación per cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas (kg/hab/día).

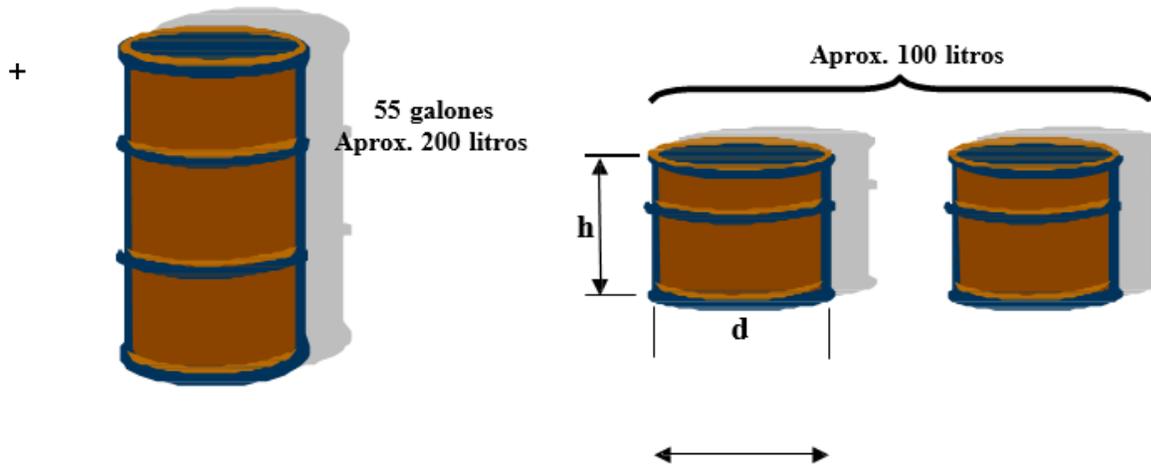
$$\text{Generación per cápita diaria de residuos (gpc)} = \frac{\text{Peso total de residuos (} W_t \text{)}}{\text{Número total de personas (} N_t \text{)}}$$

- Para determinar la generación total diaria se multiplica la generación per cápita por el número de habitantes de la localidad.

$$\text{Generación total diaria de residuos} = \text{gpc} \times N_t \text{ (kg/día)}$$

## 2) Determinación de la densidad de los residuos sólidos

- Se prepara un recipiente de aproximadamente 100 litros, que servirá como depósito estándar para definir el volumen que ocupará el residuo. Se prepara también una balanza de pie.



**Figura A2 Recipiente de residuos**

- Se pesa el recipiente vacío ( $W_1$ ) y se determina su volumen ( $V$ ). De acuerdo con la figura 1, los datos a tomar en cuenta del depósito son: la altura ( $h$ ) y su diámetro ( $d$ ). El volumen de ese recipiente es:

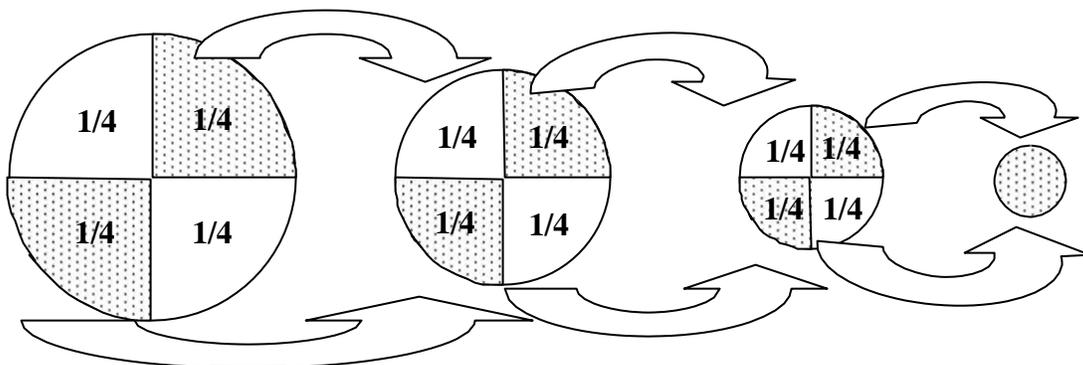
$$\text{Volumen (V)} = 0.7854 \times d^2 \times h$$

- Depositar el residuo que fue utilizado en el cuarteo en el recipiente, sin hacer presión y remecerlo de manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Con la finalidad de no hacer cálculos adicionales, es conveniente que el recipiente se encuentre lleno de residuos.
- Pesar el recipiente lleno ( $W_2$ ) y por diferencia se obtendrá el peso de la basura ( $W$ ).
- La densidad de la basura se obtiene dividiendo el peso de la basura ( $W$ ) entre el volumen del recipiente ( $V$ ).

$$\text{Densidad } D \text{ (kg/ m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del residuo } W \text{ (kg)}}{\text{volumen de la basura } V \text{ (m}^3\text{)}}$$

### 3) Determinación de la composición física de los residuos sólidos

- Para realizar este trabajo se utiliza la muestra de un día. Se deben colocar los residuos en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra.
- Se rompen las bolsas y se vierte el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable: de 15 cm o menos.
- El montón se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados de la figura que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos.



#### Primer Montón

Figura A3 Método de cuarteo

- Se separan los componentes del último montón y se clasifican en:
  - Papel y cartón
  - Madera y follaje

- Restos de alimentos
  - Plásticos
  - Metales
  - Vidrio
  - Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).
- Los componentes se van clasificando en recipientes pequeños que pueden ser de 50 litros.
  - Con ayuda de una balanza de menos de 10 kg, se deben pesar los recipientes pequeños vacíos antes de empezar la clasificación.
  - Una vez concluida la clasificación, se pesan los recipientes con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de cada componente.
  - Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día ( $W_t$ ) y el peso de cada componente ( $P_i$ ):

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 100$$

- Repetir el procedimiento durante los siete días que dura el muestreo de los residuos. Hay que recordar que de los ocho días iniciales que dura el muestreo, se elimina la muestra del primer día por considerarla útil.
- Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se efectúa un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los siete días de la semana.