

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA ZONA  
DE TRONCONAL VI, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI”**

REALIZADO POR:

**BURIEL MUÑOZ, MILVIA J.  
SILVA MONTERO, MIRNA D**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

Barcelona, Noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA ZONA  
DE TRONCONAL VI, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI”**

**ASESOR**

---

**Prof. Belkis Sebastiani**  
**Asesor Académico**

Barcelona, Noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA ZONA  
DE TRONCONAL VI, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI”**

---

**Prof. Belkis Sebastiani**

**Asesor Académico**

---

**Prof. Marielba Padrón**

**Jurado Principal**

---

**Prof. Hilda Morales**

**Jurado Principal**

Barcelona, Noviembre de 2009

## **ARTÍCULO 41**

**DE ACUERDO AL ARTÍCULO 41 DEL REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO:**

***“LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE Y SOLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO”.***

## DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas necesarias para realizar este proyecto; porque sin El nada de lo que fue hecho hubiese sido hecho.

A ustedes padres: José Vicente Buriel y Luisa Muñoz de Buriel, gracias por darme el ser, confianza, amor y conducirme en mi formación. Mami a pesar de tu ausencia, tus palabras de aliento que siempre me decías me han llenado mucho, y siempre estarás presente, aunque no físicamente pero si espiritualmente. Te extraño. Papi lindo tu siempre serás mi héroe, te amo.

A mis hermanos (Rosa, José, Arturo, Nelly, Luisa, Milangela, José Vicente, María, Rosalva, Milagros, Yasmira y Emilia) por apoyarme siempre, y estar cuando más los he necesitado, les amo.

A mi esposo Víctor Labady y a mi hija María Victoria por ser ese “sigue adelante no te rindas“, son mi Energía y mi Motor, que El Señor ha colocado en mí.

A mi Pastora María Padrón por su amor de madre; y a todos los hermanos de la Iglesia C. C. Reconciliación por sus oraciones. Sus enseñanzas son un tesoro para mí.

A todas aquellas personas y amigos que de una u otra forma aportaron de si, para que este sueño se hiciera realidad. Este logro también es suyo.

Y nuevamente a Dios por colocar en mi camino a todos los que hicieron posible este logro. Gracias Señor esto es para TI.

Milvia J. Buriel M.

Durante todos estos años de lucha constante, de gratas vivencias, de momentos de éxitos y también de angustias y desesperanza, para poder cumplir mis objetivos y así poder alcanzar uno de mis más grandes anhelos. Dedico este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de amor y apoyo.

Ha sido El Todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado, ha sido El Creador de todas las cosas, el que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, ha sido el que me ha dado el aliento necesario para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede salir, dedico primeramente mi trabajo a **DIOS**.

#### **A mi MADRE.**

Quien ha sido el pilar fundamental en mi vida, Mamá más que dedicarte esto, te lo entrego, esto es tuyo. Gracias hoy y siempre por existir, por darme el amor, por todo tu esfuerzo, tú apoyo incondicional en los momentos más difíciles y por la confianza que depositaste en mí; no me imagino esto sin ti. Aunque nos separe la distancia, tú haz estado a mi lado en mis momentos de alegría y tristezas. Es a ti a quien debo toda la persona que soy. **Te amo con todo mi corazón.**

#### **A mi PADRE.**

Papá esto es un logro que quiero compartir contigo. Gracias por tener la paciencia necesaria y creer en mí. Por quererme a tu manera, por formarme con buenos valores, sentimientos, y hábitos lo cual me han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino. Te quiero.

### **A mis Hermanos**

Sergio, Diomedes, Edwin, Rommel, por acompañarme en esta etapa, por todo el apoyo que me han dado para continuar y seguir adelante, en especial a mi hermana **Marlenis**, recuerda eres muy especial para mí. Eres la mejor hermana, que Dios me ha podido dar. Los quiero muchísimo.

### **A mi tía Negra, y mi tía Lela.**

Por brindarme todo el apoyo necesario durante todo el desarrollo de mi carrera universitaria, han estado allí cada día de mi vida compartiendo buenos y malos momentos desde el día de mi llegada a su casa. Parte de este éxito son suyos. Los quiero.

### **A mis Sobrinos**

Maylen, Eduin, Douglas, Douglenis, Dioserlis, Seryelis, Annelisse, Jhoan, Diomer, Andrea, Haylin y Camila. Que esto les sirva de ejemplo de perseverancia, que no hay nada imposible en la vida, todo se hace realidad si se realiza de corazón, manteniendo el deseo de llegar a la meta, que solo hay que confiar y creer en sí mismos. Los quiero; Esfuércense y sean valientes, si se puede...

Mirna Del V. Silva M.

## AGRADECIMIENTO

- A nuestro Padre celestial Jehová de los Ejércitos nuestro Dios; que por su gran misericordia nos unió a mi compañera y a mí con una amistad hermanable en la realización de esta tesis, gracias por la sabiduría, y la fortaleza, gracias Señor.
- A nuestros Padres y familiares, que gracias a su apoyo incondicional y esas palabras de aliento en los momentos más difíciles, nos hicieron sentir que si era posible, los amamos.
- A la profesora Belkis Sebastiani, Asesora de esta Tesis de Grado, por confiar en nosotras y darnos a desplegar este tema y por su disposición en el desarrollo de esta investigación. Gracias a sus herramientas y recomendaciones, pudimos desarrollar un trabajo bastante complejo que sirva de base para el inicio de una serie de investigaciones necesarias para un futuro.
- A la empresa MASUR S.A. (Mancomunidad de la basura), encargada de la recolección de los Desechos Sólidos en el Municipio Simón Bolívar, en especial al Sr. Rafael Marcano, Jefe de Operaciones y al Sr. Víctor Guaita, coordinador de operaciones; quienes nos brindaron toda su ayuda para la realización de este proyecto; también al equipo de trabajo de la unidad recolectora el Sr. Leopoldo chofer de la unidad y sus dos ayudantes El Sr. Regino y el Sr. Johan gracias por su colaboración.
- A los consejos comunales y a toda la comunidad en general de la zona en estudio, por su ayuda y cordial receptividad para el cumplimiento de este proyecto.
- Por su apreciable colaboración agradecemos al personal general, administrativo y obrero de los siguientes organismos: Alcaldía del Municipio simón Bolívar, en



especial la Secretaria de Cámara; al Instituto Nacional de Estadísticas (INE); al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente; al Ministerio de Infraestructura (MINFRA); a la directiva del Mercado de Boyacá III, especialmente la Dra. Eddy Betancourt y la licenciada Silvia Márquez por su disposición y gran apoyo. Por último al Relleno Sanitario “Cerro de Piedra”.

- A la Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui, nuestra querida Alma Mater por su aporte y ayuda incalculable.
- A nuestros amigos y seres queridos, gracias por estar allí en las buenas y en las mala por brindarnos sus palabras de aliento. todas las personas que nos brindaron su ayuda y tiempo para el desarrollo de este trabajo de investigación.

## RESUMEN

Los desechos sólidos generados en la comunidad de Boyacá VI, Vídriales, Ezequiel Zamora y varias urbanizaciones aledañas a estas e incluyendo el mercado de Boyacá III; constituyen un creciente malestar, la forma en que son manejados estos desechos; generando insalubridad, contaminación del medio ambiente, entre otros. El estudio se basó principalmente en analizar y evaluar el actual sistema de recolección y disposición final de los desechos que se generan en estas comunidades. Es una investigación descriptiva bajo un diseño de campo, apoyado en el estudio de la composición física de los desechos sólidos generados a diario en estas urbanizaciones, y en los porcentajes de los principales materiales recuperables contenidos en los desechos sólidos municipales así como papel, plástico, vidrio, cartón y aluminio; obtenidos de muestras representativas. Para obtener los datos se aplicaron encuestas estructuras sobre la base de las interrogantes y objetivos perseguidos, tanto a las comunidades como al personal del servicio de aseo urbano y domiciliario. Luego, se realizaron observaciones durante una semana al equipo personal de recolección, se midieron los tiempos de recorrido y se efectuó el trazado de ruta empleado para el cumplimiento del trabajo de recolección. En la fase de análisis de los datos, se propuso el diseño de trazado de rutas efectivas, a partir del método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, 1998); con la finalidad de mejorar el rendimiento del sistema de recolección. Los resultados obtenidos en este estudio puede ser útil para investigaciones futuras, que busquen la posibilidad de comercializar algunos componentes; y dar tratamiento de una manera adecuada a la problemática del manejo de los desechos que se producen domiciliarmente.

## CONTENIDO

ARTÍCULO 41 .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	viii
RESUMEN.....	x
CONTENIDO .....	xi
LISTA DE TABLAS .....	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	6
1.3 Objetivos .....	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos .....	8
1.4 Justificación e importancia.....	8
1.5 Alcance.....	9
1.6 Limitaciones.....	9
CAPITULO II .....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Antecedentes .....	11
2.2 Bases teóricas.....	14
2.2.1 Desechos sólidos .....	14
2.2.2 Generación de desechos .....	14
2.2.2.1 Según su origen.....	14
2.2.2.2 Según su composición.....	15
2.2.3 Caracterización de los desechos sólidos .....	17
2.2.4 Cantidad, calidad, humedad y composición de los desechos sólidos .....	20

2.2.5 Efectos de los Desechos Sólidos.....	22
2.2.6 Manipulación de los desechos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen .....	25
2.2.7 Operaciones de recogida y transporte de los desechos .....	25
2.2.8 Nivel de servicio .....	37
2.2.8.1 Recogida residencial .....	38
2.2.8.2 Recogida industrial.....	38
2.2.9 Recipientes de almacenamiento .....	39
2.2.10 Rutas de recolección .....	43
2.2.10.1 Planificación de la ruta.....	44
2.2.11 Disposición final .....	47
2.2.11.1 Administración integrada de los desechos sólidos.....	49
2.2.11.2 Relleno sanitario .....	51
2.2.12 Método utilizado para estimar las cantidades de desechos .....	64
2.2.12.1 Análisis de balance de masa.....	64
2.2.12.2 Tasa de generación.....	64
2.2.13 Análisis estadístico de cantidades medidas de residuos.....	67
2.2.14 Muestreo.....	69
2.2.14.1 Cálculo del tamaño muestral .....	69
2.2.14.2 Procedimientos de muestreo .....	70
2.2.15 Estructura funcional organizativa de los servicios de manejo de desechos Sólidos.....	71
2.2.15.1 Al ámbito nacional .....	71
2.2.15.2 Al ámbito estatal .....	72
2.2.15.3 Al ámbito municipal.....	72
2.2.16 Estudio de composición de los desechos sólidos en Venezuela .....	81
2.2.17 Glosario .....	94
CAPITULO III.....	99
MARCO METODOLÓGICO.....	99

3.1 Generalidades.....	99
3.2 Recopilación de datos .....	99
3.3 Encuestas a los consejos comunales .....	101
3.4 Determinación de la tasa de generación.....	103
3.5 Análisis de rutas de recolección de los desechos sólidos.....	104
3.6 Tiempos promedios de operación .....	106
3.7 Estudio de cantidad y composición de los desechos sólidos.....	107
3.7.1 En las urbanizaciones o zonas residenciales .....	107
3.7.2 En el mercado, Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui. (zona comercial)	112
3.8 Distribución de pesos de la composición de los residuos sólidos.....	116
3.8.1 En la zona residencial.....	116
3.8.2 En el mercado.....	119
3.9 Diseño de rutas.....	121
3.10 Sectorización del área de estudio .....	121
3.10.1 Datos de sectorización.....	121
3.10.2 Procedimiento de cálculo para determinar el tamaño de los sectores....	122
3.11 Características de los desechos sólidos.....	125
3.12 Evaluación de la población futura.....	127
3.13 Materiales y equipos .....	128
CAPITULO IV.....	130
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	130
4.1 Evaluación de encuestas.....	130
4.2 Cantidad de desechos generados.....	135
4.3 Análisis del sistema actual de recolección y disposición final .....	135
4.3.1 Tipo de Servicio de Recolección.....	136
4.3.2 Sistema de transferencia.....	138
4.3.3 Horario de recolección .....	139
4.3.4 Personal de recolección.....	139
4.3.5 Implementos de seguridad.....	140

4.3.6 Métodos de recolección.....	140
4.3.7 Programación de la ruta de recolección .....	143
4.3.8 Tiempos de recolección.....	143
4.3.8.1 Tiempo de operación.....	144
4.3.9 Equipo actual de recolección .....	144
4.3.10 Descripción de las unidades recolectoras.....	145
4.3.11 Mantenimiento de las unidades.....	146
4.3.12 Sistema actual del sitio de disposición final .....	146
4.3.13 Cantidad de los desechos sólidos dispuestos .....	151
4.3.14 Planes futuros para el relleno sanitario de “Cerro de Piedra” .....	152
4.4 Composición de los desechos sólidos generados .....	152
4.4.1 Determinación de los elementos estadísticos por categorías en las urbanizaciones.....	158
4.4.2 Representación gráfica de los desechos sólidos generados en las urbanizaciones.....	164
4.4.3 Subcomponentes de los desechos sólidos muestreados .....	166
4.4.4 Representación gráfica de los desechos sólidos generados en el mercado .....	169
4.4.5 Análisis comparativo entre los desechos originados en las urbanizaciones y el mercado .....	170
4.5 Características de los desechos sólidos .....	171
4.6 Rutas de recolección propuestas .....	171
4.6.1 Diagramación.....	172
CAPITULO V .....	174
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	174
5.1. Conclusiones .....	174
5.2. Recomendaciones.....	175
BIBLIOGRAFÍA .....	178
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO .....	183

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Instituciones Nacionales y sus Representaciones Regionales [1].	13
Tabla 2.2. Clasificación de los Desechos Sólidos [8].	16
Tabla 2.3 Densidad de la Basura [9].	21
Tabla 2.4 Enfermedades Relacionadas con Residuos Sólidos Municipales Transmitidas por Vectores [5].	24
Tabla 2.5 Ventajas y Desventajas de los Servicios de Recogida Público y Privado. [5].	28
Tabla 2.6. Registro Rutinario de los Archivos del Servicio de Recogida [5].	36
Tabla 2.7 Factores que Afectan la Productividad del Operario. [5].	37
Tabla 2.8 ventajas y Desventajas de las Diferentes Frecuencias de Recogida. [5].	39
Tabla 2.9 Ventajas y Desventajas de los Recipientes de Almacenamiento para Desechos Sólidos de Zonas Residenciales. [5].	41
Tabla 2.10 Reglas Heurísticas para la Asignación de la Ruta [5].	46
Tabla 2.11 Composición de Líquidos Percolados de un Relleno Sanitario con Desechos Domésticos [12].	63
Tabla 2.12 Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Función del Tamaño de la Población Municipal. [18].	67
Tabla 2.13 Instituciones de Regulación y Control del Manejo de Residuos Sólidos. [3].	76
Tabla 2.14 Cumplimiento de las Competencias de las Instituciones del Sector de Residuos Sólidos. [3].	77
Tabla 2.15 Características de los Desechos Sólidos Residenciales y Comerciales Generados en la Ciudad de Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, Venezuela	83
Tabla 2.16. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población Menor a 50.000 Habitantes.	85

Tabla 2.17. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población entre 50.001 y 100.000 Habitantes. ....	86
Tabla 2.18. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población entre 100.001 y 500.000 Habitantes. ....	87
Tabla 2.19. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población Mayor de 500.000 Habitantes. ....	87
Tabla 2.20. Composición Típica de los Desechos (% en peso) en Diversos Lugares de Venezuela.....	88
Tabla 2.21 Composición Porcentual de los Elementos Individuales y de su Respectivo Contenido de Humedad. [23] .....	89
Tabla 2.22. Composición Física de la Basura Domiciliaria Estado Nueva Esparta. ..	90
Tabla 2.23. Tipos de Plásticos Más Comunes. [25].....	91
Tabla 3.1. Reporte del Censo Poblacional Arrojadados por los Consejos Comunales.	102
Tabla 3.2. Distribución de Pesos de la Composición de los Desechos Sólidos.....	120
Tabla 3.3. Resumen de las Características de los Sectores Seleccionados. ....	124
Tabla 4.1. Evaluación de Encuestas a los Consejos Comunales en la Zona de Estudio.....	130
Tabla 4.2 Valores Ponderados del Sistema de Recolección .....	143
Tabla 4.3 Tiempos Promedios de Operación .....	144
Tabla 4.4 Características Generales de la Flota de Camiones de Recolección.....	146
Tabla 4.5 Total de Toneladas Descargadas en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” Generados por el Municipio Simón Bolívar en el Año 2009.....	151
Tabla 4.6 Total de Toneladas Descargadas en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” en el año 2009 .....	152
Tabla 4.7 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en las Urbanizaciones Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. ....	155
Tabla 4.8 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos en el Mercado Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. ....	157
Tabla 4.9 Elementos Estadísticos de la Categoría Plásticos. ....	158



Tabla 4.10	Elementos Estadísticos de la Categoría Jardinería.....	158
Tabla 4.11	Elementos Estadísticos de la Categoría Tetra Pak.....	159
Tabla 4.12	Elementos Estadísticos de la Categoría Vidrio.....	159
Tabla 4.13	Elementos Estadísticos de la Categoría Metal.....	160
Tabla 4.14	Elementos Estadísticos de la Categoría Papel.....	160
Tabla 4.15	Elementos Estadísticos de la Categoría Varios.....	161
Tabla 4.16	Elementos Estadísticos de la Categoría Cartón.....	161
Tabla 4.17	Elementos Estadísticos de la Categoría Textil (Ropa).....	162
Tabla 4.18	Elementos Estadísticos de la Categoría Madera.....	162
Tabla 4.19	Elementos Estadísticos de la Categoría Desperdicios de Comida.....	163
Tabla 4.20	Composición Física Promedio de los Desechos Sólidos Generados en las Urbanizaciones.....	164
Tabla 4.21.	Poder Calorífico Teórico de los Desechos Sólidos.....	171

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Ubicación Política del Municipio Simón Bolívar.....	3
<b>Figura 1.2.</b> Vista aérea de la zona en estudio [30] .....	4
<b>Figura 2.1</b> Caja compactadora Marca Iveco .....	31
<b>Figura. 2.2</b> Administración Integrada de los Desechos Sólidos. [14].....	51
<b>Figura 2.3</b> Método de Área [15]/[15] .....	54
<b>Figura 2.4</b> Ejemplo de Operación con el Método de Área [15].....	54
<b>Figura 2.5</b> Método de Trinchera o Celda Excavada [15].....	56
<b>Figura 2.6</b> Ejemplo de Operación con el Método de Trinchera [15].....	56
<b>Figura 2.7</b> Método de Rampa [15].....	57
<b>Figura 2.8</b> Ejemplo de Operación con el Método de Rampa [15] .....	58
<b>Figura 3.1</b> MASUR Barcelona C.A .....	1
<b>Figura 3.2</b> Camioneta Picout.....	1
<b>Figura 3.3</b> Descarga de las Bolsas para la Clasificación. ....	108
<b>Figura 3.4</b> Muestras Abiertas Preparadas para la Clasificación.....	109
<b>Figura 3.5</b> Bolsas Húmedas. ....	109
<b>Figura 3.6</b> Bolsas Identificadas por Categoría. ....	110
<b>Figura 3.7</b> Pesaje de las Bolsas ya Clasificadas.....	111
<b>Figura 3.8</b> Control de Pesaje (Plástico Flexible) .....	1
<b>Figura 3.9</b> Control de Pesaje (Madera) .....	1
<b>Figura 3.10</b> Mercado Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui, Boyacá III.....	112
<b>Figura 3.11</b> Área en Construcción para la Venta de Pescado y Pollos Vivos.....	1
<b>Figura 3.12</b> Dra. Eddy Betancourt. Directiva del Mercado .....	114
<b>Figura 3.13</b> Dotación de 300 bolsas para la Clasificación.....	114
<b>Figura 3.14</b> Entrega de las Bolsas a los Adjudicatarios.....	115
<b>Figura 3.15</b> Clasificación de la Bolsas.....	116
<b>Figura 3.16</b> Muestra para la Clasificación .....	117

<b>Figura 3.17.</b> Recolección de la Muestra.....	1
<b>Figura 3.18.</b> Colaboración de los Adjudicatarios.....	120
<b>Figura 3.19</b> Urbanización en Construcción “Jesucristo es el Camino” .....	127
<b>Figura 4.1</b> Recolección de los desechos, Urb. José F. Ribas .....	131
<b>Figura 4.2</b> Itinerario de Recolección en las Urbanizaciones.....	1
<b>Figura 4.3</b> Itinerario de Recolección en Avenidas.....	1
<b>Figura 4.4</b> Itinerario de Recolección en el Mercado.....	1
<b>Figura 4.5</b> Cables Bajos.....	1
<b>Figura 4.5.1</b> Calles en Mal Estado.....	1
<b>Figura 4.5.2</b> Boca de Visita que Sobre Salen.....	1
<b>Figura 4.5.3</b> Vigas muy Bajas.....	1
<b>Figura 4.6</b> Recolección a Pie de Acera .....	1
<b>Figura 4.7</b> Cuarto de depósito, Urb. La Florida.....	1
<b>Figura 4.8</b> Desechos Acumulados en Avenidas.....	1
<b>Figura 4.9</b> Desechos Acumulados Dentro del Área del Mercado y Avenidas.....	1
<b>Figura 4.10</b> Equipo de Trabajo.....	1
<b>Figura 4.11</b> Recolección en Ambos Lados de la Calle .....	141
<b>Figura 4.12</b> Calle siega, Urb. Virgen Del Valle.....	141
<b>Figura 4.13</b> Recolección en Ambos Lados de la Calle .....	142
<b>Figura 4.14</b> Desechos Acumulados en el Mercado.....	142
<b>Figura 4.15</b> Unidad de Recolección.....	1
<b>Figura 4.16</b> Ubicación Geográfica del Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” .....	147
<b>Figura 4.17</b> Vista Aérea Entrada a Cerro de Piedra.....	148
<b>Figura 4.18</b> Entrada a Cerro de Piedra.....	148
<b>Figura 4.19</b> Pепенadores en Labores de Recolección.....	1
<b>Figura 4.20.</b> Clasificación del Aluminio.....	165
<b>Figura 4.21</b> Clasificación envases Tetra Pak .....	166

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La Biblia dice que el hombre pertenece a la tierra pues salió del polvo de ella, y no es la tierra la que pertenece al hombre, éste es el único límite conocido de nuestra libertad desde los tiempos más remotos. Sin embargo, existe la creencia generalizada de que el hombre puede hacer o dejar de hacer libremente lo que se le antoje porque según, la tierra le pertenece. Ésta es la razón por la que estamos ahora tan alejados de la naturaleza; instalados frente a paisajes geométricos de bloques de cemento; con torres de acero y postes eléctricos, con la atmósfera envenenada, el agua contaminada y con alimentos que portan enfermedades adquiridas en suelos impregnados de sustancias mortales.

Éstos son solo algunos de los costos que el hombre paga por esa malentendida libertad que está destruyendo al mundo. Dicha libertad por la que las mentalidades capitalistas, ávidas de ganancias, sólo la entienden al ganar dinero a cualquier precio y a costa de los demás. Los hombres que han creído que dicha conducta es natural, tarde o temprano pagarán un precio por esa irreal, ilusoria y errónea idea.

Los residuos sólidos son un ejemplo claro de esa incomprensión de la sociedad hacia el medio que la rodea; de esa tendencia que acabará con la especie humana, la cual no ha aprendido a prever las consecuencias de esa destructividad carente de conciencia ecológica.

Venezuela no escapa de esta problemática, pues el manejo inadecuado y la inapropiada disposición final de estos desechos bajo condiciones no controladas requieren de una atención inmediata.

En la zona de Troncal VI y áreas aledañas, específicamente las que están limitadas por el norte con la Av. Mercado y por el Sur con la Av. 1, sector 3 de Boyacá II, del Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui; donde los desechos sólidos constituyen un problema ambiental y de salud pública de gran repercusión para estos pobladores, pues la cantidad de desechos que ellos generan, mayormente son lanzados a las calles y avenidas sin ningún control u orden.

Hoy en día es necesario que cada comunidad contemple dentro de su organización un plan de manejo y disposición de los desechos sólidos que en ella se genera. Para así preservar el ambiente e incluso el área donde habitan.

### **1.1 Generalidades**

El Estado Anzoátegui es un estado costero ubicado en la zona Nor-Este del país, entre las coordenadas  $07^{\circ} 40' 16''$ ,  $10^{\circ} 15' 36''$  de latitud Norte y  $62^{\circ} 41' 05''$ ,  $65^{\circ} 43' 09''$  de longitud Oeste, limita al Norte con el Mar Caribe, al Este con los Estados Sucre y Monagas, al Oeste con los Estados Guárico y Miranda y al Sur con el río Orinoco, que lo separa del Estado Bolívar. Posee una superficie de  $43.300 \text{ Km}^2$  y representa un 4,75% del territorio nacional de Venezuela, se divide en veintiún municipios. Ver figura 1.1.

La capital de la entidad es Barcelona y pertenece al municipio Simón Bolívar ubicada y su extremo Norte. Cubriendo una superficie de  $1.706 \text{ Km}^2$ , con una población de 427.485 habitantes y una densidad poblacional de  $2.501,10 \text{ hab./Km}^2$ , según el Instituto Nacional de Estadística (2007).



**Figura 1.1.** Ubicación Política del Municipio Simón Bolívar.

El municipio Simón Bolívar es el más poblado de la entidad, este se subdivide a su vez en 6 parroquias que son: El Carmen, San Cristóbal, Bergantín, Caigua, El Pilar y Naricual. Comprende 280 poblaciones consolidadas y 35 poblaciones en proceso de consolidación (Según dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía Simón Bolívar en el año 2007), entre ella se encuentra la zona en estudio ubicada en la Parroquia El Carmen en un área de los Tronconales, limitada por el Norte con la Avenida Mercado; por el Sur con la Avenida #1, Sector #3 de Boyacá II; por el Este con El Barrio El Esfuerzo y por el Oeste con el Cerro Tumba de Bello, tal como se muestra en la figura 1.2 y 1.3. Con una superficie aproximada de 60,73 hectáreas y un perímetro de 3.418,16 m. Aproximadamente.



**Figura 1.2.** Vista aérea de la zona en estudio [30]

Esta área comprende: 11 Urbanizaciones habitadas y una en construcción, y un mercado; entre las urbanizaciones habitadas están:

1. **Urb. José Félix Ribas:** Esta conformada por 300 habitantes y cuenta con una calle principal con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II y 4 calles internas
2. **Urb. Vidriales Este:** esta conformada por 670 habitantes y cuenta con una calle principal con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II y 6 calles internas.

3. **Urb. Vidriales Oeste:** esta conformada por 864 habitantes y cuenta con una calle principal con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II, y 6 calles internas.
4. **Urb. La Yulesca:** esta conformada por 1.169 habitantes y cuenta con una calle principal y 8 calles internas con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II y la avenida 2 de Boyacá.
5. **Urb. Boyacá VI:** esta conformada por 818 habitantes y cuenta con dos calles principales con entrada y salida por la avenida 2 de Boyacá, y 7 calles internas.
6. **Complejo habitacional “ciudad de Barcelona”:** esta conformada por cuatro condominios: Irene de Mongua, Selenia de Balza, Amparo Spluguer y Alberto Lovera. En los cuales habitan 826 personas en general. Con una distribución de tres calles internas cada una, y con entrada y salida por la avenida Mercado de Boyacá III
7. **Urb. Andrés E. Blanco:** esta conformada por dos zonas residenciales una de viviendas con una sola calle; y la otra zona de 4 edificios de 2 torres y 10 apartamentos por torre, este consta de una calle principal y dos estacionamientos, y con entrada y salida por la avenida 2 de Boyacá; para un total 480 habitantes.
8. **Urb. La Florida:** esta conformada por una calle principal y 2 calles internas. con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II, con un total de 330 habitantes
9. **Urb. Miguel Otero Silva Florida II:** esta conformada por una calle principal y 6 calles internas. con entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II con un total de 870 habitantes



10. **Complejo Habitacional “Ezequiel Zamora”:** esta conformada por dos sectores A y B. El sector A consta de tres calles principales y 11 calles internas, El sector B tiene una calle principal y 9 calles internas. Ambos sectores tienen entrada y salida por la avenida 1 de Boyacá II, la avenida 2 de Tronconal y la avenida Mercado con un total de 2.842 habitantes
11. **Urb. Virgen del Valle I y II:** esta conformada por una calle principal y 3 calles internas. y con entrada y salida por la avenida Mercado de Boyacá III con un total de 434 habitantes
- **Mercado de Tronconal III:** esta conformada por una calle principal con estacionamiento, y consta de 645 puestos de trabajo operativos de diferentes rublos.
  - **Urb. Jesucristo es el Camino: (Urb. En construcción)** esta conformada por 15 edificios de 2 torres c/u y con una calle principal y estacionamiento.

## 1.2 Planteamiento del problema

En el Municipio Simón Bolívar de Barcelona Estado Anzoátegui, bajo un área de 60 hectáreas aproximadamente se encuentran las urbanizaciones de Boyacá VI, Vidriales, La Yulesca, Ezequiel Zamora entre otras urbanizaciones. Esta área se encuentra limitada por el Norte: con la Avenida Mercado; por el Sur: con la Avenida #1, Sector #3 de Boyacá II; por el Este: con El Barrio El Esfuerzo y por el Oeste: con el Cerro Tumba de Bello.

La población que habita este sector de estudio puede percibir con creciente malestar los problemas relacionados, y la forma en que son manejados los desechos sólidos, desde los camiones recolectores de desechos, hasta el tratamiento metódico del mismo; ya que, se aprecia en las calles y avenidas de estas zonas residenciales

gran cantidad de estos desechos, situación que conduce a muchos de los residentes a convivir cerca de numerosos desperdicios generados por ellos mismos. Hechos que se traducen en problemas como: insalubridad, contaminación del medioambiente, enfermedades infectocontagiosas, pobreza, marginalidad, entre otros.

La disposición final de los desechos generados por estas comunidades llegan al relleno sanitario estatal “Cerro de Piedra”, ubicado, a las afueras de la Zona Metropolitana del Estado. Anzoátegui, en el Municipio Simón Bolívar, Parroquia San Cristóbal.

Es importante tener en cuenta que la cantidad de residuos no depende únicamente del número de habitantes de una población sino que está relacionada con otros factores como son el proceso de urbanización, patrones de consumo, prácticas culturales de manejo de los desechos, uso de tecnologías y desarrollo industrial.

En vista de esta problemática se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo del manejo y la disposición final de los desechos sólidos de acuerdo al Decreto N° 2.216: Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de origen domésticos, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos, generados en estos sectores. Será necesario analizar el actual sistema de recolección, estudiando las rutas existentes y su frecuencia de viaje a la zona; se llevará a cabo los pesajes de los desechos sólidos; se tomarán muestras representativas de acuerdo a los métodos estadísticos para conocer la composición física y química, clasificación y características de los mismo; y se realizarán encuestas para estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano y la efectividad del mismo.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados en la zona de Tronconal VI, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Estudiar las fuentes y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad.
2. Estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano.
3. Determinar la composición de los desechos sólidos generados por la comunidad de la zona y las tasas de producción de los mismos.
4. Analizar los servicios, sistemas de recolección, los medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario.
5. Diseñar rutas de recolecciones efectivas y posibles.
6. Proponer el manejo y disposición final de los desechos sólidos.

## **1.4 Justificación e importancia**

El desarrollo de este proyecto se da al descontento por el deterioro ambiental de estas comunidades, en el manejo y disposiciones inadecuadas de los desechos sólidos.

Mediante el diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados en la comunidad de Boyacá VI, Vidriales, Ezequiel Zamora y varias urbanizaciones aledañas a estas, e incluyendo el mercado de Boyacá III; se definen los elementos fundamentales de la gestión de desechos sólidos:

generación, almacenamiento, recolección, tratamiento, transporte y evaluación; para así establecer los parámetros y datos uniformes que constituyan a una gestión sustentable y al mejoramiento de las condiciones sanitarias del área en estudio.

Este trabajo aporta información básica que permite formular propuestas para el desarrollo de una alternativa válida con respecto a las bases técnicas actuales de recolección y disposición final de los desechos sólidos.

### **1.5 Alcance**

En cuanto a la generación de los desechos sólidos, estimación de población, composición y sistema de recolección, esta investigación se circunscribió a las comunidades de Boyacá VI, Vídriales, Ezequiel Zamora y varias urbanizaciones aledañas a estas he incluyendo el mercado de Boyacá III; pertenecientes al municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui.

Para dar cumplimiento al objetivo número 4 “Analizar los servicios, sistemas de recolección, los medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario”, se hizo necesario acudir al relleno sanitario Cerro de Piedra ubicado en el mismo municipio.

### **1.6 Limitaciones**

Durante el desarrollo del presente trabajo se presentaron algunos restrictivos de los cuales se pueden señalar los siguientes:

La falta de censo poblacional en esta zona de estudio por parte del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

La falta de unidades disponibles para la toma de muestra de los desechos sólidos, por parte de la empresa de aseo urbano MASUR.

La necesidad de mano de obra para realizar la composición de los desechos sólidos con muestras repetitivas y así obtener resultados con un nivel elevado de confiabilidad.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

Lara, Lusinchi Marengo [1], realizaron en el año 1.992, un estudio en el que analizaron y evaluaron el actual sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos generados en la ciudad de Cantaura del Estado Anzoátegui, proporcionaron un método de disposición final de los desechos sólidos, e igualmente, señalaron los objetivos y los elementos necesarios para la elaboración y la aplicación en la población de un Plan de Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos, todo enmarcado dentro de los conceptos básicos de la ingeniería Ambiental.

Reyes y Martínez, en 1993 [2], realizaron un estudio acerca de los desechos sólidos generados en el campus de la Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui, donde se llevaron a cabo observaciones durante meses de los volúmenes de desechos sólidos producidos en diversos sectores de esta casa de estudio, para así ejecutar en un centro piloto seleccionado la caracterización de los mismos. Los resultados obtenidos permitieron proyectar la cantidad de residuos sólidos que generaba cada uno de los sectores estimando un valor global, con la finalidad de determinar la tasa de generación per cápita equivalente, la tasa de recuperación de material reciclable y de materia orgánica putrescible. La solución más idónea a esta problemática fue desarrollar las técnicas de fermentación y transformación, para producir un abono orgánico, para ser utilizado en el mantenimiento de las áreas verdes de la universidad.

La Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos (MRS) - EVAL 2002 [3], constituye para la República Bolivariana de Venezuela una fuente confiable y actualizada de información que permitirá conocer la situación actual e identificar problemas y deficiencias en el manejo de los residuos sólidos municipales, herramienta fundamental para la formulación de las directrices y políticas que los diferentes niveles de gobierno deben considerar para la elaboración de las propuestas a fin de mejorar la gestión y lograr un adecuado manejo sanitario ambiental de los residuos sólidos.

La Constitución Nacional del año 1.999 y la Ley Orgánica del Régimen Municipal, establecen que el manejo y la gestión de los residuos sólidos es competencia exclusiva de los municipios, quedando los entes nacionales con atribuciones rectoras en las materias de su competencia.

El proceso de evaluación se realizó con la participación de los siguientes organismos nacionales y sus correspondientes representaciones regionales, así como lo indica la **tabla 2.1**

**Tabla 2.1 Instituciones Nacionales y sus Representaciones Regionales [1].**

<b>INSTITUCIONES</b>	<b>DEPENDENCIAS</b>	<b>ETAPAS</b>
<b>Ministerio de Infraestructura (MINFRA)</b>	FUNDACOMÚN Dirección de Desarrollo Municipal	Coordinación Planificación Introducción Aplicación Validación Informe final
<b>Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS)</b>	Dirección General de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria. Dirección y Vigilancia Epidemiológica Sanitario Ambiental. Coordinación Ingeniería Sanitaria. Departamento Control de Residuos Sólidos	Planificación Introducción Aplicación Validación Informe final
<b>Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN)</b>	Dirección General de Calidad Ambiental	Planificación

Monagas y Rodríguez, en 2008 [4], realizaron un estudio del sistema de recolección de los desechos sólidos en Boyacá I y II. En el cual concluyeron que en esa comunidad existe una serie de problemas de orden técnico, institucional y social. Entre los cuales destacan las fallas detectadas en cuanto al manejo y control de desechos sólidos domésticos, mínimo aprovechamiento de materiales valorizables así como condiciones incontroladas en la etapa de disposición final. Además el servicio de aseo urbano no presenta una organización, planificación y supervisión adecuada para realizar la gestión integral de residuos sólidos. Una de sus recomendaciones fue la de implementar dentro de los consejos comunales de cada comunidad un comité encargado de la gestión integral de los residuos sólidos generados en cada una de ellas, así como también un personal encargado de la fiscalización para hacer cumplir las ordenanzas establecidas por la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar.



## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Desechos sólidos

Los Desechos Sólidos son aquellos materiales, sin incluir líquidos o gases, que a juicio de las personas que los generan, no presenta ningún valor y deben desecharse. Dichos residuos se generan casi en cualquier tipo de actividad, y su cantidad varía según el tipo de fuente, estación climatológica, zona geográfica, y tiempo de duración de la actividad. [5]

De acuerdo al **Decreto N° 2.216**, se define Desecho sólido como: Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado como materia prima para la industria reutilizado, recuperado o reciclado, por lo tanto desecho es todo lo que se denomina comúnmente Basura. [6].

### 2.2.2 Generación de desechos

A fin de analizar la generación de desechos sólidos es importante clasificarlos y en este sentido se dan dos formas según su origen y composición.

#### 2.2.2.1 Según su origen

- *Desecho Domiciliario*: Basura proveniente de los hogares y/o comunidades.
- *Residuo Industrial*: Su origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima.
- *Desecho Hospitalario*: Desechos que son catalogados por lo general como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos.

- *Desecho Comercial*: Provenientes de ferias, oficinas, tiendas, etc., y cuya composición es orgánica, tales como restos de frutas, verduras, cartones, papeles, etc.
- *Desecho Urbano*: Correspondiente a las poblaciones, como desechos de parques y jardines, mobiliario urbano inservible, etc.
- Desechos de Áreas libres: desechos provenientes de calles, avenidas, parques, terrenos de juego, playas, autopistas, áreas recreacionales, etc. Están constituidos por desechos de vegetales y desperdicios.

#### 2.2.2.2 Según su composición

- *Desecho Orgánico*: Compuesto por los desperdicios de comida, animales, papel, frutas, plantas y otros. Son considerados materiales biodegradables, los cuales con el pasar del tiempo, por humedad y calor, con ayuda de los hongos y las bacterias que son, descomponedores, descomponen estos restos y lo transforman en humus.
- *Desecho Inorgánico*: Está constituido por materiales no biodegradables, requieren un proceso tecnológico para ser transformados, como el vidrio, plástico, metales, pañales y toallas desechables, y muchos otros.
- *Desecho Peligroso*: Todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial (código CRETIB) y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc. [7]

Los desechos municipales en el país presentan los siguientes constituyentes típicos: materia orgánica, vidrio, metales, papel, cartón, textiles, entre otros; y materiales que representan riesgos para la salud y el ambiente, como: sustancias químicas, baterías, fármacos vencidos, jeringas y agujas usadas. En la **tabla 2.2**, se

muestran los tipos de desechos sólidos, la composición y las fuentes relacionadas con dichos desechos.

**Tabla 2.2. Clasificación de los Desechos Sólidos [8]**

<b>TIPO</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>FUENTE</b>
<b>Basura</b>	Residuos de la preparación, cocina, y servicio de alimentos, residuos del mercado, residuos del manejo, almacenaje, y venta de la producción.	Casas, restaurantes, instituciones, negocios, mercados
<b>Desechos</b>	Combustible: papel, cartón, cajas, barriles de madera, excedentes, ramas de árboles, residuos de podas de jardines, muebles de madera, camas, trastos. No combustible: metales, latas, muebles de metal,	
<b>Cenizas</b>	Residuos de materiales incinerados para cocinar, calentar e incineración en sitio.	
<b>Desechos de Calle</b>	Basura proveniente del barrido, polvo, hojas, los residuos que caen en la alcantarilla, contenido de los pipotes públicos de basura.	Calles, aceras, veredas, terrenos baldíos.
<b>Animales Muertos</b>	Gatos, perros, caballos, vacas, etc.	
<b>Vehículos Abandonados</b>	Carros abandonados en la calle o en propiedades públicas.	
<b>Residuos Industriales</b>	Residuos de procesamiento de alimentos, cenizas y escombros de calderas, desechos de madera, desechos de metal, otros desechos de procesos industriales.	Fábricas, plantas generadoras de electricidad.
<b>Desechos de Demolición</b> <b>Desechos de Construcción</b>	Madera, tubos, ladrillos, concreto, y otros materiales de construcción provenientes de la demolición de edificaciones y otras estructuras.	Sitios de demolición.
<b>Desechos Especiales</b>	Maderas, tubos, y otros materiales de construcción.	Construcciones nuevas y remodelaciones.
<b>Residuos de Plantas de Tratamiento</b>	Sólidos provenientes del cribado y desarenadotes, lodos de los tanques sépticos.	Planta de tratamiento de aguas negras y tanques sépticos.

### 2.2.3 Caracterización de los desechos sólidos

La finalidad de un estudio de caracterización de residuos es identificar las fuentes, características y cantidades de residuos generados. Los estudios de caracterización de residuos son difíciles de llevar a cabo por el gran número de fuentes y el número limitado de muestras de residuos que se pueden analizar. Los pasos típicos implicados en un estudio de caracterización de residuos son los siguientes:

#### a) **Recoger Información Existente.**

Los datos constituyen una base para el planteamiento de un análisis económico o de aprovechamiento de estos medios como recursos de materia y energía. Estos datos deberán tener en cuenta la naturaleza variante del material a procesar. El uso de la información existente puede ahorrar dinero y tiempo, y servir como referencia. Como fuentes de información existentes se pueden incluir:

- Estudios y documentos anteriores de gestión y planificación de residuos sólidos
- Archivos de compañías de recolección de residuos (pública y privada).
- Archivos de instalaciones de procesamiento (por ejemplo, instalaciones de compostaje, de incineración, etc.).
- Archivos de vertederos e instalaciones de transferencia.
- Estudios anteriores sobre evacuación de residuos.
- Información de comunidades similares.
- Departamento de Obras Públicas.
- Empresas de servicio público.

- Informes de comercio al por menor.
  - Archivos de empleo de la comunidad (Cámara de Comercio).
- b. Identificar Fuentes de Generación de Desechos y las Características de los Mismos.**

■ **Fuentes:** Domésticas, Comerciales, Institucionales, Construcción y Demolición, Servicios Municipales, Plantas de Tratamiento de Agua y Aguas Residuales, Industriales, Agrícolas, entre otras.

■ **Características:** Entre las características que estos presentan podemos citar las siguientes:

- **Humedad:** Es una característica importante para los procesos a que puede ser sometida la basura. Se determina generalmente de la siguiente forma: Tomar una muestra representativa, de 1 a 2 Kg, se calienta a 80°C durante 24 horas, se pesa y se expresa en base seca o húmeda.

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Pesofinal}}{\text{Pesoinicial}} * 100$$

Ec. 2.1

Se expresa en porcentaje.

Si el denominador es  $\text{Peso}_{\text{inicial}}$ , se habla de humedad en base húmeda.

Si el denominador es  $\text{Peso}_{\text{final}}$ , se habla de humedad en base seca.

- **Densidad:** La densidad de los sólidos rellenados depende de su constitución y humedad, por que este valor se debe medir para tener un valor más real. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.

Densidad suelta: Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos. En Chile fluctúa entre 0.2 a 0.4 Kg/l o Ton/m<sup>3</sup>.

Densidad transporte: Depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico es del orden de 0.6 Kg/l.

Densidad residuo dispuesto en relleno: Se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio. En Chile la densidad recién dispuesta fluctúa entre 0.5 a 0.7 Kg/l y la densidad de la basura estabilizada fluctúa entre 0.7 a 0.9 Kg/l.

- Poder Calorífico: se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre poder calorífico inferior y superior. El Poder Calorífico Superior (PCS) no considera corrección por humedad y el inferior (PCI) en cambio si. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr.], [Kcal./kg], [BTU/lb.]. Se mide utilizando un calorímetro.

También se puede conocer a través de un cálculo teórico, el cual busca en la bibliografía valores típicos de PC por componentes y se combina con el conocimiento de la composición de los residuos:

$$P_c = \eta PC_{\zeta} + n_1 PC_1 + \dots + n_z PC_z$$

Ec. 2.2

Donde:

$N_i$  = Porcentaje en peso del componente.

$PC_i$  = Poder calorífico de  $i$ .

**c. Desarrollar Metodologías de Muestreo.**

- Identificación y caracterización de muestras incluyendo:
  - Fuentes(s)
  - Tamaño de muestra (por ejemplo, kilos de residuos separados).
  - Número de muestras necesarias para relevancia estadística.
- Duración del período de muestreo
- Época del año.
- Realizar estudios de campo.
- Realizar sondeos de mercado para residuos especiales.

**d. Valorar los Factores que Afectan la Tasa de Generación de los Desechos Sólidos.**

El aspecto principal de la caracterización de los desechos sólidos reside en la elección de muestras, su tamaño y el número de muestras necesarias para proporcionar garantías suficientes de que tanto la muestra como los datos obtenidos son representativos del total de la masa del material sometido a análisis. Un aspecto secundario de la caracterización viene dado por el establecimiento de una técnica o técnicas de análisis real. [8]

**2.2.4 Cantidad, calidad, humedad y composición de los desechos sólidos**

La cantidad de desechos sólidos que se elimina por día y por persona está condicionada por factores regionales, climáticos, raciales, costumbres, etc.

La humedad de los desechos es un factor determinante en su densidad. La densidad de la basura se altera a medida que se avanzan las etapas de su manejo como se muestran en la tabla 2.3

**Tabla 2.3 Densidad de la Basura [9]**

<i>Etapa</i>	<i>Densidad (Kg./m<sup>3</sup>)</i>
(A) Basura suelta en recipiente	200
(B) Basura compactada en camiones compactadores	500
(C) Basura Suelta descargada en los rellenos	400
(D) Basura recién Rellenada	600
(E) Basura Estabilizada en el relleno(2años después del relleno)	900

Las características físicas de la concentración humana, su magnitud, grado de organización o anarquía, determinan la complejidad del problema que generan los residuos, pues esos factores facilitan o dificultan su manipulación, almacenamiento, recolección, transformación, procesamiento y disposición final.

La composición de los residuos sólidos, constituye un factor de gran importancia para la selección de métodos de recolección, transporte tratamiento y disposición final de los desechos sólidos; ya que por estar íntimamente relacionada con el peso específico y el volumen de los mismos, determinará la capacidad del sistema.

Conocer las características de los desechos sólidos nos introduce en el problema real que conlleva su existencia, como es la generación. Para ello es preciso conocer quién la genera, cuánto se genera, qué se genera, cómo se almacena, cómo se recolecta, cuáles son los parámetros para poder fijar con qué frecuencia debe recogerse la basura, en qué tipo de unidades.



■ *¿Quién genera la basura?:* mayormente, los habitantes de las diferentes zonas residenciales; los establecimientos comerciales y de servicios; los hospitales, clínicas, farmacias, laboratorios, industrias, actividades agrícolas y las constructoras.

■ *¿Cuándo se genera?:* depende de la tasa de generación por habitante y de la población total, por ejemplo: de un municipio, si es allí donde se hacen las estimaciones.

■ *¿Qué se genera?:* vidrios, plásticos, papeles, metales, escombros, entre otros desechos.

■ *¿Cómo se almacena?:* se utilizan frecuentemente bolsas plásticas, pipotes cestas recolectoras colocadas en las aceras para los transeúntes y usuarios, contenedores.

■ *¿Cómo se recolecta?:* la tarea de recolección para su tratamiento o destino final depende de la cantidad de basura. Por ejemplo: si es domiciliaria, de mercados, playas o de servicios de salud. Los servicios de recolección comprenden cinco etapas:

- a) Estimar la basura que debe ser recolectada.
- b) Determinar la frecuencia de recolección.
- c) Definir los horarios de recolección.
- d) Determinar la flota que debe prestar el servicio
- e) Definir las rutas de recolección.

### **2.2.5 Efectos de los Desechos Sólidos.**

#### **■ *En la Salud***

Con esta fuente de contaminación que en forma directa afecta al mayor número de personas se pueden transmitir enfermedades por medio de insectos (moscas,

mosquitos, cucarachas) y mamíferos (ratas, perros), ya que la basura constituye una fuente de alimentos y albergues para ellos, las ratas, ratones pueden provocar enfermedades. Por medio del contacto directo con la basura, existen mayores riesgos de contraer enfermedades, **Ver tabla 2.4**

#### ■ *En el Ambiente.*

El impacto ambiental de la gestión de los desechos sólidos comienza con el propio almacenamiento *in situ*. Este aspecto de gestión constituye un impacto profundo sobre el ambiente local, ya que un almacenamiento inadecuado de los productos de desechos puede atraer insectos y roedores, presentar un riesgo elevado de incendio, constituir una condición social poco atractiva, producir olores, esparcimiento de basura y otras condiciones incómodas. El almacenamiento *in situ* requiere un sistema apropiado de recipientes o contenedores para minimizar estos posibles efectos adversos.

#### ■ *En el Agua.*

Los desechos sólidos contaminan las aguas, principalmente de dos maneras: cuando se vierten basura directamente en los ríos, quebradas, playas, lagos o lagunas, y en las áreas densamente pobladas donde la recolección de los desechos se hace difícil. Esta situación, además de contaminar las aguas puede dar lugar al desbordamiento de los ríos o quebradas ya que obstruyen los cauces. Cuando se produce la descomposición de la basura se generan líquidos que pueden filtrarse a través de la tierra y contaminar las aguas subterráneas. Existen contaminantes peligrosos que pueden ser arrastrados por estos líquidos, entre los que figuran metales pesados como: mercurio, cromo, cadmio, plomo, y otras sustancias químicas como los plaguicidas que son tóxicas al hombre y al ambiente.

■ *En el Suelo.*

Los desechos sólidos cuando dan origen a líquidos que contienen elementos tóxicos, producen la contaminación del suelo, el cual no podrá ser utilizado con fines agrícolas y muchas veces tampoco urbanos.

**Tabla 2.4 Enfermedades Relacionadas con Residuos Sólidos Municipales Transmitidas por Vectores [5]**

<i>Vectores</i>	<i>Forma de Transmisión</i>	<i>Principales Enfermedades</i>
<b>Ratas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de mordisco, orina y heces</li> <li>• A través de las pulgas que viven en el cuerpo de las ratas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peste bubónica</li> <li>• Tifus murino</li> <li>• Leptospirosis</li> </ul>
<b>Moscas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo)</li> <li>• A través de las heces y saliva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebre tifoidea</li> <li>• Salmonelosis</li> <li>• Cólera</li> <li>• Amibiasis</li> <li>• Disentería</li> <li>• Giardisis</li> </ul>
<b>Mosquitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de picazón del mosquito hembra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malaria</li> <li>• Leishmaniasis</li> <li>• Fiebre amarilla</li> <li>• Dengue</li> <li>• Filariasis</li> </ul>
<b>Cucarachas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo)</li> <li>• Y por las heces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebre tifoidea</li> <li>• Cólera</li> <li>• Giardisis</li> </ul>
<b>Cerdos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ingestión de carne contaminada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisticercosis</li> <li>• Toxoplasmosis</li> <li>• Triquinosis</li> <li>• Teniasis</li> </ul>
<b>Aves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de las heces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxoplasmosis</li> </ul>

### **2.2.6 Manipulación de los desechos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen**

La manipulación de los desechos en el origen comprende las actividades asociadas con el manejo de los desechos hasta su colocación en el recipiente de almacenamiento. El almacenamiento de los residuos se refiere al proceso de colocar y mantener los residuos generados en recipientes adecuados para su posterior recogida. Durante la manipulación y el almacenamiento se deben considerar posibles impactos sobre la salud pública y el ambiente. Un adecuado sistema de almacenamiento debe considerar los siguientes factores:

1. Naturaleza del residuo.
2. Cantidad de residuo producido.
3. Tipo y ubicación del recipiente.
4. Frecuencia de recolección.
5. Métodos de recolección a ser usados.

El procesamiento del origen se realiza con el fin de reducir el volumen de los residuos, alterar su forma física para optimizar el almacenamiento de los mismos y facilitar la recuperación de materiales. Entre las técnicas más comunes de procesamiento se puede mencionar la compactación, trituración y la separación [10]

### **2.2.7 Operaciones de recogida y transporte de los desechos**

La recogida de los desechos es la parte del sistema de gestión de residuos sólidos que involucran la planificación de una ruta de recogida. La operación de recogida empieza en los lugares en los que los clientes depositan sus residuos para que sean evacuados y terminan cuando el vehículo de recogida abandona la ruta para

depositar los desechos sólidos en un vertedero o en una planta de proceso. Una parte del proceso de recogida de los desechos sólidos puede ser una estación de transferencia, es decir, un Terminal donde los vehículos de recogida vacían sus cargas sobre la caja de un vehículo más grande que continuará el traslado de los residuos hasta su destino final.

#### **a. Prácticas de Recogida.**

La recogida de desechos sólidos es uno de los servicios más patentes de los servicios proporcionados a los residentes de una comunidad. Independientemente de que el sistema sea público o privado, cada ciudadano tiene un contacto directo con la recogida de residuos. La elevada influencia que representa el servicio de recogida de desechos sólidos exige una gestión y un servicio de retirada eficaz.

#### **b. Prestación de Servicios.**

La recogida y transporte de desperdicios sólidos puede llevarse a cabo a través de entidades públicas, privadas, o de servicios mixtos. La prestación de un servicio público de recogida depende de una entidad gubernamental, mientras la prestación de un servicio privado depende de la dirección de una compañía privada o de un individuo. La decisión de contratación de un servicio público o privado, dentro de un área de recogida determinada, depende de la estimación de la propia comunidad y del establecimiento de una serie de objetivos y prioridades para dichos servicios. En la elección del tipo de servicio de recogida, público o privado, intervienen varios factores, como son el destinatario del servicio, el proveedor del servicio, la prestación del propio servicio, el administrador del mismo, y el tipo de servicio requerido:

■ **Servicios Públicos:** El servicio público de recogida de desechos sólidos está gestionado por organismos municipales, de los cuales depende la administración y la

operatividad del servicio. El servicio de recogida municipal supone la existencia de empleados públicos y de recursos de equipos de titularidad pública. El funcionamiento del servicio está dirigido bajo la supervisión directa del un departamento municipal, como puede ser la consejería de obras públicas. Normalmente, el servicio está dirigido hacia residencias unifamiliares pertenecientes a una comunidad.

En las zonas en las que la gestión de desechos está subcontratada la recogida de los desechos sólidos se realiza a través de una empresa privada que ha firmado un contrato público con el ayuntamiento. El contratista posee el equipo, los empleados, y gestiona el servicio.

■ **Servicios Privados:** Cuando el servicio de recogida no es presentado por una entidad de carácter gubernamental se emplea una contratación privada. La responsabilidad primaria de la recogida de desechos sólidos, así como el resto de competencias, corresponde a una o más empresas privadas. El carácter diferencial de estos contratos privados es que los usuarios pagan directamente a la empresa por el servicio prestado. Las principales formas en las que se presta el servicio son franquicias, recogida privada y autoservicios.

■ **Servicio Público frente a Servicio Privado:** cada tipo de contrato institucional ofrece ventajas y desventajas específicas. **La tabla 2.5** detalla las correspondientes ventajas, desventajas y condiciones que favorecen cada servicio en particular.

**Tabla 2.5 Ventajas y Desventajas de los Servicios de Recogida Pública y Privado. [5]**

<i>Alternativa</i>	<i>Ventajas Potenciales</i>	<i>Desventajas Potenciales</i>	<i>Condiciones que Favorecen una Alternativa</i>
<b>PÚBLICO</b>			
<i>Municipal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libre de impuestos</li> <li>• No lucrativo</li> <li>• Economía de escala</li> <li>• El ayuntamiento tiene el control administrativo</li> <li>• Puede instituir la recogida obligatoria</li> <li>• Gestión y políticas continuas, dando lugar a un personal experimentado y permitiendo un plan de largo alcance</li> <li>• El registro de archivos puede llevarse a cabo durante un largo periodo de tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monopolio</li> <li>• Incentivos limitados para mejorar la eficacia</li> <li>• Finalización y funcionamiento supeditados a decisiones políticas</li> <li>• Financiados por los presupuestos generales el estado y sujeto a un año de validez</li> <li>• Normalmente la gestión de desechos sólidos no es prioritaria para la administración</li> <li>• Las presiones obreras pueden dar lugar a servicios ineficaces, huelgas o aumento de mano de obra</li> <li>• Políticas presupuestarias restrictivas pueden afectar al mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Históricamente, el servicio público ha sido poco satisfactorio</li> <li>• Predisposición del público al ejercicio gubernamental de los servicios públicos</li> <li>• La calidad del servicio es un criterio más importante que el económico</li> </ul>
<i>Subcontratada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La competencia entre los diferentes contratos supone una reducción de los costos</li> <li>• El ayuntamiento mantiene el control administrativo</li> <li>• Puede instituir la recogida selectiva para reciclado</li> <li>• Puede instituir la recogida obligatoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colusión del servicio</li> <li>• La administración pública debe regular los contratos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad de cambio de servicio y reducción económica</li> <li>• Disponibilidad de servicios privados cualificados</li> <li>• Predisposición del sector al desarrollo de lo privado</li> <li>• Comunidades nuevas o en vías de desarrollo, desbordan los servicios públicos</li> </ul>

**(continúa)**

**Tabla 2.5 Ventajas y Desventajas de los Servicios de Recogida Público y Privado. (continuación)[5]**

<i>Alternativa</i>	<i>Ventajas Potenciales</i>	<i>Desventajas Potenciales</i>	<i>Condiciones que favorecen una Alternativa</i>
<b>PRIVADO</b>			
Sistema municipal, con empresas privadas, bajo contrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos, gracias a la existencia de competitividad</li> <li>• Disponibilidad de alternativas para el sector que no puede prestar el servicio de recogida</li> <li>• El ayuntamiento mantiene el control administrativo y puede instituir la recogida selectiva para favorecer un posterior reciclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede suponer un servicio complejo, desde el punto de vista administrativo o jurisdiccional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las competencias municipales son cada vez mayores y anexionan otras jurisdicciones</li> <li>• Cambiar la gestión individual y la recogida de residuos, para hacer una gestión de recogida integral</li> </ul>
Contratación privada. Recogida privada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La competencia reduce costos</li> <li>• Autofinanciación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay control administrativo público</li> <li>• Riesgo de conclusión del servicio</li> <li>• El cese de competencia provoca el cese del servicio o deficiencias</li> <li>• Rutas solapadas, gasto de combustible</li> <li>• No es posible instaurar la recogida selectiva y el reciclado</li> <li>• Dificultad para reforzar una ordenanza de recogida de desechos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ayuntamiento no está interesado en la recogida de residuos</li> </ul>
Franquicia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autofinanciación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay control administrativo público</li> <li>• El monopolio del servicio puede dar lugar a un aumento de los costos</li> <li>• No es posible instaurar la recogida separada ni el reciclado</li> <li>• Dificultad para el revisar o reforzar las ordenanzas de recogida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ayuntamiento es demasiado limitado para llevar a cabo la gestión de recogida de desechos sólidos</li> </ul>



### c. **Transferencia y Transporte de los Desechos.**

El proceso de transferencia y transporte comprende dos etapas básicas, a saber:

- La transferencia de los residuos, desde los vehículos compactadores de recolección hasta vehículos más grandes. Este proceso de traspaso de residuos se realiza en sitios especiales denominados zonas de transferencia.
- El transporte de los residuos, desde la zona de transferencia hasta los centros de procesado o al sitio de la disposición final, en vehículos más grandes y sobre distancias mayores.

Las operaciones de transferencia y transporte se justifican cuando el sitio de descarga de los residuos recolectados se encuentran a más de 20 Km. de distancia del lugar de recogida, cuando se utilizan vehículos de recolección de capacidad menor a 20 metros cúbicos o cuando el sistema de acarreo directo al lugar de descarga no es factible económicamente.

### d. **Vehículos De Recogida.**

- *Camión Recolector con Caja Compactadora:* estos vehículos están equipados con una caja compactadora, ver figura 2.1; que dispone de un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos. La capacidad normal, es de 2 a 13 toneladas de residuos.
- *Camión Recolector con Caja Cerrada sin Compactación:* su capacidad de carga es más reducida que el anterior.
- *Camiones para Contenedores de Gran Capacidad:* son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo «ampiroll», «cadenas», etc., para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión.

■ *Camiones de Caja Abierta:* este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado. En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recogida de residuos voluminosos como: somieres, electrodomésticos, muebles, etc.

■ *Otros Tipos de Vehículos:* los que son movidos por tracción animal o tractores. Generalmente se usan en el medio rural donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.



**Figura 2.1** Caja compactadora Marca Iveco

Fuente: Propia

■ *Un Nuevo Modo de Recogida:* Sistema de recogida neumática de basuras.

España es, tras Suecia, el segundo país europeo en utilizar el sistema de recogida neumática de basuras, puesto que cada año se recogen alrededor de 144 toneladas de desperdicios procedentes de 45.000 viviendas, según datos aportados

por la compañía Centralsug, líder mundial en instalación y diseño de este sistema de recogida.

Este método de recogida de basura, que permite recoger selectivamente distintos tipos de basuras, consiste en un sistema de compuertas donde los usuarios depositan la basura. Los residuos son transportados a través de una red de tuberías, y mediante una corriente de aire llegan a una central de recogida.

Según las previsiones de la citada compañía, las posibilidades de crecimiento de este sistema son importantes, gracias a la construcción de nuevas viviendas y a la concienciación por parte de las Administraciones de la necesidad de ofrecer un método de recogida que disminuya los olores y ruidos del sistema tradicional.

La gestión de los residuos sólidos urbanos es una de las principales preocupaciones políticas de los municipios; sus elevados costos materiales y humanos, la mayor exigencia ciudadana por el nivel de calidad del servicio y la necesidad, cada vez más apremiante, de efectuar recogidas selectivas que permitan reciclar las basuras y su posterior reutilización, obligan a las instituciones públicas, e igualmente a la iniciativa privada, a buscar soluciones alternativas a los tradicionales sistemas de recogida que mejoren la eficacia y a la vez sean más eficientes.

El sistema de recogida neumática de basura es el sistema más innovador que se conoce para este cometido. Desarrollado y patentado por una empresa sueca, esta actividad se configura a través de una serie de buzones o compuertas donde los usuarios introducen la basura que, gracias a una fuerte corriente de aire, es transportada por una red de tuberías hasta la central de recogida.

El sistema recoge selectivamente dos tipos de fracciones de basura de acuerdo a las diferentes leyes existentes sobre recogida selectiva. En la central de residuos, la

basura queda organizada en contenedores y el aire propulsor se filtra para ser emitido limpio a la atmósfera.

#### ■ Ventajas Del Sistema

- Ausencia de contenedores en la vía pública.
- El usuario puede deshacerse de su basura en cualquier momento del día o de la noche.
- Seguridad del sistema.
- Supresión de animales que, habitualmente, se alimentan de basura en los contenedores tradicionales.
- Servicio todos los días del año.
- Disminución de los costos de explotación.
- Larga expectativa de vida.
- Mejora el nivel medioambiental al eliminar la presencia de los ruidos de los vehículos recolectores y los olores de la basura, así como el contacto visual con la basura.
- Fomenta la recogida selectiva de basura.
- Ahorro en los costos de operación y mantenimiento por tonelada de basura recogida frente al sistema tradicional.
- Contribuye al uso racional del sistema de recogida de basuras, evitando que elementos como muebles o electrodomésticos de gran volumen, se tiren a los contenedores de basura tradicionales.
- Diseño que facilita el uso a personas con minusvalías físicas.

#### ■ Inconvenientes Del Sistema

- Altos costos energéticos para el funcionamiento del sistema.

- Se precisa de un alto grado de colaboración ciudadana.
- Necesidad de campañas de información y concienciación periódicas.
- Exige un sistema de recogida de basuras alternativo ante averías o fallos del sistema.
- Dificultad para ejercer acciones sancionadoras ante un mal uso del sistema.
- Elevada inversión inicial en las zonas residenciales consolidadas.
- Elevado riesgo ante acciones vandálicas.

En definitiva satisfacer adecuadamente la demanda real de residuos sólidos, ya sean estos para aprovechamiento industrial o agrícola exige que, como corresponde a su condición de recursos naturales, sean, al menos cuidadosamente recogidos por separado y debidamente tratados posteriormente para su mejor integración ecológica, económica y social en los ciclos productivos que así podrían ser cada vez mas locales y cerrados en materiales y energía; aquí el papel de la ciudad, gran generadora de residuos, y de sus ciudadanos, toma de decisiones y participación colectiva en la gestión de los recursos y los residuos, es decisivo.

#### **e. Aspectos Económicos de las Estaciones de Transferencia.**

Una estación de transferencia sólo puede justificarse cuando el costo del transporte de ida y vuelta a la ruta desde la estación de transferencia, el vaciado de camiones pequeños y el transporte al vertedero con vehículos más grandes resulta más barato que el transporte directo desde la ruta al vertedero con vehículos más pequeño. Antiguamente, la economía d el transporte se regía por reglas establecidas, justificando una estación de transferencia sólo cuando el vertedero excede una cierta distancia. Estas reglas no son adecuadas, ya que otro factor dominante es el tiempo que el camión de recogida pasa fuera de ruta. Otros factores que afectan a la

viabilidad económica de una estación de transferencia son las características de la zona, el modelo de tráfico, la construcción y su capacidad.

**f. Localización de la Estación de Transferencia.**

La principal razón para utilizar una estación de transferencia es aumentar la productividad del camión de recogida y del personal. La estación de transferencia debe estar cercana al centro de área de recogida, debe estar conveniente acondicionada para la descarga de varias rutas, y estar dividida en varios departamentos: residencial, industrial o, si fuese necesario, comercial. El lugar de implantación no debe localizarse en un área residencial. Sin embargo, deberá situarse alejada del lugar de recogida pero sin que esto constituya una desventaja económica excesiva. [5]

**g. Administración del Sistema de Recogida.**

La administración es el responsable directivo del funcionamiento. Son responsabilidad de la administración la custodia de registro, el mantenimiento, los equipos de reserva y los costos.

- **Custodia de Registros:** la custodia de registro es una parte vital de la gestión de cualquier sistema de recogida y transporte de desechos sólidos. Cuando se carece de registros de archivos de datos, es difícil llevar a cabo medidas de productividad, evaluaciones, estudios económicos y un mantenimiento preventivo. Teniendo esto en cuenta, los registros de datos y resultados, que se detallan en la **tabla 2.6**, deberán archivarse rutinariamente en el departamento de recogida de residuos.

■ **Mantenimiento:** los vehículos de recogida son dispositivos mecánicos complejos que requieren un mantenimiento periódico. Por tanto, es preciso un mecánico con conocimientos de sistemas mecánicos e hidráulicos, así como herramientas, utillaje y demás equipos necesarios; aunque en el caso de servicios de corto alcance pueden contratarse los servicios de un mecánico privado.

**Tabla 2.6. Registro Rutinario de los Archivos del Servicio de Recogida [5]**

<i>LIBRO DE RUTA Y MAPAS DE RUTA</i>	<i>CARACTERÍSTICAS</i>
<i>FECHA:</i>	
Registro del vehículo y del cuerpo de servicio	
Datos suministrados	
Mantenimiento y registro de reparación	
Registro de consumo de combustible	
Partes de accidentes	
Horas de operación	
Horas de ruta	
Horas fuera de ruta	
Tiempo de permanencia de los operarios	
Peso o volumen recogido diariamente	
Zona recogida por día	
Otras paradas de recogidas por días	
Asignación de camión	
Tiempo en ruta	
Tiempo fuera de ruta	
Archivos de carga	
Peso número de viajes al vertedero	
Porcentaje de capacidad total	
Número y tipos de unidades recogidas	

■ **Repuestos:** la recogida se desechos es un servicio susceptible de frecuentes averías. Un gestor prudente será capaz de prever las necesidades de repuesto de

equipos para hacer frente al compromiso diario de la recogida. Generalmente por cada cinco vehículos de uso periódico, deberá disponerse de, al menos, un vehículo de reserva.

■ **Factores de Costo:** los costos de recogida de desechos sólidos varían considerablemente para cada sistema. Otros factores a tener en cuenta en los costos de recogida municipal vienen dados por la frecuencia de paradas, nivel de servicio, gestión, generación de residuos, tamaño y tipo de los equipos.

■ **Productividad de los Operarios:** la productividad de los operarios es una medida de la eficacia, siendo varios los factores a tener en cuenta, incluida la ruta, el nivel de servicio prestado, el equipo de recogida y las características personales de los operarios. **En la tabla 2.7** se muestran los factores que inciden sobre la productividad de los operarios.

**Tabla 2.7 Factores que Afectan la Productividad del Operario. [5]**

<i>CONDICIONES</i>	<i>FACTORES</i>
Ruta, nivel de servicio	Diseño de la ruta, frecuencia de parada, localización de la recogida, tipo de recipientes contenedores, tráfico.
Vehículo	Situación de la zona de carga, altura de carga, capacidad del vehículo, densidad de compactación, número de operarios, ciclo de empaquetado.
Personal	Edad, actitudes, condiciones físicas

### 2.2.8 Nivel de servicio

El nivel de prestación del servicio viene dado por la frecuencia de recogida rutinaria y por el tipo de servicio prestado al usuario. La frecuencia y necesidad de recogida vienen dadas por concepto de salud, estética y economía. El tipo de servicio



requiere una decisión sobre la responsabilidad de los residentes para facilitar la productividad de los operarios, mayoritariamente si la recogida de residuos se realiza en zonas externas a las zonas de que generan los desechos.

#### **2.2.8.1 Recogida residencial**

Los niveles de servicio de recogida residenciales varían con cada municipio, dependiendo de las expectativas del ciudadano y las restricciones presupuestarias. En las zonas urbanas donde el almacenamiento está limitado, puede ser necesario llevar a cabo una recogida más frecuente. En las zonas de recogidas de residuos con mayor frecuencia, el servicio es más costoso. **La tabla 2.8** indica las ventajas y desventajas para varias frecuencias de recogidas de los desechos residenciales.

#### **2.2.8.2 Recogida industrial**

La recogida industrial, principalmente, es un servicio especializado, con una frecuencia de recogida dependiente de los volúmenes y los tipos de residuos. Los desperdicios perecederos se recogen con mayor frecuencia que los residuos imperecederos. Normalmente, se emplean contratos de recogida de este tipo de residuo en que se especifica la frecuencia de retirada, de acuerdo con las necesidades de las partes contratantes y contratadas. Los parques, hospitales y otras instituciones pueden precisar de una recogida de residuos diarios e incluso un servicio más frecuente.

**Tabla 2.8** ventajas y Desventajas de las Diferentes Frecuencias de Recogida. [5]

<i>Alternativas</i>	<i>Ventajas Potenciales</i>	<i>Desventajas potenciales</i>	<i>Condiciones que favorecen una alternativa</i>
<b>Una vez por semana o menos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos caro</li> <li>• Requiere menos combustible</li> </ul>	Un almacenamiento inadecuado de los residuos puede general problemas de olores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento adecuado de residuos</li> <li>• Clima frío a moderado</li> </ul>
<b>Dos veces por semanas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce los residuos</li> <li>• Reduce los requisitos de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más caro</li> <li>• Requiere más combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad del servicio es el criterio más importante que el económico</li> <li>• Clima caluroso</li> </ul>
<b>Más de dos veces por semanas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce la basura</li> <li>• Reduce los requisitos de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más caro</li> <li>• Requiere más combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serias restricciones de espacio de almacenamiento</li> <li>• Población densa</li> </ul>

### 2.2.9 Recipientes de almacenamiento

El organismo de recogida de residuos sólidos debe regular el tamaño y el tipo de los recipientes de almacenamiento, adecuándolos al sistema de recogida. Un recipiente o contenedor de residuos debe ser fácil de manejar y de mantener limpio. Los contenedores no deben desprender olores, ni ser focos de enfermedades, y deben mantenerse fuera del alcance de animales e insectos. Deberán ser suficientemente grandes para limitar el número de contenedores por parada, pero, a la vez, suficientemente pequeños para ser manejados por una persona y adecuarse al sistema mecanizado de recogida. En general, los contenedores superiores a 55 gal. (208 L) y las cajas de cartón son recipientes inaceptables para el almacenamiento de residuos.

**a. Recipientes para Recogida Manual:** para la recogida de desechos manualmente, se han aceptado dos tipos de recipientes: cubos de metal o de plástico y bolsas. Los cubos pueden clasificarse según su tamaño, de 20 a 32 gal (75 a 120 L);

mientras que las bolsas pueden ser de papel o de plástico. **En la tabla 2.9** se detallan las ventajas y desventajas de recipientes de almacenamiento más comunes.

**b. *Recipientes para Recogidas Mecánicas:*** la recogida residencial mecánica es una nueva aplicación de la tecnología, la cual requiere un nivel de experiencia previo a su puesta en marcha. Actualmente, lo habitual es emplear grandes recipientes mecanizados para residencias unifamiliares y multifamiliares. Los recipientes para residencia unifamiliares, normalmente, son de unos 80 gal (300L), fabricados en plásticos y acondicionados con ruedas para facilitar su movimiento. Los vehículos de recogidas también están equipados para elevar dichos recipientes y vaciarlos en su caja; y, en algunos casos, estos sistemas de recogida han sido adoptado por empresas especiales de recogida de residuos sólidos. Debido a la fiabilidad de aceptación del método público, todavía no se han establecidos totalmente; parece necesitarse un cuidadoso estudio de las necesidades comunitarias antes de llevar a cabo una toma de decisiones.

**Tabla 2.9 Ventajas y Desventajas de los Recipientes de Almacenamiento para Desechos Sólidos de Zonas Residenciales. [5]**

<i>Alternativas</i>	<i>Ventajas Potenciales</i>	<i>Desventajas Potenciales</i>	<b>Condiciones Que Favorecen Una Alternativa</b>
<b>Bolsas de plástico o de papel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor peso</li> <li>• Reducen el esparcimiento y los lixiviados</li> <li>• Eliminan la presencia de contenedores en la calle</li> <li>• Eliminan olores y la necesidad de limpieza</li> <li>• Limitan la atracción de plagas</li> <li>• Aumentan la velocidad y eficacia de recogida</li> <li>• Reducen el contacto del personal y los residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo por bolsas</li> <li>• Se rompen cuando están muy llenas</li> <li>• Atracción de animales</li> <li>• No son viables para residuos a granel, pesados o puntiagudos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida a pie de acera</li> </ul>
<b>Depósitos de metal o plástico [ 20 a 32 gal (75 a 120 L)]</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño razonable para elevar</li> <li>• Económicos y reutilizables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben limpiarse regularmente</li> <li>• Pueden perderse las tapas o caerse</li> <li>• Pueden permanecer en la calle por periodo poco razonable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida en patio trasero</li> <li>• Los animales tiene acceso</li> </ul>
<b>Contenedores a granel para recogidas mecanizadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida más eficiente que el procedimiento manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residentes pueden oponerse al almacenamiento de residuos de otros en su propiedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio para el contenedor</li> </ul>

**(Continua)**

**Continuación Tabla 2.9 Ventajas y Desventajas de los Recipientes de Almacenamiento para Desechos Sólidos de Zonas Residenciales. [5]**

Alternativas	Ventajas Potenciales	Desventajas Potenciales	Condiciones que Favorecen una Alternativa
<b>Depósitos [55 gal. (208 L)]</b>	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja eficacia de recogida</li> <li>• Peso excesivo que puede producir lesiones</li> <li>• Difícil de manejar</li> <li>• Sin tapa, acceso a los insectos y producen olores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternativa inaceptable</li> </ul>
<b>Compartimientos estancos</b>	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación del fondo y rotura</li> <li>• Ineficaces. Descarga manual</li> <li>• Accesos a insectos y animales</li> <li>• Contacto directo con personas</li> <li>• Condiciones de insalubridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternativa inaceptable</li> </ul>

**c. Recipientes Inaceptables:** aunque los residentes se empeñan en querer utilizar cualquier tipo de recipiente como contenedor de residuos, tales como cajas o diferentes tipos de embalaje, esta práctica es inaceptable. Los edificios y comercios más antiguos utilizan compartimientos estancos de hormigón o bloques de cemento. Este tipo de compartimiento son antihigiénico e ineficaces, deben vaciarse a mano, atraen insectos y roedores, permiten que se vuelen papeles o plásticos, generan malos olores, y si no son cubiertos, puede tener lugar una lixiviación de los residuos después de la lluvia. Los cubos de acero y los recipientes de embalaje de cartón también son inaceptables. Normalmente, los recipientes metálicos no proporcionan un cierre de sus tapaderas y permiten el acceso de insectos, pájaros y otros animales. Además, uno de estos recipientes metálicos pesa entre 35 a 40 lb (16 a 18 Kg) en vacío, y por encima de 100lb (45 Kg.) cuando están llenos. El manejo de estos recipientes puede provocar accidentes laborales, debido a sus bordes afilados.

### 2.2.10 Rutas de recolección

Una manera de garantizarle al equipo de recolección una vida útil más prolongada, economizar fuerza de trabajo y disminuir el tiempo de recolección consiste en elaborar un buen trazado de las rutas. No existe regla fija para el cumplimiento de este objetivo pero deben considerarse una serie de factores, entre ellos se incluyen:

1. Identificar claramente los aspectos normativos, relacionados con la frecuencia y el punto de recolección.
2. Conocer el equipo y el personal a emplearse en el servicio de recolección.
3. Revisar inicialmente las posibilidades viales, tales como: estado de las vías, calidad del pavimento, entre otros.

El método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, CEPIS (1998), resume el diseño óptimo de las rutas de recolección con compactadores en las siguientes etapas:

1. **Sectorización:** Dividir el área a servir en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad.
2. **Diagramación:** Desarrollar una ruta de recorrido para cada subsector, de manera que permita llevar a cabo el trabajo de recolección de basura con una menor cantidad de tiempo y recorrido.
3. **Verificación de Ruta:** Se recomienda cuantificar la longitud de recorrido por kilómetros de cada ruta, constatar el sentido de circulación (debe contener el menor número de vueltas izquierdas y redondas en “U”), comprobar la transitabilidad de las calles en cualquier época del año, tomar nota de los

problemas de circulación ocasionados por calles angostas y describir la ruta de recolección ya verificada para cada zona.

4. **Implantación de Ruta:** Consiste en adiestrar a los supervisores y a los choferes de los vehículos de recolección de los residuos sólidos explicando la simbolización de los esquemas de rutas de recolección, como son: comienzode ruta, dirección del recorrido, recorrido en servicio, recorrido en tránsito, fin de ruta, paradas fijas, horarios, etc.
5. **Evaluación de Ruta:** Una vez implantadas las rutas, se evaluará su eficiencia y se efectuarán los ajustes requeridos. Esta evaluación debe realizarse periódicamente, puesto que siempre hay cambio en la producción de la basura debido al proceso de urbanización. . [11]

#### 2.2.10.1 Planificación de la ruta

La planificación de la ruta es el procedimiento empleado para identificar el trazado del camión que debe seguir diariamente un vehículo que presta servicio de recogida de residuos. Una vez que la administración ha decidido, políticamente, el nivel de servicio que debe prestarse, y ha quedado establecido el funcionamiento y mano de obra, puede emprenderse la planificación de la ruta fijando unos objetivos y asignando rutas básicas. En el mejor de los casos, cada vehículo de recogida debe empezar el día vacío y deberá vaciarse cuando realice el último tramo de su ruta, el cual corresponde al viaje del vertedero. La ruta puede establecerse por el método prueba-error, por ordenador, o empleando métodos heurísticos. Los pasos involucrados en el establecimiento de una ruta de recogida son los siguientes:

- **Definir el Área de Recogida:** el área de recogida comprende el territorio o la zona la cual va prestar servicio durante un ciclo de recogida de residuo. Los límites de esta área de recogida, normalmente están definidos por los límites

políticos o geográficos de la zona. Los límites del área de recogida, junto con los lugares de deposición o vertederos, las estaciones de transferencias, o la planta de planta de proceso de residuos, deberán estar perfectamente establecidos y marcados en el mapa de ruta. El mapa del área de recogida debe contener las rutas principales para cada vertedero y cualquier tipo de restricción, como pueda ser el límite de carga o de altura.

■ ***Asignar los Lugares de Depósito de Residuos o Vertederos:*** las áreas de deposición vienen determinadas por aquellas zonas del área de recogida que hayan sido asignadas para una disposición ó vertidos específicos, y/o para descargar en una planta de proceso. Cuando sólo se dispone de una o dos zonas de vertido, es relativamente sencillo asignar cada ruta a un vertedero; pero cuando se dispone de varios vertederos, el problema de asignación puede llegar a ser muy complejo. Son muchos los factores que deben evaluarse a la hora de diseñar una ruta y asignar una zona de vertido. Así habrá que evaluar las cuotas de vertido, fiabilidad y salubridad del vertedero, cercanía de la ruta y tiempo del vertido, estimación económica de los costos y desgaste del vehículo.

■ ***Establecer Zonas de Recogida Diaria:*** las zonas de recogida, o subáreas se definen dividiendo el área global de recogida en secciones o zonas a las que se vaya a prestar un servicio diario. Así, se considerará que todos aquellos lugares a los que se les vaya a prestar servicio de recogida los lunes, constituirán una zona; aquellos a los que se les dé servicio los martes, otra zona; y así sucesivamente

■ ***Asignar una pesada diaria del vehículo:*** cada zona debe establecerse dividiendo la zona en un número de secciones, optimizando el trabajo diario para cada vehículo de recogida y sus operarios. Esta ordenación territorial permite al gestor del programa de recogida una estimación del número y tamaño de los camiones requeridos para la recogida de residuos, una evaluación del personal y un equilibrio para el sistema de actuación.



■ **Asignar la ruta de los vehículos dentro de un distrito diariamente:** el trazado de rutas requiere un mapas detallado de los tramo de calles, el número de servicio la localización el garaje y del lugar de vertido, las calles de trafico elevado y las calles de sentido único. Para ello se fija un punto de partida y se aplican las reglas y modelos heurísticos para confeccionar una ruta continua **ver tabla 2.10**. La asignación de ruta concluye cuando se alcanza el número de servicio estimado para el distrito en cuestión. Las rutas deben concluir en los límites artificiales o geográficos de fácil identificación. Deberán minimizarse el número de tramos replanteados, y evitar la fragmentación de ruta, o dejar zonas sin servicios dentro del área de recogida.

**Tabla 2.10 Reglas Heurísticas para la Asignación de la Ruta [5]**

<b>1.</b>	<b>Las rutas no deben romperse ni solaparse. Cada ruta debe ser compacta, constituida por tramos de calles dentro de la misma área geográfica.</b>
<b>2</b>	El tiempo de recogida y vertido, para cada ruta, debe ser razonablemente constante.
<b>3</b>	Las rutas de recogidas deben partir, en lo posible, del punto más cercano al garaje.
<b>4</b>	Son preferibles los giros a derechas, frente a los giros a izquierda.
<b>5</b>	Las calles de mucho tráfico no deben recogerse en horas picos.
<b>6</b>	Las calles de sentido único se recogen mejor, empezado por un extremo y continuando con un trazado en anillo.
<b>7</b>	Los callejones se consideran como intersecciones de tramos de calle, ya que sólo pueden recogerse desde los extremos. Deberá realizarse la recogida a pie, o haciendo que el camión realice un giro en U. deberán minimizarse los giros a izquierdas
<b>8</b>	La recogida de calles en pendientes se realizará a ambos lados, con el vehículo en sentido descendente, por razones de seguridad, comodidad, velocidad y ahorro de combustible.
<b>9</b>	Las calles de mayor elevación deben estar situadas al inicio de la ruta.
<b>10</b>	En la recogida a un lado de la calle, es mejor llevar a cabo giros, en torno a las manzanas de bloques, siguiendo el sentido de las agujas del reloj (a derechas).
<b>11</b>	En la recogida simultánea de ambos lados de la calle es generalmente mejor continuar la ruta en el mismo sentido, antes que introducir giros a derechas.
<b>12</b>	Para ciertas configuraciones de las manzanas de bloques, dentro de la ruta, deben aplicarse modelos específicos de asignación de la ruta.
<b>13.</b>	Deberá indicarse a los residentes de casas situadas en esquinas que sitúen los residuos sólidos en las calles específicas que permitan eliminar la necesidad de atravesar o cortar el tráfico rodado.

### 2.2.11 Disposición final

La disposición final representa la última fase de la **Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos**, cuando se disponen los residuos que ya no han podido ser utilizados. La disposición final consiste en llevar los residuos sólidos recogidos durante el día de labor hasta el sitio donde van a ser procesados ó donde van a ser colocados por tiempo indefinido.

La separación y el procesamiento de residuos que han sido separados en el origen y la separación de residuos no seleccionados normalmente tienen lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones de incineración y sitios de disposición final ver **gráfico 2.1**.

El procesamiento incluye: la separación de objetos voluminosos; la separación de los componentes de los residuos, por tamaño, utilizando cribas; la separación manual de los componentes de los residuos; la reducción del tamaño, mediante trituración; la separación de metales férreos, utilizando imanes; la reducción del volumen por compactación y la incineración.

Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse, y para recuperar productos de conversión y energía. Entre los procesos de transformación más comunes, se encuentra: la incineración (transformación química), pulverización y compostaje (transformación biológica) y el relleno sanitario.

■ **Incineración:** Consiste en la quema de la basura, utilizando procedimientos y equipos diseñados para generar una combustión que reduce toda la basura a cenizas. Con este método, se puede obtener una disminución de hasta un 90% del

volumen de materia orgánica, un 60% de su peso, destruyendo los microorganismos patógenos. La incineración, provoca contaminación atmosférica, debido a que ciertas sustancias tóxicas son emitidas junto con el humo de las chimeneas, por lo que exige que las plantas incineradoras se localicen lejos del núcleo urbano. La eliminación de una buena parte de estas sustancias contaminantes requiere, a su vez, equipos que exigen inversiones elevadas.

■ **Pulverización:** Es un proceso de desmenuzamiento de los componentes de mayor tamaño presentes en la basura, pues ésta, una vez pulverizada, ocupa menos espacio y se descompone más rápido aunque mantiene sus propiedades contaminantes. Este procedimiento resulta costoso debido a que los equipos utilizados, están sujetos a un acelerado deterioro ocasionado por la dureza de materiales como el hierro, vidrio y acero. Además, el funcionamiento de estos aparatos, requieren un gran suministro de energía.

■ **Compostaje:** Es un método mediante el cual los componentes orgánicos de la basura, son descompuestos por la acción de nemátodos, bacterias y otros microorganismos que los transforman en compuestos orgánicos y que pueden utilizarse como abono ó acondicionadores de tierra. Las propiedades de los desperdicios que pueden ser convertidos en compost dependerán de la composición de los desechos y por consiguiente podrán variar de un país a otro e inclusive de una localidad a otra. [12]

■ **Relleno Sanitario:** La técnica que ha resultado prometedora en países en vías de desarrollo y que tiene diversos aspectos que son atractivos para las autoridades municipales es la disposición de los residuos sólidos mediante el sistema de relleno sanitario.

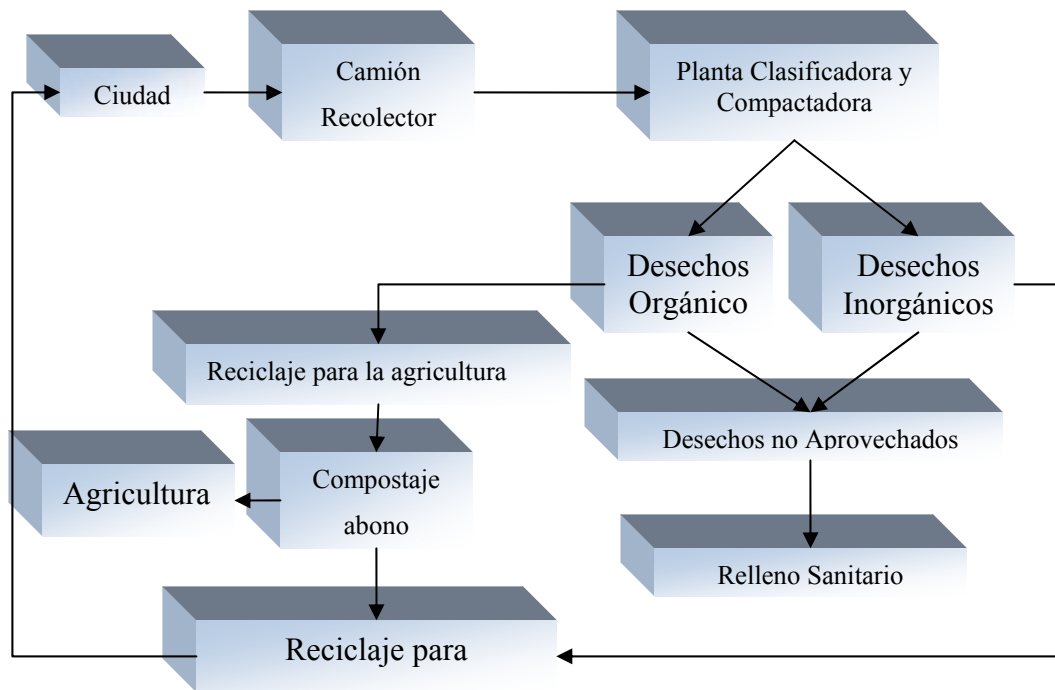


Gráfico 2.1. Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos. [13]

### 2.2.11.1 Administración integrada de los desechos sólidos

Podemos manejar los desechos sólidos de dos maneras:

- **Administración de los Desechos:** Un método alto en desechos que intenta administrar los mismos con la intención de reducir el daño ambiental. De hecho combina los desechos que producimos y después los transfiere de un lado del ambiente a otro, por lo general al enterrarlos, quemarlos o enviarlos a otro estado o país.

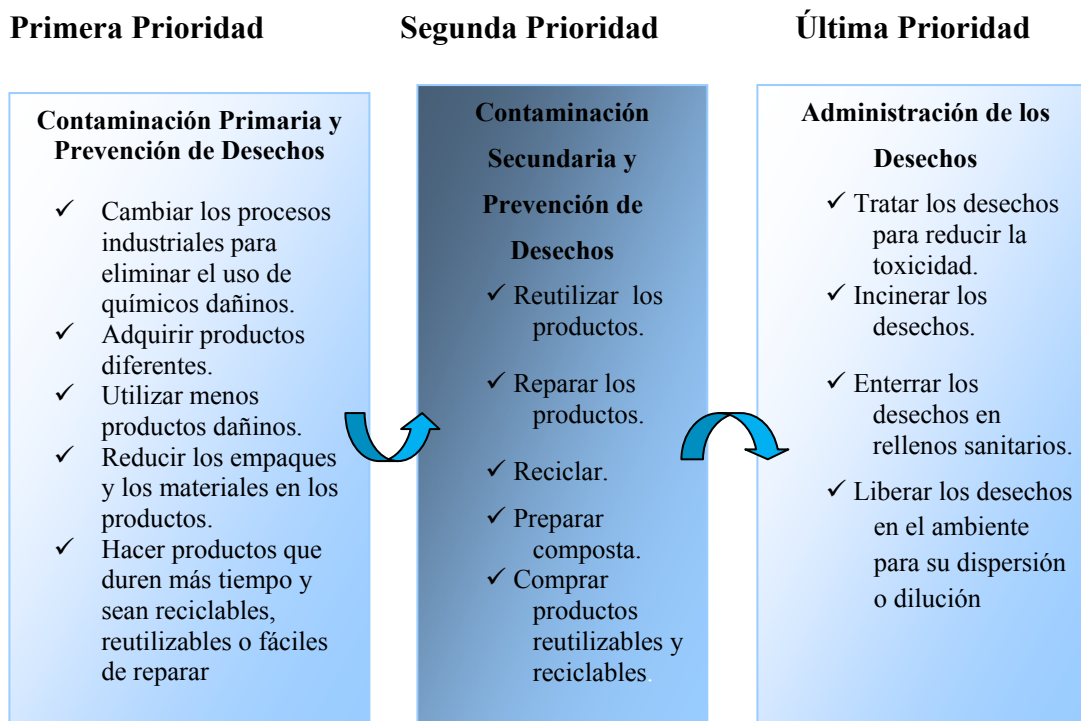
- **Reducción de Desechos:** Un método con bajos desechos que considera los tales como recursos potenciales que debemos reutilizar, reciclar o transformar en compostaje, Con este método, debemos aprender a considerar las latas y los

camiones de basura como recipientes para recursos en su camino a plantas de reciclaje o fabricación de composta.

No existe una solución única para el problema de los desechos sólidos. Casi todos los analistas recomiendan utilizar la **administración integrada de los desechos sólidos**. Diversas estrategias para reducir y administrar los desechos que producimos. En la **figura 2.2** se aprecian las Prioridades sugeridas por destacados científicos para enfrentar los desechos sólidos.

A la fecha, estas prioridades de reducción de desechos no se han cumplido en Estados Unidos ni en muchos países. En lugar de ello, casi todos los esfuerzos se dedican a la administración de los desechos (enterrarlos o quemarlos). [14]

En la actualidad, el orden de prioridades para manejar los desechos sólidos en Estados y en casi todos los países está en el orden inverso sugerido en la Fig. 2.2 por destacados científicos. Pero algunos científicos y economistas calculan que 75% - 90% de los desechos sólidos que producimos se pueden eliminar mediante una combinación de reducir la producción de desechos, reutilizar y reciclar los materiales (entre ellos, producir composta) y rediseñar los procesos de fabricación y los edificios para producir menos desechos.



**Figura. 2.2** Administración Integrada de los Desechos Sólidos. [14]

### 2.2.11.2 Relleno sanitario

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por los tiraderos, tales como el estudio meticuloso de impacto ambiental, económico y social desde la planeación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero.

En un relleno sanitario, a medida que se va colocando la basura, ésta es compactada con maquinaria y cubierta con una capa de tierra y otros materiales para

posteriormente depositar otra capa de basura y así sucesivamente hasta que el relleno sanitario se da por saturado.

La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) lo definió como un método para disponer los desechos en la tierra sin causar molestias o daños a la salud y seguridad públicas, utilizando principios de ingeniería para confinar los desechos al área más pequeña posible, reduciéndolos al mínimo volumen y cubriéndolos con una capa de tierra al terminar las operaciones del día o en intervalos más cortos si fuera necesario. [15]

Los rellenos sanitarios tienen como finalidad darle un destino cierto y seguro a los residuos sólidos que se generan en los núcleos urbanos. Se deben diseñar rellenos sanitarios de modo que:

- Aseguren la disposición ambientalmente adecuada de los residuos domiciliarios y comerciales e industriales no peligrosos.
- Eviten perjuicios al ambiente y los recursos naturales.
- Aprovechen eficazmente la capacidad disponible.
- Tengan costos aceptables para los usuarios tanto públicos como privados.
- Se ajusten a las normas tanto nacionales como internacionales, de modo de cumplir, no sólo en forma estricta la normativa ambiental vigente, sino además la adecuación de los requisitos técnicos al nivel de las exigencias internacionales.

**a. Requerimientos Generales de los Rellenos Sanitarios.**

- El sitio debe tener espacio necesario para almacenar los residuos generados por el área en el plazo definido por el diseño.

- El sitio es diseñado, localizado y propuesto para ser operado de forma que la salud, las condiciones ambientales y el bienestar sea garantizado.
- El sitio es localizado de manera de minimizar la incompatibilidad con las características de los alrededores y de minimizar el efecto en los avalúos de estos terrenos.
- El plan de operación del sitio se diseña para minimizar el riesgo de fuego, derrames y otros accidentes operacionales en los alrededores.
- El diseño del plan de acceso al sitio se debe hacer de forma de minimizar el impacto en los flujos. [16]

#### **b. Métodos para construir y operar un relleno sanitario.**

El procedimiento de construcción y método de relleno sanitario se seleccionará una vez conocido el perfil del terreno disponible, que podrá ser de trinchera, de área y/o una combinación de ambos, los cuales se explican a continuación:

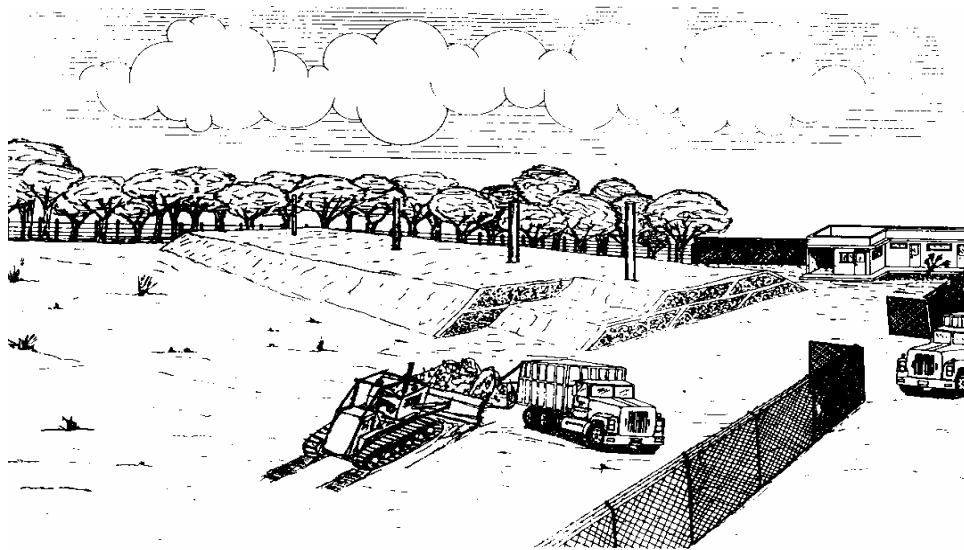
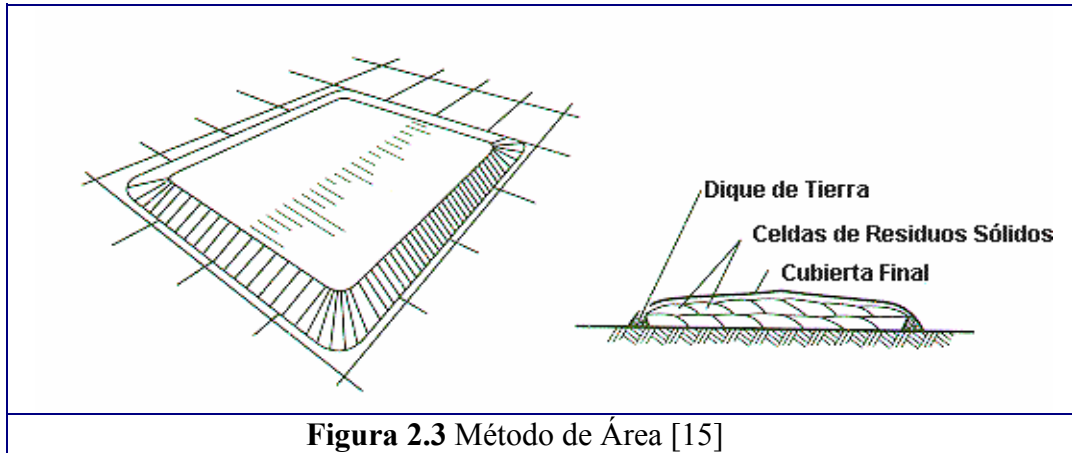
##### **1) Método del Área.**

Este método se utiliza cuando en el terreno no es posible excavar una trinchera o celda, o cuando el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie. Un punto importante de este método es que el banco de material para la cubierta deberá estar en áreas adyacentes o lo más cercano posible al sitio de operación.

El método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, los cuales se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo (ver figuras 2.3 y 2.4). Es importante señalar que cuando se carece totalmente de bancos de material para la cobertura, existen



alternativas de utilización de compostaje o cubiertas sintéticas móviles, cumpliendo de esta forma con los objetivos del relleno sanitario.



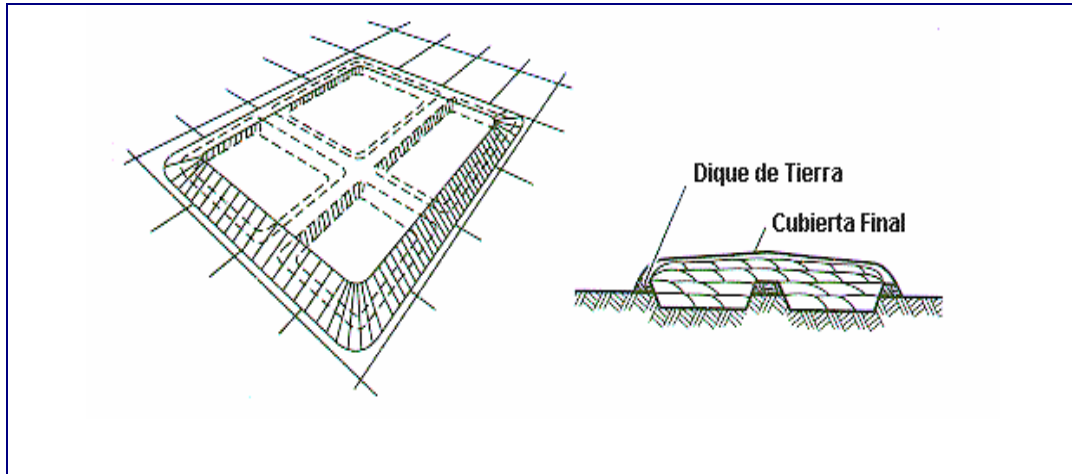
**Figura 2.4 Ejemplo de Operación con el Método de Área [15]**

## 2) **Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera.**

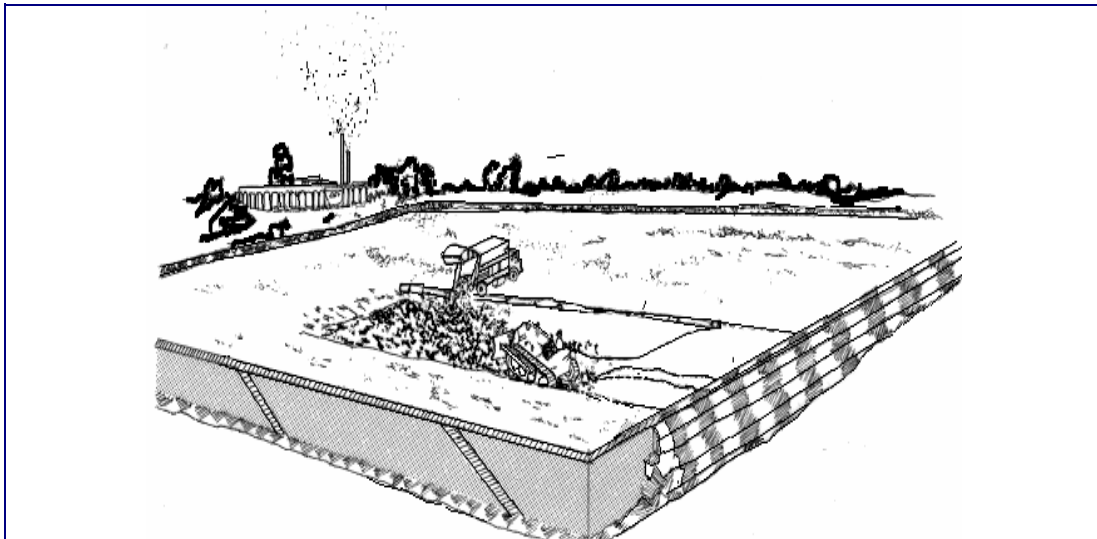
Este método se utiliza normalmente en terrenos planos, en donde existe un buen espesor de material disponible y el nivel freático se encuentra lo suficientemente profundo para evitar la contaminación del acuífero.

Los residuos sólidos son depositados en celdas o trincheras previamente excavadas, en donde el material, producto de la excavación, es utilizado para cubierta diaria y final. El procedimiento consiste en abrir trincheras o celdas a intervalos que sean adecuados para la estabilidad de los taludes y en profundidades de 2 a 3 m con el apoyo de equipo mecánico; la profundidad de la trinchera o celda estará limitada por el nivel de aguas freáticas, la permeabilidad del subsuelo y la dureza del terreno, pudiendo tener en ocasiones hasta 7 m de profundidad. Los residuos sólidos son depositados en el fondo de la trinchera o celda, se extienden y se compactan con equipo mecánico y posteriormente se cubren con la tierra producto de la excavación, compactándola con el mismo equipo, todo esto en ciclos diarios (ver figuras 2.5 y 2.6) Es importante señalar que en el pasado este método era concebido exclusivamente como el de trinchera, sin considerar el aprovechamiento del volumen del suelo hacia arriba, convirtiéndolo en un método costoso por las extensiones de terreno requerido.

En la actualidad, ante la escasez de terreno y la necesidad de ampliar la vida útil de los rellenos sanitarios, este método considera la utilización íntegra del espacio disponible de los terrenos, con la variante de la excavación de celdas, la cual se ha vuelto una práctica muy utilizada.



**Figura 2.5** Método de Trinchera o Celda Excavada [15]



**Figura 2.6** Ejemplo de Operación con el Método de Trinchera [15]

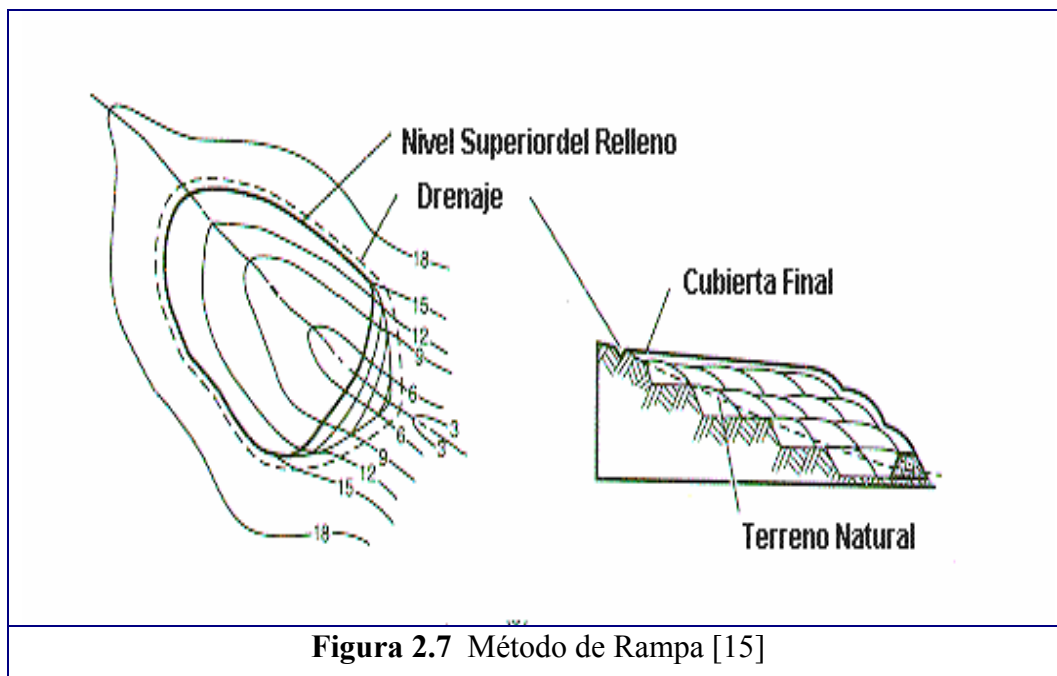
### 3) Relleno Sanitario Tipo Combinado o Rampa:

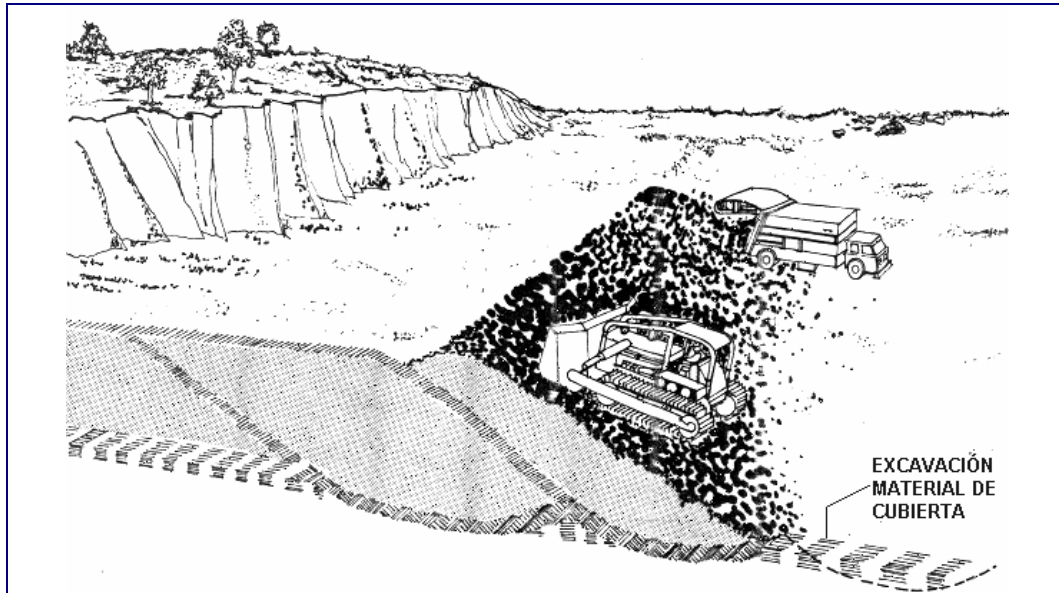
Este método es una variante del de trinchera o de celda excavada y es considerado como el más eficiente ya que permite ahorrar el transporte del material de cubierta y aumenta la vida útil del relleno.

Los residuos son esparcidos y compactados en pendiente. El material de cubierta es obtenido directamente del frente de trabajo y compactado sobre los

residuos sólidos conformados. Frecuentemente, una porción de la excavación se almacena para ser utilizado en un futuro en los trabajos de sellado final. (Ver fig. 2.7 y 2.8)

La técnica de depósito y compactado de residuos sólidos a través de este método, varía de acuerdo con la geometría del sitio, las características de disponibilidad de material de cubierta, la geohidrología, el sistema de control de biogás y lixiviados y el acceso al sitio. Esta técnica puede utilizarse en barrancas, desfiladeros, oquedades, etc., por lo que el control de escurrimientos frecuentemente es un factor crítico en el diseño y operación.





**Figura 2.8** Ejemplo de Operación con el Método de Rampa [15]

La realización de un relleno sanitario requiere de estudios tales como investigación del subsuelo, para conocer la permeabilidad del terreno, colocación de una central de filtración de aguas para recibir los lixiviados y evitar la contaminación de aguas subterráneas.

Para ello, es preciso verificar sistemáticamente los mantos acuíferos próximos a los rellenos sanitarios, así como la colocación de una red de tubos perforados o pozos y zanjas rellenas de gravilla, para dar salida al gas metano, producto de la fermentación y que tiene un olor muy desagradable, además de ser explosivo. Por lo anterior, antes de iniciar la construcción de un relleno sanitario, hay que realizar estudios y proyectos de la misma manera como se hacen para construir una supercarretera y/o un puente.

### **c. Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios.**

1. Ventajas:

- Es con frecuencia el sistema de eliminación de desechos sólidos más económico.
- La inversión inicial es baja comparada con la de otros métodos de eliminación.
- En el relleno sanitario se puede eliminar toda clase de basuras.

2. Desventajas:

- Posible dificultad de conseguir el terreno adecuado.
- Facilidad de transformarse en botadero abierto.
- Necesita permanente supervisión.

#### **d. Criterios Ambientales En Rellenos Sanitarios.**

Los problemas sanitarios causados por la disposición de los residuos sólidos en el suelo se deben a la reacción de las basuras con el agua y a la producción de gases, riesgo de incendios y explosiones.

Los residuos sólidos están compuestos físicamente por un 40 a 50% de agua, vegetales, animales, plásticos, desechos combustibles, vidrios, etc. Químicamente están compuestos por sustancias orgánicas, compuestos minerales y residuos sólidos peligrosos.

Las sustancias líquidas y los sólidos disueltos y suspendidos tienden a percolar por la masa de residuos sólidos y posteriormente en el suelo. Este está constituido por materia sólida, aire y agua. A partir de determinada profundidad se encuentra el nivel freático donde el agua se mueve a baja velocidad de alta a baja presión

horizontalmente y en dirección vertical por efecto de la gravedad, por ascensión capilar entre los granos del suelo.

Las sustancias contaminantes del lixiviado al percolar a través del suelo, adquieren gran agilidad al llegar al nivel freático y puede contaminar el agua de los manantiales, las subterráneas por las fisuras y otras fallas de las rocas y suelos impermeables, a la vez de causar un efecto negativo en la calidad del suelo.

La percolación de los contaminantes depende de la permeabilidad del suelo y esta dada por el coeficiente K que en arenas es de  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$  cm./s y en suelos arcillosos es de  $10^{-8}$  cm./s. El terreno ideal sería con un K de  $10^{-7}$  cm./s y que tenga un nivel freático de más de 3 metros.

Todo lo anterior lleva a tener en cuenta el microclima dentro del cual tenemos la lluvia que influye en los fenómenos biológicos y químicos, con el transporte de contaminantes, problemas en vías de acceso y del trabajo en si del relleno sanitario, por lo tanto el relleno debe ser drenado superficialmente por la periferia y el fondo del relleno. El viento también causa molestias, llevando los olores y el polvo a las vecindades.

#### **e. Usos Finales del Relleno Sanitario**

Una vez que el relleno ha sido saturado con los residuos sólidos municipales, al término de su vida útil, se procede al sellado final. Este consiste en la compactación de material de baja permeabilidad con una capa de mayor espesor al que normalmente se utilizó en las capas intermedias. Asimismo, se construyen obras complementarias

de control de escurrimientos, de contención de taludes, de control de biogás o caminos interiores, entre otros. Lo anterior es debido a que la producción de biogás puede continuar durante 20 a 30 años más después de que el relleno haya sido clausurado y la generación de lixiviados también continúa durante varios años, además de que el área cubierta experimentará asentamientos debido a la estabilización de los residuos confinados.

Aunque los usos sugeridos para un sitio después de haber concluido un relleno sanitario son casi siempre los de áreas verdes (parques, canchas deportivas, estacionamientos, jardines botánicos, aeropuertos, etc.), se debe tomar en cuenta que la presencia de CO<sub>2</sub> en el suelo impide que muchas plantas sobrevivan, ya que éste, al desplazar el oxígeno del aire, dificulta la respiración de las raíces.

La observación de diversos sitios de relleno terminados permitió concluir que las plantas tienen dificultades para crecer, incluso después de años de sembradas y que las colocadas directamente sobre las capas de basura, murieron. También se notó que las raíces se desarrollan normalmente en la capa de tierra, pero se alejan de la basura, especialmente si ésta se compactó.

Las escasas investigaciones realizadas en este sentido, señalan que la *Anhilantus altísima* es una de las especies más resistentes para sitios de rellenos terminados. Otros estudios recomiendan colocar una película plástica de 300 micras de espesor y sobre ella una capa de tierra no menor de 1 metro también de espesor. Sobre la capa de tierra se pueden sembrar gramíneas u otras especies cuyas raíces no sean muy profundas.



## **f. Actividad Biológica Dentro Del Relleno Sanitario**

La actividad biológica dentro de un relleno sanitario se presenta en dos etapas relativamente bien definidas:

- **Fase aeróbica:** Inicialmente, parte del material orgánico presente en las basuras es metabolizado aeróbicamente (mientras exista disponible oxígeno libre), produciéndose un fuerte aumento en la temperatura. Los productos que caracterizan esta etapa son el dióxido de carbono, agua, nitritos y nitratos
  
- **Fase anaeróbica:** A medida que el oxígeno disponible se va agotando, los organismos facultativos y anaeróbicos empiezan a predominar y proceden con la descomposición de la materia orgánica, pero más lentamente que la primera etapa. Los productos que caracterizan esta etapa son el dióxido de carbono, ácidos orgánicos, nitrógeno, amoníaco, hidrógeno, metano, compuestos sulfurados (responsables del mal olor) y sulfitos de hierro, manganeso e hidrógeno.

## **g. Lixiviados o Líquidos Percolados.**

Los residuos, especialmente los orgánicos, al ser compactados por maquinaria pesada liberan agua y líquidos orgánicos, contenidos en su interior, el que escurre preferencialmente hacia la base de la celda. Los desechos, que actúan en cierta medida como una esponja, recuperan lentamente parte de estos líquidos al cesar la presión de la maquinaria, pero parte de él permanece en la base de la celda. Por otra parte, la descomposición anaeróbica rápidamente comienza actuar en un relleno sanitario, produciendo cambios en la materia orgánica, primero de sólidos a líquido y

luego de líquido a gas, pero es la fase de licuefacción la que ayuda a incrementar el contenido de líquido en el relleno, y a la vez su potencial contaminante.

En ese momento se puede considerar que las basuras están completamente saturadas y cualquier agua, ya sea subterránea o superficial, que se infiltre en el relleno, lixiviará a través de los desechos arrastrando consigo sólidos en suspensión, y compuestos orgánicos en solución. Esta mezcla heterogénea, de un elevado potencial contaminante como se muestra en la **tabla 2.11**, es lo que se denomina lixiviados o líquidos percolados.

**Tabla 2.11 Composición de Líquidos Percolados de un Relleno Sanitario con Desechos Domésticos [12]:**

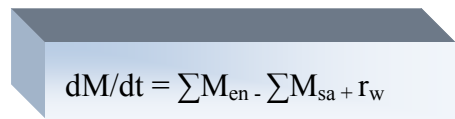
Componentes	Rango (mg./l)	
	Relleno Sanitario Nuevo	Relleno Sanitario Viejo (Mayores de 10 años)
<b>BO<sub>5</sub></b>	2.000-30.000	100-200
<b>CTO</b>	1.500-20.000	80-160
<b>DQO</b>	3.000-60.000	100-500
<b>SST</b>	200-2.000	100-400
<b>Nitrógeno orgánico</b>	10-800	80-120
<b>Nitrógeno- amoníaco</b>	10-800	20-40
<b>Nitrato</b>	5-40	50-10
<b>Fósforo total</b>	5-100	5-10
<b>Orto- Fosfato</b>	4-80	4-8
<b>Alcalinidad como C<sub>a</sub>CO<sub>3</sub></b>	1.000-10.000	200-1.000
<b>PH (adimensional)</b>	4,5-7,5	6,6-7,5
<b>Dureza total como C<sub>a</sub>CO<sub>3</sub></b>	300-10.000	200-500
<b>Calcio</b>	200-3.000	100-400
<b>Magnesio</b>	50-1.500	50-200
<b>Potasio</b>	200-1.000	50-400
<b>Sodio</b>	200-2.500	100-200
<b>Cloruro</b>	200-3.000	100-400
<b>Sulfato</b>	50-1.000	20-50
<b>Hierro Total</b>	50-1.500	20-200

## 2.2.12 Método utilizado para estimar las cantidades de desechos

### 2.2.12.1 Análisis de balance de masa

La única forma de determinar la generación y el movimiento de desechos sólidos con cierto grado de fiabilidad es llevar a cabo un análisis de balance de masas detallado para cada fuente de generación. En algunos casos, el método de análisis de balance de masas será necesario para obtener los datos precisos para verificar el cumplimiento de los programas de reciclaje estatales. [8]

#### Representación simbólica



$$dM/dt = \sum M_{en} - \sum M_{sa} + r_w$$

Ec. [2.3]

Donde:

$dM/dt$  = Tasa de variación para el peso del material almacenado (acumulado) dentro de la unidad de estudio, kg/d.

$\sum M_{en}$  = Suma de todo el material que entra en la unidad de estudio, kg/d.

$\sum M_{sa}$  = Suma de todo el material que sale de la unidad de estudio, kg/d.

$r_w$  = Tasa de generación de residuos, kg/d

### 2.2.12.2 Tasa de generación

La tasa de generación es la cantidad de residuos sólidos promedios generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro asocia el tamaño de la población, cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (kg./hab./día).

Es posible efectuar una estimación teórica de la tasa de generación utilizando la siguiente expresión:

$$T_s = \frac{D_s}{Población} \quad \text{Ec. [2.4]}$$

Donde:

$T_s$  = Tasa De generación.

$D_s$  = Producción total de desechos sólidos por día (Kg. /día).

Si los valores conocidos son la tasa de generación y el número de población la ecuación 2.4 queda modificada la expresión:

$$D_s = T_s * Población \quad \text{Ec. [2.5]}$$

Para el cálculo de la población, se pueden utilizar los siguientes métodos estadísticos:

- **Método Geométrico:** Este método supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, la población aumenta en forma creciente.

$$PF = Pact(1 + i)^n \quad \text{Ec. [2.6]}$$

Donde:

$Pf$  = Población futura (habitantes).

$Pact$  = Población actual (habitantes).

$i$  = Tasa de crecimiento geométrico.

$n$  = número de años.

■ **Método Lineal:** Este método implica incrementos absolutos constantes lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo.

$$N_t = N_o(1 + r * t)$$

Ec. [2.7]

Donde:

$N_t$  y  $N_o$  = Población al inicio y al final de período (habitantes).

$T$  = tiempo en años, entre  $N_t$  y  $N_o$ .

$R$  = Tasa de crecimiento observado en el período.

■ **Método parabólico:** Se emplea cuando se dispone de estimaciones de la población de tres o más fechas pasadas, el empleo de una curva parabólica puede traer problemas si se extrapola la población por un período muy largo, pues los puntos llegan a moverse con mayor rapidez, ya sea en un sentido ascendente a descendente.

$$N_t = a + bt + ct$$

Ec. [2.8]

Donde:

$N_t$  = Volumen poblacional estimado en  $t$  años, después de la fecha inicial.

$t$  = Intervalo cronológico en años después de la fecha inicial.

( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) = Son constantes que pueden calcularse resolviendo la ecuación para cada una de las tres fechas censales o de estimaciones pasadas.

En el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Venezuela 2.000” [18] se calcularon las tasas de generación promedio en función del tamaño poblacional del municipio y la generación de residuos urbanos, ver **tabla 2.12**.

**Tabla 2.12 Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Función del Tamaño de la Población Municipal. [18]**

<b>Rango de Población Municipal (hab.)</b>	<b>Población Urbana (hab.)</b>	<b>Tasa de Generación (Kg./hab./día)</b>	<b>*RSU (Kg./día)</b>	<b>Generación de RSU (Gg/año)</b>
<b>2.501 a 25.000</b>	2.031.230	0,55	1.117.177	408
<b>25.001 a 50.000</b>	2.644.236	0,59	1.560.099	596
<b>50.001 a 100.000</b>	2.932.410	0,73	2.140.659	781
<b>100.001 a 500.000</b>	7.831.557	0,74	5.795.352	1.115
<b>&gt;500.000</b>	5.213.787	1,1	5.735.166	2.093
<b>Venezuela</b>	20.653.220	0,79	16.348.453	5.967

\*RSU = Residuos Sólidos urbanos

### **2.2.13 Análisis estadístico de cantidades medidas de residuos**

En el desarrollo de sistemas de gestión de residuos sólidos a menudo es necesario determinar las características estadísticas de las tasas observadas de generación de residuos. El primer paso en la valoración de las características estadísticas de una serie de observaciones es determinar si las observaciones están distribuidas normalmente o están desviadas. Una vez que se conoce la naturaleza de la distribución, las medidas estadísticas utilizadas para describir la distribución incluyen: media, mediana, moda, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de desviación y coeficiente de curtosis:

**Media:**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

Ec. [2.9]

**Desviación Standard:**

$$d = (\text{Varianza})^{1/2}$$

Ec. [2.10]

**Varianza:**

$$V = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N - 1}$$

Donde:

$X_i$  = Peso observado para cada muestra.

$\bar{X}$  = Media aritmética.

$N$  = Número de pruebas.

$D$  = Desviación Standard.

$V$  = Varianza.

**Número de viajes:**

Es el resultado del cociente entre el tiempo disponible de la jornada de trabajo y el tiempo de duración para realizar el servicio de recolección (desde su recogida hasta el sitio de disposición final). El número de viajes puede definirse por la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ Viajes} = \frac{T_d}{T. \text{ recolección} + T. \text{ transporte} + T. \text{ disposición}}$$

Ec. [2.12]

Donde:

$T_d$  = Tiempo de la jornada de trabajo en minutos.

$T. \text{ recolección}$  = Tiempo de recolección de la ruta en minutos.

T. transporte = Tiempo de transporte hasta el sitio de disposición final en minutos.

T. disposición = Tiempo en sitio de disposición final en minutos.

## 2.2.14 Muestreo

El muestreo es una herramienta de investigación científica, su porción básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencia sobre dicha población. El error que se comete se denomina error de muestreo. Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos.

### 2.2.14.1 Cálculo del tamaño muestral

Cada estudio tiene un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con una seguridad aceptable y el mínimo esfuerzo posible, para el cálculo del tamaño muestral en cada tipo de estudio existe una formula estadística:

$$n = \frac{(K)^2 * N * p * q}{(e)^2 + (N + 1) + [(K)^2 * p * q]}$$

Ec. [2.13]

Donde:

N = tamaño de la muestra.

K = El valor de K depende del nivel de confianza elegido.

N = tamaño de la población.

e = error de muestreo.



$p$  = probabilidad de que ocurra un evento.

$q = (1-p)$  = probabilidad de que no ocurra un evento.

#### 2.2.14.2 Procedimientos de muestreo

Existen dos procedimientos de muestreo y caracterización de los residuos sólidos procedentes de la recogida municipal. Estos procedimientos son:

- ***Muestreo de Camiones de Recogida:*** Consiste en elegir diariamente, un camión de recogida, al azar, cargado en una de las áreas designadas para la clasificación y caracterización de residuos. Es necesario esforzarse en limitar el peso de los camiones a 3 o 4 toneladas (2,7 o 3,6 toneladas métricas), cantidad manejable para clasificar en un día. Luego, se pesará el camión de recogida de residuos y este depositará su carga en el centro de la zona de clasificación. Los miembros del equipo de clasificación se disponen rodeando la carga depositada, mientras uno o dos de ellos manejan los contenedores de plástico para depositar los residuos. Cada miembro del equipo tendrá asignado su artículo específico de la lista de componentes, e irá sacándolo del montón principal. Para el desarrollo de este muestreo se fijarán intervalos de tiempo razonables, quizás 2 o 3 días, y debe realizarse un seguimiento de las condiciones meteorológicas extremas para minimizar el posible falseamiento de los datos.

- ***Muestreo Puntual:*** El segundo método de muestreo consiste en tomar, al azar, muchas muestras de pequeños pesos, a partir de la masa global de residuos sólidos recolectados diariamente. Debido a que los residuos están sujetos a muchos factores que influyen sobre ellos y son mayoritariamente de carácter

variable, es necesario tener en cuenta una gran cantidad de muestras para que los valores ponderados para la masa global de residuos, así como sus características sean representativos. Desde el punto de vista práctico, un programa de muestreo basado en muchas muestras entre 90 y 135 Kg. que se someten a clasificación puede ser bastante indicativo del carácter de los sólidos residuales.

Se elige un camión al azar del cual se va a realizar el muestreo, se descarga en el suelo de la zona designada y se determina el lugar de la masa de la carga de donde se va a extraer la muestra para someterla a clasificación. Este procedimiento repetitivo tiende a atenuar el carácter variable de las muestra y disminuir las diferencias del muestreo. Los procedimientos descritos para el muestreo a partir del camión de recogida, también son aplicables al muestreo puntual. [5]

### **2.2.15 Estructura funcional organizativa de los servicios de manejo de desechos Sólidos**

La estructura institucional de la República Bolivariana de Venezuela, vista verticalmente, está conformada por tres ámbitos políticos - territoriales: El Nacional, El Estatal y El Municipal. En materia del servicio de manejo de residuos sólidos corresponde:

#### **2.2.15.1 Al ámbito nacional**

Las políticas nacionales y la legislación en materia de sanidad y ambiente.

1. A la Asamblea Nacional; la legislación en material de salud, ambiente y residuos sólidos.

2. Al Ejecutivo Nacional, a través del Ministerio de Salud y Desarrollo Social, encargado de la regulación, formulación y seguimiento de políticas, la planificación y realización de las actividades en el área de salud pública, así como la regulación, coordinación, seguimiento y fiscalización de los servicios estatales, municipales y privados, los programas de saneamiento y contaminación ambiental referidos a la salud pública, la formulación de normas técnicas sanitarias y sobre higiene pública social en general, y el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, responsable de la regulación, formulación y requerimiento de la política ambiental, la planificación coordinación y realización de las actividades para el fomento y mejoramiento de la calidad de vida, del ambiente y de los recursos naturales, la evaluación, vigilancia y control de las actividades que se ejecuten, capaces de degradar el ambiente.

#### **2.2.15.2 Al ámbito estatal**

El apoyo técnico y financiero para la gestión de los residuos sólidos.

#### **2.2.15.3 Al ámbito municipal**

La competencia exclusiva de la prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario, que comprenden los servicios de limpieza, recogida y tratamiento de los residuos.

1. Al Concejo Municipal: La regulación, a través de ordenanzas, del servicio de aseo urbano y domiciliario.
2. A la Alcaldía: La gestión, manejo y operación del servicio de aseo urbano y domiciliario.

Las políticas que se están desarrollando en el país sobre la materia están impulsadas fundamentalmente por emergencias y es notorio el colapso de algunas de las etapas del servicio, sin embargo, avanza crecientemente la conciencia, en sectores cada vez mayores, acerca de la necesidad de una gestión integral y estratégica de los residuos sólidos bajo nuevas figuras jurídicas y mediante el empleo de tecnologías apropiadas. En la tabla 2.13 y 2.14 se muestran las instituciones de regulación y control y sus cumplimientos en el manejo de los residuos sólidos.

Todo lo anteriormente señalado se realiza dentro de un marco legal conformado por los siguientes instrumentos jurídicos:

1. Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela.
2. Ley Orgánica de Administración Central.
3. Ley Orgánica del Ambiente, Gaceta Oficial N° 30.004 de fecha 16 de Junio de 1.976.
4. Ley Orgánica de Salud, Gaceta Oficial N° 36.579 de fecha 11 de Noviembre de 1998
5. Ley Orgánica de Ordenación del Territorio, Gaceta Oficial 11 de Agosto de 1.983
6. Ley Orgánica de Régimen Municipal.
7. Ley Orgánica de Ordenación Urbanística.
8. Ley Orgánica de Descentralización, Delimitación y Transferencia de competencias del Poder Público.
9. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo.
10. Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 4.358 de fecha 3 de Enero de 1992
11. Ley para el manejo y recuperación de desechos peligrosos
12. Normas sobre manejo de material radiactivo.

13. Norma sobre el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos.
14. Normas para la clasificación y manejo de desechos en establecimientos de salud.
15. Normas para la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.
16. Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.
17. Reglamento sobre Guardería Ambiental.
18. Normas sanitarias para proyecto y operación de un relleno sanitario de residuos sólidos de índole atóxico.
19. Reglamento General de Plaguicidas.
20. Leyes aprobatorias de Convenios Internacionales y Protocolos firmados por la República.
21. Ordenanzas, Acuerdos, Decretos, Resoluciones y Reglamentos Municipales.

#### **Alcaldía del Municipio Simón Bolívar:**

“Ordenanza sobre el Servicio Público de Gestión, Manejo administración Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”. Alcaldía del Municipio Simón Bolívar. 2009 [**Anexo A**].

■ Reglamento Municipal, Parroquia el Carmen: El horario de recolección de basura se efectuará los días **martes, jueves y sábados** en el horario comprendido de **7:00am a 9:00am**. Bajo las siguientes normativas:

1. Esta prohibido sacar a la calle escombros y cachivaches.
2. La basura debe ser colocada en el frente de su casa en bolsas debidamente selladas.

3. Respete el horario establecido con ellos podremos cumplir con otras rutas.
4. Los establecimientos comerciales deben sacar sus desperdicios en bolsas negras y selladas después de las 8:00pm.

Los Servicios de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos y Domiciliarios, son de competencia propia exclusiva del Poder Municipal, quien la ejerce básicamente bajo las siguientes formas de gestión:

- Directa por el Municipio.
- Indirecta por institutos autónomos municipales.
- Indirecta por empresas, fundaciones, asociaciones civiles y otros organismos descentralizados del Municipio.
- Indirecta por organismos de cualquier naturaleza de carácter nacional estatal.
- Indirecta por particulares.
- Indirecta por mancomunidades.

**Tabla 2.13 Instituciones de Regulación y Control del Manejo de Residuos Sólidos. [3].**

N°	Actividades de Manejo Técnico	Tipos de Residuo Municipal	Hospitalario	Peligroso
1	Generación (reducción, minimización)	MSDS / Municipio	MSDS	MSDS / MARN
2	Almacenamiento	MSDS/ Municipio	MSDS	MSDS / MARN
3	Recolección	MSDS / Municipio	MSDS	MSDS / MARN
4	Transporte	MSDS / Municipio	MSDS	MSDS / MARN
5	Tratamiento	MSDS / Municipio	MSDS	MSDS / MARN
6	Disposición final	MARN / MSDS / Municipio	MSDS / MARN	MSDS / MARN
7	Limpieza pública	MSDS/Municipio	---	---
8	Reaprovechamiento (reciclaje, reutilización y recuperación)	Municipal	---	MSDS / MARN
9	Comercialización	Municipal	---	MSDS / MARN
10	Importación o exportación	---	---	MSDS / MARN
11	Emisiones al Ambiente	MARN / MSDS	MSDS	MSDS / MARN

MSDS: Ministerio de Salud y Desarrollo Social

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

**Tabla 2.14 Cumplimiento de las Competencias de las Instituciones del Sector de Residuos Sólidos. [3].**

N°	Instituciones	FUNCIONES						
		<i>Política</i>	<i>Norma / Regulación</i>	<i>Control</i>	<i>Manejo técnico</i>	<i>Financiero</i>	<i>Capacitación y asesoría</i>	<i>Investigación y estudio</i>
		M H P	M H P	M H P	M H P	M H P	M H P	M H P
<b>GOBIERNO NACIONAL</b>								
1	M. Salud	DDD	RRR				R R	R R
2	M. Ambiente	DDD	RR				R R	DR
3	M. Educación	D						
4	FONVIS					DDD		
5	FUNDACOMUN						FRR	
<b>GOBIERNO ESTADAL</b>								
6	Salud			DDD			DD	
7	Ambiente			DDD				
8	Gobernación			D				
<b>GOBIERNO LOCAL</b>								
9	Municipios			D	D			
10	Mancomunidad				R			
11	Concesión				R			
12	Micro Empresa				D			
<b>OTRA INSTITUCIÓN</b>								
13	Universidad						R R	RRR
14	Generador				DD			
15	ONGs						DDD	
16	O.					DD		
17	Empresa Privada				D			

M: Residuo Municipal

H: Residuos Hospitalario

P: Residuo Peligroso

D: Débil

R: Regular

F: Fuerte



El financiamiento de las inversiones en el área de desechos sólidos se ha realizado, en la mayoría de los casos, con fondos nacionales e internacionales.

En el ámbito nacional, los recursos asignados al área de manejo de residuos sólidos se encuentran en las Direcciones Generales de: Calidad Ambiental, Educación Ambiental y Control y Vigilancia del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y en el Ministerio de Salud y Desarrollo Social en la Dirección General de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria para ejercer las funciones inherentes a su área de competencia como organismos nacionales.

Por otro lado, FUNDACOMUN, organismo adscrito al Ministerio de Infraestructura, dentro de su presupuesto ordinario, asigna recursos para ejercer su función asesora a los municipios en los aspectos legales, técnicos y administrativos relacionados con el manejo de los residuos sólidos.

En el ámbito regional se han dado casos en los cuales las Gobernaciones asignan dentro de su presupuesto, partidas para la formulación y ejecución de proyectos y operativos especiales en el área del manejo de los residuos sólidos.

El Fondo Intergubernamental para la Descentralización (FIDES), asigna alícuotas al área de proyectos de manejo de residuos sólidos. En el ámbito local, los municipios, en sus respectivas ordenanzas de presupuesto, asignan a la prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario montos que oscilan entre el 4 y el 20% del total general.

La liquidación, facturación y cobranza de la tarifa del servicio de aseo urbano y domiciliario se realiza de manera directa por parte de Municipio y mediante la contratación del servicio de recaudación, generalmente asociado a otros servicios que poseen un sistema de facturación y control más eficiente. En este proceso, por lo

general, se registran porcentajes de recaudación de las tarifas de aseo urbano entre el 0,5 al 17% del costo total de prestación del servicio.

En la actualidad, la mayoría de los municipios, medianos y pequeños, realizan el servicio por gestión directa, sistema caracterizado por una falta de planificación organizacional, técnica y financiera. En el resto de los municipios que comprenden en su mayoría las capitales de estado, el servicio es realizado mediante contratos y concesiones con empresas privadas, institutos autónomos y corporaciones de servicios, etc. Se pueden observar igualmente, experiencias de la prestación de algunas fases del servicio a cargo de organizaciones comunitarias, tales como ONGS, cooperativas, microempresas, etc.

La asignación de recursos por parte de los municipios para el manejo de los residuos sólidos no se realiza en función de la estimación de costos y gastos, ni mucho menos se encuentran discriminados para los servicios de barrido, recolección, transporte y disposición final; sólo se establece un presupuesto global para el servicio de aseo urbano y domiciliario.

Para el desarrollo de los servicios de manejo de los residuos sólidos se han elaborado planes y estrategias dirigidos hacia:

#### ■ Aspectos Institucionales

1. Integración de las instituciones para fortalecer la creación del sector de los residuos sólidos, a través de la Comisión Técnica Nacional para Residuos y Desechos.
2. Descentralización de las competencias relacionadas con el manejo de los residuos sólidos.

3. Declaratoria de la problemática del manejo de los residuos sólidos como Emergencia Nacional por parte de la Asamblea Nacional.
4. Como consecuencia a lo anterior, dos comisiones permanentes de la Asamblea Nacional se abocan a la búsqueda de respuestas y elaboración del ordenamiento jurídico bajo el cual se regirá el manejo de los residuos sólidos, la Comisión Permanente de Ambiente, Recursos Naturales y Ordenación del Territorio y la Comisión Permanente de Administración y Servicios.
5. Promover la constitución de mancomunidades para optimizar los recursos y disminuir los impactos sobre el ambiente y la salud.
6. El MARN, con recursos de la banca internacional, impulsa la realización de planes operativos (8 en el año 2002 y 5 en el 2003) para el manejo de los residuos sólidos.
7. La asignación de recursos nacionales a través de organismos e instituciones del nivel central.

#### ■ Aspectos Legales.

1. La actualización de la normativa sanitaria ambiental vigente.
2. La elaboración y discusión del proyecto de ley de residuos y desechos sólidos, mediante consulta pública.
3. La asignación de rango constitucional a la figura de mancomunidad como figura asociativa de los municipios para la prestación del servicio.
  4. La participación activa y protagónica de las comunidades en la definición, ejecución, control y evaluación de la gestión pública en forma eficiente, suficiente y oportuna, a través de mecanismos concretos como el Consejo Local de Planificación de Políticas Públicas o la delegación de servicios a las comunidades organizadas.
5. Contraloría y fiscalización social con rango constitucional, la cual se encuentra en una fase muy incipiente.

### ■ Aspectos Socio-Comunitarios.

1. Sin embargo, es necesario destacar que la participación de las comunidades en las diferentes fases del servicio es pasiva en términos generales, con algunas excepciones
2. No hay identificación de las comunidades con la problemática sanitaria ambiental generada por el mal manejo de los residuos sólidos.
3. No existen en los programas educativos oficiales, contenidos relacionados con la educación para el manejo de los residuos sólidos.

#### **2.2.16 Estudio de composición de los desechos sólidos en Venezuela**

Dentro de los estudios realizados en el país, dirigidos a conocer la composición y características de los residuos sólidos municipales y recreacionales se presentan los siguientes resúmenes:

- **Mora, W. (Agosto 2005). [19].** La composición de los residuos sólidos determinada en medición de campo en el Parque Nacional Morrocoy establece que la fracción dominante es el vidrio todo el año. La segunda fracción es el plástico en película en temporada baja, mientras que en temporada alta lo desplaza de lugar la materia orgánica y plástico rígido. Con relación a la composición de residuos a nivel municipal, no se logra determinar en campo valores resientes, siendo los valores disponibles los reportados en el Plan Operativo para el Manejo Integral de Desechos Sólidos del Estado Falcón (2002), donde se reporta el dominio de la fracción de materia orgánica, seguido del plástico y el papel, apareciendo el vidrio en cuarto lugar con un 10% en peso.

- **Sánchez, R. (2001). [20].** Se presenta en la tabla 2.15, un estudio de composición de residuos sólidos realizados en la Ciudad de Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar. Esta ciudad se subdivide en tres sectores: Urbanizaciones, barrios y comercios; y los valores presentados corresponden por tipo de constituyentes y el origen de los mismos (bien duraderos, no duraderos, recipientes y empaques).
- **Sánchez, R. (Octubre 1999). [21].** Se observa que en las tablas; 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19; se agrupan los resultados encontrados en estudios sobre composición de residuos sólidos municipales por tamaño de la población en la localidad donde fueron realizados.

En municipios con población menor a 25.000 habitantes, la tasa de generación varía entre 0,3 y 0,65 Kg./hab./día; en municipios con población entre 25.000 y 50.000 habitantes el rango oscila de 0,29 a 0,75 Kg./hab./día; en los municipios con población entre 50.001 y 100.000 habitantes, el rango se estima entre 0,6 y 1,1 Kg./hab./día; con poblaciones entre 100.001 y 500.000 habitantes varía entre 0,6 y 1,15 Kg./hab./día y aquellos con poblaciones mayores a 500.000 habitantes, la tasa de generación alcanza hasta 1,2 Kg./hab./día.

Mientras mayor es la población de la localidad, la tendencia es hacia una mayor tasa de generación, lo cual se explica por la mayor actividad económica características de las localidades más grandes.

**Tabla 2.15** Características de los Desechos Sólidos Residenciales y Comerciales Generados en la Ciudad de Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, Venezuela

Constituyente	Origen del constituyente	Valor Obtenido por Sector (%)		
		Urbanizaciones	Barrios	Comercios
<b>Metales Ferrosos</b>	Bienes duraderos	0,61	0,26	0,36
	Bienes no duraderos	---	---	---
	Recipientes y empaques	1,46	0,98	0,73
	<b>Total</b>	<b>2,07</b>	<b>1,24</b>	<b>1,09</b>
<b>Metales no Ferrosos</b>	Bienes duraderos	0,01	---	---
	Bienes no duraderos	---	---	---
	Recipientes y empaques	0,24	0,12	0,30
	<b>Total</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>	<b>0,30</b>
<b>Plásticos y Gomas*</b>	Bienes duraderos	1,01	0,40	1,11
	Bienes no duraderos	4,44	3,26	5,91
	Recipientes y empaques	2,53	1,82	2,39
	<b>Total</b>	<b>7,98</b>	<b>5,48</b>	<b>9,41</b>
				<b>Continua</b>

**Continuación Tabla 2.15. Características de los Desechos Sólidos Residenciales y Comerciales Generados en la Ciudad de Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, Venezuela**

Constituyente	Origen del constituyente	Valor Obtenido por Sector (%)		
		Urbanizaciones	Barrios	Comercios
<b>Papel y Cartón</b>	Bienes duraderos	---	---	---
	Bienes no duraderos	8,79	5,12	7,22
	Recipientes y empaques	4,58	2,68	9,98
	<b>Total</b>	<b>13,57</b>	<b>7,80</b>	<b>17,20</b>
<b>Vidrio</b>	Bienes duraderos	0,02	0,08	0,38
	Bienes no duraderos	---	---	---
	Recipientes y empaques	3,28	2,11	5,00
	<b>Total</b>	<b>3,30</b>	<b>2,19</b>	<b>5,38</b>
<b>Textiles</b>		1,63	1,49	0,53
<b>Restos de Alimentos, desechos de jardinería</b>		70,42	81,11	62,29
<b>Madera</b>		0,32	0,10	0,42
<b>Anime</b>		0,06	0,05	0,04
<b>Varios</b>		0,40	0,42	3,34

\*67,2% rígido; 32,8% blando – actividad residencial; 70,4% rígido; 29,6% blando – actividad comercial

Fuente: Adaptado de Ref. [20]

**Tabla 2.16. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población Menor a 50.000 Habitantes.**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Residuos de Alimento	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Aragua	San Sebastián de los reyes	13,2	17,7	9,4	4,3	0,4	7,3	2,8	10,8	22,5	11,6
	Camatagua	13,0	17,5	9,2	4,4	0,4	7,4	2,2	11,0	23,7	11,2
Lara	Simón Planas	26,3	6,2	15,8	13,6	---	10,4	---	15,7	12,0	---
Sucre	Santos	15,1	6,0	8,2	2,9	0,4	3,9	0,3	62,5		0,7
	Cardenal	27,0	17,0	7,0	6,0	1,0	2,0	---	38,0		2,0
	Pueblo Llano	15,0	8,0	8,0	4,0	2,0	6,0	---	55,0		1,0
	Rivas Dávila	9,1	2,9	5,0	1,4	0,8	0,6	0,6	78,0		1,6
	Rangel	7,8	5,4	7,5	2,8	0,1	1,7	5,6	68,1		1,0
	Pinto Salinas	8,4	2,5	6,2	3,3	0,3	0,8	0,8	74,3		3,4
	Miranda	21,0	10,0	8,0	5,0	2,0	6,0	---	28,0		10,0
	Tovar	10,8	4,7	7,5	1,4	0,1	1,5	0,3	72,0		1,7
Sucre	9,1	5,8	5,2	2,4	---	1,1	---	74,2		2,2	
Miranda	Pedro Gual	11,5	5,6	5,4	1,5	---	3,0	0,4	28,8	20,0	23,5
Monagas	Sotillo	23,2	10,4	6,1	2,9	0,1	2,7	0,7	2,1	18,4	14,5
	Libertador	20,6	11,2	13,2	4,1	0,2	2,5	0,6	18,2	11,8	17,6
	Ezequiel	15,6	15,3	7,9	3,9	0,2	3,6	0,7	15,4	18,9	18,5
	Caripe	26,8	11,8	7,6	2,5	---	3,0	0,5	33,8	9,3	4,7

Fuente: Adaptado de Ref. [21]



**Tabla 2.17. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población entre 50.001 y 100.000 Habitantes.**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos Y cuero	Desperdicios de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
<b>Amazonas</b>	Atures	4,8	2,8	6,4	2,8	2,8	0,4	1,4	5,9	51,5	24,0
<b>Carabobo</b>	Diego Ibarra	14,9	8,7	3,2	2,0	---	2,0	2,0	6,9	19,3	41,0
<b>Lara</b>	Urdaneta	19,9	17,8	20,7	---	---	7,4	---	2,5	20,7	11,1
	Jiménez	24,4	17,8	21,0	---	2,2	7,5	---	18,4	8,0	0,7
<b>Mérida</b>	Campo Elías	13,7	2,5	5,2	1,4	0,1	0,7	0,6	70,0	70,0	5,8
<b>Miranda</b>	Páez Castillo	22,4	19,6	10,9	4,6	1,1	10,0	2,8	15,9	7,5	5,2
<b>Táchira</b>	Torbes	18,4	7,4	19,9	3,3	0,3	0,2	---	50,0	50,0	0,5

Fuente: Adaptado de Ref. [21]

**Tabla 2.18. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población entre 100.001 y 500.000 Habitantes.**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos Y Cuero	Desperdicios De Alimentos	Residuos de Jardinería	otros
					Fe	No Fe					
Aragua	Libertador-Lomas -Mariño	16,9	10,4	3,3	1,7	0,2	2,8	0,8	17,9	21,9	24,1
Carabobo	Juan José Mora-Pto. Cabello	21,5	9,3	8,9	4,0	0,5	4,5	2,1	21,6	11,6	16,0
Mérida	Libertador	18,6	5,6	9,3	2,3	0,3	1,9	2,0	57,9	57,9	2,1
Miranda	Plaza	22,4	10,9	19,7	4,6	1,1	10,0	2,8	15,9	7,5	5,1
Monagas	Maturín	19,2	12,9	7,9	2,8	0,2	3,2	0,40	26,2	11,8	15,4
Táchira	San Cristóbal	35,0	7,3	10,5	0,8	0,3	1,4	---	44,0	44,0	0,7

Fuente: Adaptado de Ref. [21]

**Tabla 2.19. Composición de los Residuos Sólidos Municipales en Algunas Localidades con Población Mayor de 500.000 Habitantes.**

Estado	Municipio	Papel y cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Desperdicios de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Bolívar	Caroní *	30,8	16,6	5,1	10,6	0,5	7,50	1,7	26,2	26,2	1,0
	Caroní **	29,9	16,30	4,7	0,3	0,5	0,8	0,3	46,9	46,9	0,3
Carabobo	Valencia	13,3	10,4	23,9	4,1	1,2	10,3	1,8	13,9	15,3	5,8
Zulia	Maracaibo	17,6	13,5	5,5	3,3	0,6	1,3	---	17,9	35,7	4,6
Distrito Federal		22,3	11,7	4,5	2,0	2,9	4,1	---	37,0	4,3	11,2

Fuente: Adaptado de Ref. [21]

**Tabla 2.20. Composición Típica de los Desechos (% en peso) en Diversos Lugares de Venezuela**

<b>CONSTITUYENTE</b>	<b>MARACAIBO</b>	<b>PORLAMA R</b>	<b>VALENCIA</b>	<b>MÉRIDA</b>	<b>PUERTO CARDÓN</b>	<b>CARACA S</b>
<b>Cartón y Papel</b>	17,58	25,08	45,84	32,87	34,70	22,26
<b>Metales Ferrosos</b>	3,27*	3,79	6,96	6,30	2,16	1,95
<b>Metales No Ferrosos</b>	0,55**	2,40	---	4,66**	1,08	2,89
<b>Vidrios</b>	5,50	7,42	5,98	10,96	7,93	4,52
<b>Textiles</b>	1,32	2,19	3,448	---	1,23	4,05
<b>Plástico</b>	13,54	11,20	4,48	8,36	9,79	11,70
<b>Residuos de</b>	17,89	16,83	32,90 <sup>@</sup>	36,85	25,02	36,98
<b>Residuos de</b>	35,66	15,63	---	---	11,27	4,34
<b>Tierra y Piedra</b>	3,06	2,80	---	---	2,73	---
<b>Madera</b>	0,69	0,50	0,36	---	1,66	2,68
<b>Otros</b>	0,90	12,16	---	---	2,35	8,64

\*Incluye metales ferrosos y no ferrosos

\*\* Incluye solo aluminio.

@ Residuos Putrescibles

Fuente: Adaptado de Ref. [22]

- **Labarca, L y Lares J. (Marzo 1984)** La tabla 2.21 hace referencia a un parámetro más específico (contenido de humedad) para los componentes establecidos.

**Tabla 2.21 Composición Porcentual de los Elementos Individuales y de su Respectivo Contenido de Humedad. [23]**

<b>Componentes</b>	<b>Peso Medio (%)</b>	<b>Humedad Media (%)</b>
<b>Vidrio</b>	6,621	2,00
<b>Metal</b>	5,960	3,00
<b>Papel</b>	34,900	23,80
<b>Plástico, Cuero, Caucho</b>	7,750	3,00
<b>Textiles</b>	2,030	12,00
<b>Alimentos</b>	33,030	59,46
<b>Inertes</b>	2,279	25,00
<b>Jardinería</b>	6,360	57,54
<b>Madera</b>	1,070	20,00
<b>Total</b>	100	

Los valores elevados de humedad son comunes en los alimentos y desechos de jardinería, ya que esos materiales poseen una humedad inherente, el porcentaje de humedad de los otros componentes depende de su humedad superficial




- **Blanco F., Jorge. (1979) [24].** En el resumen de la tabla 2.22 la Ciudad de Porlamar constituye una localidad atípica dentro del conjunto de conglomerados del Estado Nueva Esparta, por sus características de ciudad turística, las otras ciudades constituyen localidades típicas del Estado.

**Tabla 2.22. Composición Física de la Basura Domiciliaria Estado Nueva Esparta.**

Componentes	Porlamar		La Asunción y Otras del Distrito Arismendi		San Juan Bautista		Punta de Piedra		Boca de Pozo	
	Peso Húmedo Kg	%	Peso Húmedo Kg	%	Peso Húmedo Kg	%	Peso Húmedo Kg.	%	Peso Húmedo Kg.	%
<b>Cartones y</b>	21,90	48,66	11,44	25,43	8,91	19,80	5,27	11,70	6,30	14,00
<b>Desperdicios</b>	5,30	11,78	6,33	14,07	3,30	7,33	2,90	6,45	0,59	1,30
<b>Metales</b>	2,06	4,57	1,87	4,13	3,96	8,80	3,68	8,18	1,80	4,00
<b>Textiles</b>	0,82	1,81	1,17	2,60	0,34	0,75	0,59	1,30	1,48	3,30
<b>Tierra y Piedras</b>	3,91	8,69	5,69	12,65	9,21	20,47	15,37	34,15	18,45	41,00
<b>Desechos de</b>	5,42	12,05	13,46	29,90	4,87	10,83	3,62	8,05	12,15	27,00
<b>Madera</b>	0,27	0,61	0,16	0,36	0,72	1,60	1,06	2,35	0,70	1,55
<b>Vidrios</b>	2,00	4,45	2,21	4,90	5,49	12,20	6,86	15,25	2,05	4,55
<b>Gomas y</b>	0,18	0,41	0,22	0,49	2,70	6,00	----	----	----	----
<b>Cauchos</b>	0,07	0,15	0,15	0,33	----	----	0,97	2,15	----	----
<b>Plástico</b>	1,71	3,80	1,48	3,29	1,43	3,17	2,32	5,15	1,48	3,30
<b>Misceláneos</b>	1,36	3,02	0,83	1,85	4,07	9,05	2,36	5,27	----	----
<b>Total</b>	45	100	45	100	45	100	45	100	45	100



Fuente: Adaptado de Ref. [24]

**Tabla 2.23. Tipos de Plásticos Más Comunes. [25]**

Símbolos	Características	Usos y Aplicaciones
 <p><b>Polietileno Tereftalato</b></p>	<p>Se produce a través del Acido Tereftálico y el Etilenglicol por policondensación. Existen dos tipos: grado textil y botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.</p>	<p>Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.). Películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera (productos alimenticios), envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles (pavimentación /caminos); películas radiográficas.</p>
 <p><b>Polietileno de Alta Densidad</b></p>	<p>Es un termoplástico fabricado a partir del Etileno (elaborado a partir del Etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diferentes maneras: inyección, soplado, extrusión o rotomoldeo.</p>	<p>Envases para detergentes, lavandería, aceite automotor, shampoo, lácteos, bolsas para súper mercados, cajones para pescados, gaseosas y cerveza, baldes para pinturas, helados, aceites, tambores caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.</p>
 <p><b>Policloruro de Vinilo</b></p>	<p>Se produce a partir de dos materias primas naturales: 43% gas y 57% sal común. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos a totalmente flexibles. Se transforma por inyección, extrusión o soplado.</p>	<p>Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa. Perfiles para marcos de ventanas, puertas, caños para desagües domiciliarios y de redes, mangueras, blister para medicamentos, pilas, juguetes, envolturas para golosinas, películas flexibles para envasado (carne, fiambres, verduras), film cobertura, cables, cuerina, papel vinílico (decoración), catéteres, bolsas para sangre</p>



Continúa

Continuación Tabla 2.23. Tipos de Plásticos más Comunes. [25]

Símbolos	Características	Usos y Aplicaciones
	<p>Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD, es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: inyección, extrusión, soplado y rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.</p>	<p>Bolsas de todo tipo : supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para : Agro (recubrimiento de Acequias), envasamiento automático de alimentos y productos industriales (leche, agua, plásticos, etc.). Streech film, base para pañales descartables. Bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos. Tubos y pomos (cosméticos, medicamentos y alimentos), tuberías para riego.</p>
	<p>Es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando Etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y el de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.) se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado, extrusión y termoformado.</p>	<p>Película/Film (para alimentos, snacks, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria). Bolsas tejidas (para papas, cereales). Envases industriales (Big Bag). Hilos cabos, cordelería. Caños para agua caliente. Jeringas descartables. Tapas en general, envases. Bazar y menaje. Cajones para bebidas. Baldes para pintura, helados. Potes para margarina. Fibras para tapicería, cubrecamas, etc. Telas no tejidas (pañales descartables). Alfombras. Cajas de batería, paragolpes y autopartes</p>

Continúa

Continuación Tabla 2.23. Tipos de Plásticos más Comunes [25]

Símbolos	Características	Usos y Aplicaciones
 <p><b>Poliestireno</b></p>	<p>PS Cristal: es un polímero de estireno monómero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto: es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de inyección,</p>	<p>Potes para lácteos (yoghurt, postres, etc.), helados, dulces, etc. Envases varios, vasos, bandejas de supermercados y rotiserías. Heladeras: contrapueras, anaqueles. Cosmética: envases, máquinas de afeitar descartables. Bazar: platos, cubiertos, bandejas, etc. Juguetes, cassetes, blisters, etc. Aislantes: planchas de PS espumado.</p>
 <p><b>Otros Plásticos</b></p>	<p>En este rubro se incluyen una enorme variedad de plásticos tales como Policarbonato (PC), Poliamida (PA), ABS, SAN, EVA, Poliuretano (PU), Acrílico (PMMMA) entre otros. Se puede desarrollar un tipo de plástico para cada aplicación específica</p>	<p>En botellones de 10 y 20 litros de agua, materiales a prueba de balas, anteojos para sol, DVD, estructuras de iPod y computadoras, carteles y posters, algunos contenedores de alimentos, nylon entre otros.</p>



## 2.2.17 Glosario

**Acarreo:** Acción de acarrear; transporte, traslado de objetos de un sitio a otro.

**Almacenamiento:** Acción y efecto de acopiar los residuos y desechos sólidos tratados, en un sitio ambiental y sanitariamente apropiado.

**Aprovechamiento:** Proceso mediante el cual se obtiene un beneficio de los residuos sólidos, como un todo o a partir de él. El mismo puede ser realizado mediante técnicas de reaprovechamiento, reciclaje, recuperación o reutilización.

**Basura:** Desechos de cualquier naturaleza: desperdicios domésticos, cenizas, papel, cartón, vidrio, latas, envases desechables, restos de flores y plantas; desperdicios de comida; polvo y todo aquello que queremos desaparecer de nuestra vista porque ensucia o da la impresión de suciedad, de impurezas, manchas o turbiedad.

**Biodegradable:** Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivos, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos.

**Biogás:** El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de aire (esto es, en un ambiente anaeróbico). El producto resultante está formado por metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y otros gases en mucha menor medida que los anteriores.

**Código (CRETIB):** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico que por sus características CRETIB: Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables o Biológicas-Infeciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**Compostaje:** Proceso de descomposición aeróbica y anaeróbica de los tejidos y sustancias orgánicas, contenidas en los residuos y desechos sólidos, a partir del cual obtenemos un producto llamado compost.

**Desecho:** Todo material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación, para los cuales no se prevé un destino inmediato y deba ser eliminado o dispuesto en forma permanente.

**Desperdicio:** son los materiales, cuerpos u objetos que constituyen en sí los desechos o residuos.

**Disposición Final:** Fase mediante la cual se dispone en forma definitiva, sanitaria y ambientalmente segura, los residuos y desechos.

**Eliminación:** Prescindir de materiales resultantes de cualquier proceso productivo, los cuales no tienen un uso inmediato y deberá ser dispuestos en forma permanente.

**Estación de Transferencia:** Instalación permanente o provisional, en la cual se recibe el contenido de las unidades recolectoras de los residuos y desechos sólidos de baja capacidad, para ser transferido, procesado o no a unidades de mayor capacidad.

**Frecuencia de recolección:** corresponde al número de veces que dentro de un periodo determinado se recolectan los desechos sólidos generados en un inmueble.

**Generador de Residuos y Desechos Sólidos:** Toda persona natural y jurídica, pública o privada, que en razón de sus actividades genere residuos o desechos sólidos.

**Gestión Ambiental de Residuos y Desechos Sólidos:** es el conjunto de acciones, normativas y recursos financieros que se aplican a todas las etapas del manejo de los residuos y desechos sólidos desde su generación hasta su disposición final, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente de generación.

**Incineración:** Es una técnica para reducir química y físicamente los residuos y desechos sólidos, mediante el empleo de calor controlado.

**In situ:** En el lugar, en el sitio.

**Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos

**Manejo:** Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los residuos y desechos sólidos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende las etapas que van desde la generación hasta la disposición final y cualquier otra operación que los involucre.

**Métodos Heurísticos:** Los métodos heurísticos son estrategias generales de resolución y reglas de decisión utilizadas por los solucionadores de problemas, basadas en la experiencia previa con problemas similares. Estas estrategias indican las vías o posibles enfoques a seguir para alcanzar una solución.

**Nemátodos:** Son gusanos nematelmintos del filo de vermes pseudocelomados. Cuentan con un aparato digestivo con forma de tubo recto, que se extiende a lo largo del todo el cuerpo. Los nematodos son organismos, por lo general acuáticos, aunque también habitan en ambientes terrestres. Entre las más de 25.000 especies detectadas por los científicos, existen nematodos de vida libre y otros parásitos de plantas y animales (incluyendo al hombre). En los seres humanos, los nematodos causan enfermedades la triquinosis, la toxocariasis y la ascariasis, entre otras.

**Pepenadores o Recolectores:** personas que tiene como oficio la acción de buscar y seleccionar materiales aprovechables en un relleno sanitario.

**Permeabilidad:** Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

**Recolección:** Acción de recoger los residuos y desechos sólidos, para su transporte a áreas de tratamiento o disposición final.

**Recuperación:** Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido.

**Refinamiento:** método que consiste en recoger los materiales esparcidos en el lugar de almacenamiento.

**Relleno Sanitario:** Dispositivo destinado a la recepción y colocación adecuada, ordenado y como almacenamiento permanente en el suelo, de los desechos sólidos y semi-sólidos, que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, con el objetivo de evitar riesgo a la salud y controlar los desequilibrios ambientales que pueden generarse.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuo Sólidos Urbanos:** Su origen es diverso, ya que proviene de las viviendas, comercios, mercados, parques y jardines, hospitales, entre otros. La composición de estos residuos es muy heterogénea, contiene todo tipo de desperdicios, entre los cuales destacan los empaques, botellas de vidrios, latas, plásticos, papel, cartón, materia orgánica entre otros.

**Sitio de acopio:** son aquellos lugares donde se colocan los desechos provenientes de los distintos sectores de la comunidad, para facilitar su recolección.

**Talud:** Declive, inclinación de un terreno o de un muro.

**Tratamiento o procesamiento:** es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su manejo.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Generalidades**

El procedimiento preliminar a seguir en la ejecución de esta investigación fue el siguiente:

#### **3.2 Recopilación de datos**

Según la carta Magna [18] y la ley Orgánica de Régimen Municipal [26], son competencia de los municipios las actividades vinculadas a los residuos sólidos, es por ello, que con la finalidad de buscar colaboración se realizaron visitas a la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar (Secretaría de Cámara). Como resultado de las continuas visitas se recabó información disponible sobre el manejo de los desechos sólidos.

Los instrumentos legales vigentes en nuestro país que se tomaron en cuenta para el desarrollo del trabajo son los siguientes:

- Decreto N° 2.216: “Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos”

Gaceta Oficial N° 4.418 Extraordinario de fecha 27 de Abril de 1.992. [6]

- Gaceta Oficial N° 38.068: “Ley de residuos y desechos Sólidos”. Año 2004. [28]
- Reforma de la Ordenanza sobre el Servicio Público de Gestión, Manejo y Administración Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”. De la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, fecha 31 de Marzo de 2.009. (Anexo A).

Con la finalidad de conocer las características físicas del área en estudio, se obtuvo el plano aerofotogramétrico digital de los Boyacá (Barcelona) hoja L-13 del Ministerio de Infraestructura (1.999), escala 1:5000.

Se le realizó una entrevista al señor Rafael Marcano Jefe de Operaciones de la empresa MASUR Barcelona C.A., encargada de la recolección domiciliaría en el Municipio Simón Bolívar desde lo que va de año, con la finalidad de conocer el funcionamiento del servicio de aseo urbano y domiciliario; la frecuencia, el horario y la ruta que emplean para la recolección y así mismo los equipos y el personal a emplearse en el servicio de recogida. Estos datos se recabaron en la planilla del anexo C.

Posteriormente, se efectuó una visita al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), para solicitar información acerca de los últimos censos de población realizados en la zona de estudio.

El INE no reporto censos en esta área, excepto en la zona de Boyacá VI y el conjunto residencial Ciudad Barcelona que comprende 4 condominios (Irene de Mongua, Alberto Lovera, Celenia de Balza y Amparo Spluguer). En vista de esto se obtuvo la información en los censos realizados por cada consejo comunal en las urbanizaciones a estudiar.

Se realizaron visitas al Relleno Sanitario “Cerro de Piedra”, en la cual se efectuaron consultas al personal encargado de la administración, con la finalidad de constatar los componentes técnicos-operativos del sitio de disposición.

Por ultimo se realizó una visita al Mercado de Boyacá III, Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui. En el cual se obtuvo un permiso para realizar la clasificación de los desechos sólidos que allí se generan, dentro de sus instalaciones.

### **3.3 Encuestas a los consejos comunales**

Para la obtención de los datos sobre los desechos generados en la comunidad y su disposición se efectuó una encuesta directamente a los consejos comunales ubicados en las urbanizaciones comprendidas en el área de estudio.

La tasa de crecimiento para el Municipio Simón Bolívar del estado Anzoátegui es equivalente a 3,60 %, según el Instituto Nacional de Estadística (INE). En los reportes estadísticos realizados por el INE, no se halló información de censo poblacional en esta área, ya que el último censo reportado por el INE es del año 2001 y para entonces muchas de estas urbanizaciones estaban en construcción, en proceso de invasión, no habitadas o no existían; con excepción de Boyacá VI y el conjunto residencial Ciudad Barcelona que comprende 4 condominios (Irene de Mongua, Alberto Lovera, Celenia de Balza y Amparo Spluguer), si están presentes en el reporte estadístico. En vista de esto, para el cálculo de la población, se obtuvo la información de los consejos comunales en cada urbanización del área; ya que cada uno de ellos tiene registrado el censo de su comunidad como uno de sus requisitos establecidos.



La encuesta realizada a cada uno de estos consejos comunales arroja mucha información (ver anexo D), entre ellas la estimación de la población, para un total aproximado de 11.093 hab. (Ver tabla 3.1)

**Tabla 3.1. Reporte del Censo Poblacional Arrojados por los Consejos Comunales**

<b>URBANIZACIÓN</b>	<b>CONSEJO COMUNAL</b>	<b>N° de Hab.</b>
José Félix Ribas	José Félix Ribas	300
Vídriales Este	Los Vídriales Este	670
Vídriales Oeste	ASOCORELI	864
La yulesca	Yulesca	1.169
Boyacá VI	Boyacá VI	818
Irene de Mongua	Irene de Mongua	230
Alberto Lovera	Alberto Lovera	200
Celenia de Balza	Celenia de Balza	210
Amparo Spluguer	Amparo Spluguer	186
Virgen del Valle I	Virgen del Valle I	186
Virgen del Valle II	Virgen del Valle II	248
La Florida I	La Florida I	330
Miguel Otero Silva Florida II	Florida II	870
Andrés Eloy Blanco	No hay	480
Ezequiel Zamora Sector A	Ezequiel Zamora	1.620
Ezequiel Zamora Sector B	Unidos Por la Comunidad	1.222
Mercado Boyacá III	Servicio Autónomo dependiente del estado	1.400
CICPC	Servicio Autónomo dependiente del estado	90
		<b>Σ 11.093</b>

Fuente: Consejos Comunales.

### 3.4 Determinación de la tasa de generación

Para determinar la tasa de generación, primero se conoció la cantidad de los desechos sólidos generados por día; información que fue suministrada por MASUR, y la población actual de las urbanizaciones seleccionadas.

Conforme a las proyecciones proporcionadas por el INE, la población para el Municipio Simón Bolívar en el año 2009 es 440.363 habitantes.

Por lo tanto la tasa de generación en el Municipio Simón Bolívar se obtuvo aplicando la ec. 2.4 en la siguiente forma:

$$Ts = \frac{485.000Kg / dia}{440.363hab} \quad Ts = 1.1kg / hab / dia$$

Para la Tasa de Generación en la zona de estudio se tomó los siguientes valores, obtenidos de la recogida diaria en los camiones compactador y 350:

Zona de Recogida	Peso Promedio (Kg./día)
Residencial	2.747,14
Comercial	727,9
Avenida	450
<b>Total</b>	<b>3.925,04</b>

El número de habitantes en la zona de estudio es de aproximadamente 11.093 hab. Por lo tanto la tasa de generación se obtuvo de la siguiente forma:

$$Ts = \frac{3.925,04Kg / dia}{11.093hab} \quad Ts = 0,35kg / hab / dia$$

### 3.5 Análisis de rutas de recolección de los desechos sólidos

La empresa MASUR Barcelona CA., encargada de la recolección de los desechos sólidos, cuenta con una ruta y un horario ya establecido en cada Parroquia del Municipio Simón Bolívar; ver figura 3.1. De acuerdo al número de unidades operativas y la zona a sanear.



**Figura 3.1** MASUR Barcelona C.A

**Fuente Pronia**

La recolección de los desechos sólidos en el área de estudio se efectúa los días martes, jueves y sábados en un horario comprendido entre las 7 y 9 am. y los días lunes, miércoles y viernes; envían camiones 3-50 (unidades en alquiler por la empresa), para sanear sólo las avenidas de la zona en estudio en los turnos diurnos y nocturnos. En la zona del mercado el servicio de recolección es diario en el horario comprendido entre 12 a 2 pm. Siguiendo con esta ordenanza por parte de la empresa se acordó realizar el estudio de la ruta los días martes, jueves y sábado.

Una vez acordado los días de salidas se prepararon los materiales necesarios para llevar (plano del área, cronómetro, papel, lápiz y mucha disposición).

Durante el recorrido en la unidad recolectora se obtuvo la siguiente información: inicio de la jornada, inicio y final de la ruta, dirección del recorrido condiciones de las unidades recolectoras empleadas, maniobra, tiempo y condiciones de operación de los trabajadores, velocidad y distancia recorrida en la recolección; y el volumen de desechos sólidos compactado en la recolección.

En el anexo D, se presentaron los resultados de los tres días de estudio correspondientes a los tiempos de recolección en las comunidades hasta el relleno sanitario y tiempo de estadía de la unidad recolectora en el relleno. A partir de estos resultados se realizó un promedio de todos los tiempos, por ejemplo:

Valor promedio del tiempo de recolección en el área de estudio (con excepción de la zona del mercado).

$$T.rec = \frac{303 \text{ min} + 331 \text{ min} + 358 \text{ min}}{3}$$

$$T.rec = 331 \text{ min}$$

El tiempo de 90 min., no se incluyó en el cálculo del valor promedio del tiempo de recolección, porque la unidad no culminó el servicio de recolección. De esta misma forma se determinaron los tiempos promedio de recorrido desde las comunidades hasta el relleno sanitario y el tiempo de estadía de la unidad recolectora en el relleno.

Tomando en cuenta que la jornada de trabajo es de 8 horas, se determinó el número de viajes a efectuarse en un día de recolección.

Para calcularse el número de viajes, se aplicó la ec. 2.12

$$N^{\circ} \text{ viajes} = \frac{480 \text{ min}}{331 \text{ min} + 44 \text{ min} + 23 \text{ min}}$$

$$N^{\circ} \text{ viajes} = 1.20 \text{ viajes} \approx \mathbf{1 \text{ viaje diario}}$$

### 3.6 Tiempos promedios de operación

Durante los tres días de análisis de las rutas, fueron determinados los tiempos promedios de operación, tales como compactación, refinamiento y maniobras de reto.

Todos los tiempos de operación se determinaron mediante el uso de un cronómetro y haciendo un promedio de los tiempos medidos durante tres (3) días. El tiempo de compactación se midió desde que la cajuela una vez completada su capacidad, comprimía los desechos sólidos hasta el interior de la unidad. El refinamiento pertenecía al tiempo de recolección de los materiales esparcidos (basura, cenizas, entre otros.). Y por último, la maniobra de retro fue el tiempo en que la unidad tardaba en ingresar hasta las calles sin salida.

El cálculo del tiempo de refinamiento, se elaboró haciendo promedio, es decir, una sumatoria de todos los tiempos dividido entre el número del mismo, como se indica a continuación:

$$\mathbf{\text{Tiempo de refinamiento}} = (2 \text{ min} + 5 \text{ min.} + 2 \text{ min.} + 20 \text{ min } 17 \text{ seg.} + 3 \text{ min. } 40 \text{ seg.} + 8 \text{ min. } 34 \text{ seg.} + 22 \text{ min. } 15 \text{ seg.} + 1 \text{ min. } 37 \text{ seg.}) / 8$$

$$\mathbf{\text{Tiempo de refinamiento}} = 8 \text{ min. } 8,46 \text{ seg.}$$

Para calcular los demás tiempos de operación, se realiza el mismo procedimiento anterior.

Estos valores del tiempo pueden variar debido a diferentes factores, tales como:

- Cantidad de desechos sólidos a recolectar.
- Tipo de desechos (colchones, troncos de árboles, láminas de zinc, luces de emergencia, entre otros.).
- Acceso y movilidad a las calles o avenidas.
- Al no pasar el servicio del aseo.

### **3.7 Estudio de cantidad y composición de los desechos sólidos**

#### **3.7.1 En las urbanizaciones o zonas residenciales**

Para determinar la cantidad y composición de los desechos sólidos, se requirió de una muestra representativa, debido a que el camión de la ruta presentaba fallas en esos días; nos vimos en la obligación de alquilar una camioneta tipo picout, marca Chevrolet y tomar la muestra personalmente en las afueras de las urbanizaciones para así hacer el estudio. Ver figura 3.2 y 3.3



**Figura 3.2** Camioneta Picout.

Fuente Propia.

Para la realización del estudio se habilitó dentro del patio de MASUR (operaciones) un espacio con adecuada iluminación, aireación y fácil acceso; para

descargar la muestra de la camioneta recolectora en alquiler, debidamente autorizado por la empresa MASUR.

Esta área de MASUR (operaciones) es utilizada como estacionamiento y servicios de mantenimiento a las unidades compactadoras encargadas de la recolección de los desechos sólidos en el Municipio Simón Bolívar de Barcelona, y comprende un área alrededor de 2000 m<sup>2</sup>.

El estudio de cantidad y composición de los desechos sólidos se realizó durante cinco días, a partir del Lunes 15/06/09 hasta el Viernes 19/06/09, (no fue posible efectuarlos durante las siguientes semanas al estudio de las rutas debido a inconvenientes presentados en el Relleno Sanitario (Cerro de Piedra, se encontraba en paro, y por ende esto afectaba a MASUR).

Para este estudio se abrieron y vaciaron de 10 a 12 bolsas plásticas que en total pesaban de unos 93,1 Kg. a 112,12Kg., como se muestran en la figura 3.4



**Figura 3.3** Descarga de las Bolsas para la Clasificación.

**Fuente Propia**



**Figura 3.4** Muestras Abiertas Preparadas para la Clasificación  
**Fuente Propia**

Se observó que la mayoría de las bolsas se encontraban húmedas y se utilizaron palas y rastrillos (suministrados por MASUR) para esparcir los desechos.



**Figura 3.5** Bolsas Húmedas.  
**Fuente Propia**



Luego se inició la clasificación de cada uno de los materiales, donde al separarlos, se depositaban en bolsas plásticas debidamente identificadas por las categorías encontradas en la muestra.



**Figura 3.6** Bolsas Identificadas por Categoría.

**Fuente Propia**

En total, se clasificaron 11 tipos de desechos al ser estudiados; y por último, se realizó el pesaje de cada componente y la anotación del mismo.



**Figura 3.7** Pesaje de las Bolsas ya Clasificadas.

**Fuente Propia**



**Figura 3.8** Control de Pesaje (Plástico Flexible)

**Fuente Propia**



**Figura 3.9** Control de Pesaje (Madera)

**Fuente Propia**

La composición física promedio de los desechos sólidos se determinó realizando un promedio de los porcentajes en peso, de los cinco días para cada uno de los componentes.

### **3.7.2 En el mercado, Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui. (zona comercial)**

El mercado de Boyacá III, Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui a un año de su inauguración en sus nuevas instalaciones, con 645 puestos comerciales; ordenados por áreas y rubros como por ejemplo: el área de ropa, comida, carnes, artesanía, víveres, ferretería, peluquería, verduras y hortalizas, el área de pescado y pollos funcionan en el mercado viejo, pues aun esta en construcción esta zona en el mercado nuevo. Ver figura 3.10 y 3.11



**Figura 3.10** Mercado Gral. (Div.) José Antonio Anzoátegui, Boyacá III

**Fuente Propia**



**Figura 3.11** Área en Construcción para la Venta de Pescado y Pollos Vivos.

**Fuente Propia**

Para determinar la cantidad y composición de los desechos sólidos, en el Mercado de Boyacá III, se necesitó la cooperación de todos los adjudicatarios del mercado, para que ellos mismo hiciesen la clasificación de los desechos sólidos desde sus puestos de trabajo. Para ello se contó con la ayuda de la directiva del mercado; la Dra. Eddy Betancourt y la licenciada Silvia Márquez. Quienes nos autorizaron realizar charlas de clasificación de los desechos sólidos a los adjudicatarios; igualmente la donación de 300 bolsas para la clasificación de los desechos sólidos, las cuales fueron debidamente identificadas y entregadas a los adjudicatarios; también el acondicionamiento de un espacio en el estacionamiento para recibir las bolsas ya clasificadas.



**Figura 3.12** Dra. Eddy Betancourt. Directiva del Mercado

**Fuente Propia**



**Figura 3.13** Dotación de 300 bolsas para la Clasificación

**Fuente Propia**

Este estudio de cantidad y composición de los desechos sólidos se realizó el día sábado 20/06/09 por ser el día más activo dentro del mercado, la jornada de recolección se inició a las 7:00 am., culminando a las 2:30 pm.



**Figura 3.14** Entrega de las Bolsas a los Adjudicatarios

**Fuente Propia**

Las bolsas se clasificaron en: papel, plástico, cartón, vidrio desechos orgánicos (desperdicios de comidas; restos de verduras, frutas y hortalizas; vísceras de pescados, gallinas y pollos; huesos y cueros de ganado), y barrido (encontrándose en este todos los residuos que fueron recogidos en los pasillos).



**Figura 3.15** Clasificación de la Bolsas.

**Fuente Propia**

### **3.8 Distribución de pesos de la composición de los residuos sólidos**

#### **3.8.1 En la zona residencial**

Para llevar a cabo la distribución de los pesos de cada una de las muestras, se realizó un pesaje previo de todas las bolsas plásticas a muestrear (peso total muestreado). Finalizada la separación de todos los componentes, se volvieron a pesar (peso total clasificado), la diferencia entre estos dos pesos totales, se debe a la pérdida de humedad de los componentes debido a que están expuestos al aire.



**Figura 3.16** Muestra para la Clasificación  
**Fuente Propia**

Para el 15 de Junio de 2009, se tomó una muestra de 112,700 Kg. se clasificaron las categorías de desechos seleccionadas, y el peso total clasificado se obtuvo de la siguiente manera:



**Figura 3.17.** Recolección de la Muestra.  
**Fuente Propia.**



**Peso Total Clasificado** = 11,92 Kg (plástico) + 21,40 Kg. (jardinería) + 2,56 Kg (tetra pak) + 5,22 Kg. (vidrio) + 3,10 Kg. (metal) + 15,55 Kg (papel) + 30,67 Kg (desechos orgánicos) + 3,66 Kg. (cartón) + 2,14 Kg (ropa textil) + 1,10 Kg. (madera) + 14,80 Kg (varios).

**Peso total clasificado** = 112,12 Kg

**Diferencia** = Peso total muestreado – Peso total clasificado

**Diferencia** = 112,70 Kg. – 112,12 Kg.

**Diferencia** = 0,58 Kg.

#### ■ Elementos Estadísticos:

Las fórmulas empleadas para dichas pruebas fueron la **Ec. 2.9; 2.10 y 2.11**.

Como muestra de cálculo de los elementos estadísticos, se empleó los datos obtenidos de los plásticos de la composición de los desechos sólidos.

**Categoría:** Plásticos.

$$\bar{X} = \frac{(11,92 + 8,10 + 9,27 + 6,83 + 11,10)}{5} \rightarrow \text{Media : } 9,444$$

$$v = \frac{(17,5425)}{4} \rightarrow \text{Varianza : } 4,3856$$

$$d = (4,3856)^{1/2} \rightarrow \text{Desviación Standard: } 2,0942$$

A partir del valor de la media, se determinó el porcentaje en peso promedio de los componentes por ejemplo:

Peso total promedio =  $\sum$  Media de las categorías

Peso total promedio = 9,444 Kg. + 23,210 Kg. + 2,112 Kg. + 4,776 Kg. + 3,764 Kg. + 10,930Kg. + 27,808 Kg. + 4,112 Kg. + 1,760 Kg. + 1,700 Kg. + 15,220 Kg.

Peso total promedio = 104,836 Kg.

$$\%EnPeso(plástico) = \frac{9,444Kg. * 100}{104,836}$$

% En Peso (plástico) = 9,0 %

Este mismo procedimiento se realiza para las demás categorías.

### 3.8.2 En el mercado

Para la realización de la distribución de los pesos, el día sábado 20/06/09; con la colaboración de los adjudicatarios se hizo la jornada de clasificación ver figura 3.18.



**Figura 3.18.** Colaboración de los Adjudicatarios

**Fuente Propia**

El peso total clasificado se obtuvo en las siguientes categorías:

**Tabla 3.2. Distribución de Pesos de la Composición de los Desechos Sólidos.**

<b>Categoría</b>	<b>Peso Clasificado (Kg.)</b>
Restos de verduras y hortalizas	265,5
Plásticos	18,1
Papel y cartón	19,6
Vidrio	7,7
Barrido	45,8
Desechos orgánicos	371,2
<b>ΣPeso Total Clasificado</b>	<b>727,9</b>

Fuente Propia

### 3.9 Diseño de rutas

Tomando en cuenta los aspectos propuestos por el método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [·33] para el diseño óptimo de rutas de recolección con compactadores, es necesario realizar los siguientes pasos: sectorización del área de estudio, diagramación de las rutas del recorrido e implantación y evaluación de dichas rutas. Los dos últimos pasos se explican en el capítulo IV.

### 3.10 Sectorización del área de estudio

Utilizando toda la capacidad del equipo y realizando un solo viaje para el trabajo de recolección, el área de estudio se dividió en dos sectores.

#### 3.10.1 Datos de sectorización

- Población total: 11.093 Habitantes aproximadamente:
- Área Total: 60.73 hectáreas aproximadamente
  - Zona Residencial: 56,37 hectáreas aprox.
  - Zona Comercial: 4,36 hectáreas aprox.
- Tasa de generación : 0,35 Kg./ hab./ día
- Densidad de la basura en el camión: 500 Kg. /m<sup>3</sup>
- Densidad de Población
  - Zona Residencial: 171,95 hab. / ha
  - Zona Comercial: 321,10 hab. / ha
- Capacidad del equipo de recolección disponible:
  - Zona Residencial: 10 compactadoras de 10ton. (19 m<sup>3</sup>) y
  - Zona Comercial: Un Camión 350 de 2ton. (3,8 m<sup>3</sup>)

■ Frecuencia de recolección

Zona Residencial: 3 veces por semana

Zona Comercial: todos los días

■ Número de viajes factibles de realizar por camión durante la jornada normal de trabajo:

Zona Residencial: De 1 a 2 viajes.

Zona Comercial: 1 viajes

### 3.10.2 Procedimiento de cálculo para determinar el tamaño de los sectores

La recolección se realiza 3 veces por semana (Martes, Jueves y Sábados), en la primera recolección se recoge los desechos generados en 3 días (Sábado, Domingo y Lunes), y en las otra los que se producen en 2 días. Por lo tanto, es necesario adoptar 3 días como factor de diseño.

■ **Zona Residencial:**

$9.693 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. / hab. /día} * 3 \text{ días/ } 1^{\text{era}} \text{ recolección} = 10,18 \text{ ton. / } 1^{\text{era}} \text{ recolección.}$

$$\text{a) Número de Sectores} = \frac{10,18\text{ton.}/1^{\text{era}} \text{ recolección}}{10\text{ton.}/\text{viaje} * 1\text{viaje}/\text{sector}/1^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

$$\text{Número de Sectores} = 1,02 \approx \mathbf{1 \text{ sector}}$$

$$\text{b) Habitantes por Sector} = \frac{9.693\text{hab.}}{1\text{sector}} = \mathbf{9.693 \text{ hab. /sector}}$$

- c) La capacidad de recolección de un viaje se puede calcular de la siguiente manera:

$$19 \text{ m}^3 / \text{viaje} * 500 \text{ Kg. /m}^3 = \mathbf{9,5 \text{ ton/viaje}}$$

Cada camión compactador puede ofrecer el servicio de recolección domiciliario a cuatro sectores tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{6 \text{ días / semana} * 1 \text{ viajes / días / camión}}{3 \text{ viajes / sector / semana}} = 2 \text{ sectores / camión}$$

Por consiguiente, es necesario asignar un camión compactador para las urbanizaciones ver tabla 3.3

#### ■ Zona Comercial:

$1.400 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. / hab. / día} * 2 \text{ días/ 1}^{\text{era}} \text{ recolección} = 0,98 \text{ ton. / 1}^{\text{era}} \text{ recolección.}$

$$\text{a) Número de Sectores} = \frac{0,98 \text{ ton. / 1}^{\text{era}} \text{ recolección}}{2 \text{ ton.} * 1 \text{ viaje / sector / 1}^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

$$\text{Número de Sectores} = 0,49 \approx \mathbf{1 \text{ sector}}$$

$$\text{b) Habitantes por Sector} = \frac{1.400 \text{ hab.}}{1 \text{ sector}} = \mathbf{1.400 \text{ hab. /sector}}$$

Cada camión 350 puede ofrecer el servicio de recolección domiciliario a 1 sector tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{7 \text{ días / semana} * 1 \text{ viajes / días / camión}}{7 \text{ viajes / sector / semana}} = 1 \text{ sectores / camión}$$

Por consiguiente, es necesario asignar un camión 350 a la zona del mercado ver tabla 3.3

**Tabla 3.3. Resumen de las Características de los Sectores Seleccionados.**

Zona	Nº de Sectores	Capacidad de la unidad	Carga por Viaje	Factor de capacidad
<b>Residencial</b>	1	10ton.	(*) 10,18 ton./viaje	100%
			(**) 6,78 ton./viaje	67,8%
<b>Comercial</b>	1	2ton.	(*) 0,98 ton./viaje	49%
			(**)0,49 ton./viaje	24,5%

Fuente Propia

(\*) 1er Viaje

$$3.231 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. /hab./ dia} * 3 \text{ dias/1viaje} = 10,18 \text{ ton./viaje}$$

(\*\*) 2do Viaje

$$3.231 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. /hab./ dia} * 2 \text{ dias/1viaje} = 6,78 \text{ ton. /viaje}$$

(\*) 1er Viaje

$$1.400 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. /hab./ dia} * 2 \text{ dias/1viaje} = 0,98 \text{ ton./viaje}$$

(\*\*) 2do Viaje

$$1.400 \text{ hab.} * 0,35 \text{ Kg. /hab./ dia} * 1 \text{ dias/1viaje} = 0,49 \text{ ton./viaje}$$

**Factor de Capacidad** = carga por viaje dividida entre la capacidad de recolección por viaje.

Según las Normas CEPIS, la zona en estudio debe dividirse en un solo sector y tres sectores respectivamente, a fin de realizar un trazado de ruta por viaje. Sin embargo, aunque esta zona posee suficiente acceso para la elaboración de tres trazados, se optó por reacondicionar el trazado de las dos rutas asumidas actualmente. Planos ruta actual figura 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23. Ubicados al final de este capítulo.

### 3.11 Características de los desechos sólidos

#### ■ **Humedad:**

Para el cálculo de humedad, se tomó una muestra de 971gr. de desechos sólidos como: plástico (flexible y duro), desecho orgánico (jardinería y vegetales), cartón, papel y tetra pak; la cual se llevo al horno a una temperatura mayor de 80°C, ya que el horno presentaba fallas en el controlador de temperatura, por ende su temperatura no puedo ser graduada; se espero un tiempo de dos horas, iniciando el ensayo a las 8:24am y concluyendo a las 10: 24am; volvimos a pesar la muestra y se obtuvo un peso seco de 910gr. para lograr el siguiente resultado de humedad:

De la ecuación 2.1 obtenemos:

$$Humedad = \frac{971gr - 910gr}{971gr} * 100 \quad Humedad = 6,2822\%$$



### ■ **Densidad:**

Para el cálculo de la densidad de la basura, se tomo el volumen del camión compactador y el peso de la basura recolectada, en un día de recorrido; para así obtener este resultado.

$$D = \frac{m}{v} = \text{Peso de la basura en Kg} / \text{Volumen del tambor compactador en m}^3$$

$$D = 5.580 \text{ Kg} / 19 \text{ m}^3 = 293,68 \text{ Kg/m}^3$$

### ■ **Poder Calorífico:**

Para el cálculo teórico del Poder Calorífico se empleó la **Ec. 2.2**

Como muestra de cálculo se empleó los pesos obtenidos en la clasificación de los Desechos Sólidos y el poder calorífico teórico de cada componente, se adoptaron los valores del anexo G, de cada componente seco.

**Categoría:** Plástico

$$Pc_{\text{Plástico}} = 9.000 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Pc_{\text{Plástico}} = 11,92 \text{ Kg.} * 9.000 \text{ Kcal./Kg.} + 8,10 \text{ Kg.} * 9.000 \text{ Kcal./Kg.} + 9,27 \text{ Kg.} * 9.000 \text{ Kcal./Kg.} + 6,83 \text{ Kg.} * 9.000 \text{ Kcal./Kg.} + 11.10 \text{ Kg.} * 9.000 \text{ Kcal./Kg.}$$

$$Pc_{\text{Plástico}} = 424.980 \text{ Kcal.}$$

De igual forma se realizó para las otras categorías.

### 3.12 Evaluación de la población futura

Aparte de las 16 Urbanizaciones presentes en el área de estudio en la zona Nor-Este de esta área tratada se encuentra por concluir la Urbanización Jesucristo es el Camino, con un total de 15 edificios de 2 torres y 16 apartamentos por torres. Estimando 4 habitantes por apartamentos se estaría hablando aproximadamente de 1.920 habitantes que se sumarían a la población actual dando un valor aproximado de 13.013 habitantes para finales del presente año 2.009 o comienzo del 2.010.



**Figura 3.19** Urbanización en Construcción “Jesucristo es el Camino”

**Fuente Propia**

Aumentando el total de desechos generados en un día en la zona de estudio

$$Ds = 13013 \text{ hab} * 0,35 \text{ Kg/hab/día} \longrightarrow Ds = 4.554,55 \text{ Kg/día}$$

Por ende aumentarían los tiempos de recolección y se modificarían las rutas de la manera como se muestra en la Fig. 4.22 (Planos)

### 3.13 Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se emplearon en esta investigación, son los siguientes:

#### Materiales

- Mascarillas.
- Guantes.
- Bolsas plásticas.
- Bragas.
- Botas de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Escobas.
- Rastrillos
- Envase de aluminio

#### Equipos

- Cámara Fotográfica digital. Marca Soni
- Balanza. Marca: Precizzo. Clase: IIII. Modelo: M2A. Capacidad: 200kg x 500g. Carga Mínima: 10kg. Apreciación: 1kg.
- Romana. Marca: Precizzo. Capacidad mínima 1Kg, capacidad máxima 20Kg. Modelo colgante (M.I.C) . Apreciación: 0,02kg
- Cronómetro. Marca: Casio. Apreciación: 0.01seg
- Computadora Pentium IV Samsun 793s
- Horno eléctrico. Marca: SOILTEST temperatura (55-300°C) con apreciación de 5°C

- Balanza Triple Beam Balance. Marca DHAUS. Capacidad: 2.610gr. apreciación: 0,1gr.

**NOTA:** Ver figuras en la carpeta anexa de este disco (Documentos en AUTOCAD: Trazado de ruta actual).

## CAPITULO IV

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Evaluación de encuestas

Los resultados observados de la encuesta dirigida a los Consejos Comunales se presentaron en la tabla resumen 4.1

**Tabla 4.1. Evaluación de Encuestas a los Consejos Comunales en la Zona de Estudio.**

<b>Categoría</b>	<b>Resultados</b>
Recipientes Empleados	73% Bolsas 14% Pipotes 13% Cajas
Frecuencia de Disposición	31,58% 2 Días a la Semana 21,05% Irregular-Escaso 15,79% 3 Días a la Semana 15,79% Diario 10,53% Nunca
Porcentaje que cancela el servicio	38% Cancela 62% No Cancela
Grado de interés en participar en la separación de los	85% No está interesado 15% Está interesado

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados demuestran lo siguiente:

■ Los desechos sólidos se almacenan mayormente en bolsas plásticas desechables ya que favorece la alternativa de recogida a pie de acera método utilizado en esta zona, y pueden ser de distintas capacidades. La utilización de las bolsas aumenta la velocidad y eficacia de recogida, reduce el contacto del personal y los residuos, ofrece facilidades de manipulación para el usuario y el servicio de recolección, y suprime las operaciones de retorno y mantenimiento. ver figura 4.1



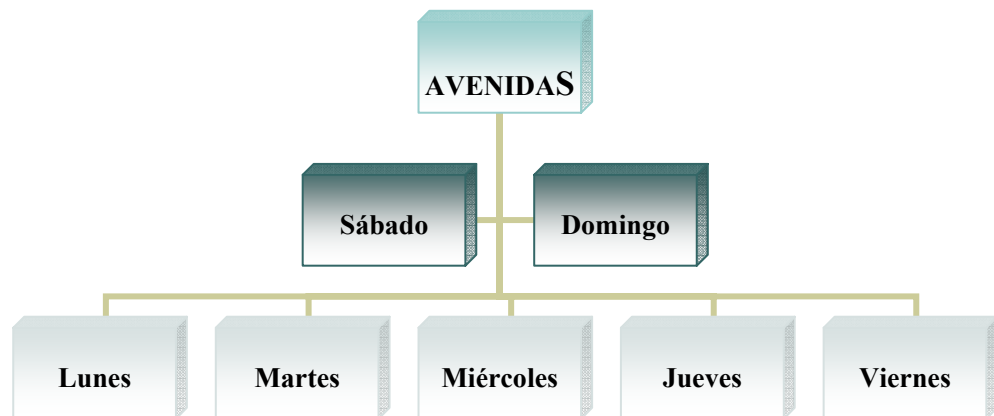
**Figura 4.1** Recolección de los desechos, Urb. José F. Ribas

■ Actualmente la frecuencia de recolección en la zona de estudio es inter diaria en urbanizaciones con compactadora, y diarias con camiones 350 por avenidas, y el mercado. El trabajo queda distribuido en tres itinerarios definidos que se cumplen de la siguiente manera: ver figura 4.2, 4.3 y 4.4



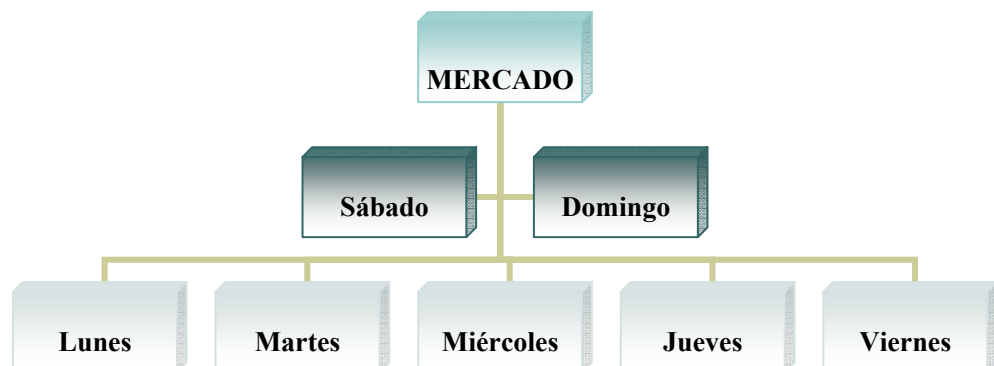
**Figura 4.2** Itinerario de Recolección en las Urbanizaciones.

**Fuente Propia**



**Figura 4.3** Itinerario de Recolección en Avenidas.

**Fuente Propia**



**Figura 4.4** Itinerario de Recolección en el Mercado.

**Fuente Propia**

Se observa que algunas urbanizaciones no cumplen con el itinerario de recolección, unas por falta de información y otras lo hacen por mal hábito, este comportamiento constituye un aspecto negativo para el servicio de recolección domiciliaria.

- Un porcentaje considerable de la población no paga el servicio de aseo (pues no les llega recibo), la otra parte si cancela.

- Algunos pormenores que encontramos en la empresa recolectora durante el tiempo de estudio se debieron a las siguientes razones:

- a) Paros laborales en el vertedero de “Cerro de Piedra”, aunque han sabido solventarlo habilitando otros espacios temporales y así cumplir con el servicio y no detenerse.

- b) La falta de personal disponible para la supervisión del servicio y los equipos necesarios para ejecutar de forma efectiva el trabajo

- c) Averías eventuales en las unidades recolectoras que les impide cubrir la ruta asignada.

- d) Inconvenientes con los cuales se topa el personal de recolección al realizar el servicio los cuales impiden la efectividad del mismo como:

- Cables bajos que impiden el paso de las compactadoras a las urbanizaciones; figura 4.5. Urb. Boyacá VI.

- Calles en mal estado; Fig.4.5.1. Urb. Ciudad de Barcelona.

- Bocas de visitas que no cumplen con las normas especificadas. Fig.4.5.2. Urb. Ezequiel Zamora.

- Vigas muy bajas en entradas de urbanizaciones que entorpecen el paso del vehículo recolector. Fig. 4.5.3. Urb. Andrés E. Blancos.





**Figura 4.5** Cables Bajos.

**Fuente Propia**



**Figura 4.5.1** Calles en Mal Estado.

**Fuente Propia**



**Figura 4.5.2** Boca de Visita que Sobre

Salen.

**Fuente Propia**



**Figura 4.5.3** Vigas muy Bajas

**Fuente Propia**

■ Un porcentaje de los consejos comunales encuestados (anexo E) no ven provechoso el hacer la clasificación de los desechos sólidos desde su hogar, pues no genera una ganancia tangible para ellos.

#### **4.2 Cantidad de desechos generados**

De acuerdo a los datos obtenidos por la empresa recolectora MASUR Barcelona C.A., se registro para el cierre del año 2008, en el Municipio Simón Bolívar, 485 toneladas de basura al día, y según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) la población total proyectada para este municipio es de 433.945 habitantes para ese año., por ende, la tasa de generación a nivel municipal es igual a 1.1Kg./hab./día. Y a nivel de la zona en estudio es de 0,35 Kg./hab./día

Conociéndose por medio de los censos comunales de la zona en estudio que el número de habitantes para el periodo (Julio 2008 - Julio 2009) es de 11.093 hab., aunado a esto el total de desechos sólidos generados diario es igual 3.882,55 Kg. /día.

#### **4.3 Análisis del sistema actual de recolección y disposición final**

A mediados del presente año la empresa MASUR Barcelona C.A., es la encargada de la recolección de los desechos sólidos en la ciudad de Barcelona, Municipio Simón Bolívar. Esta empresa junto con una cooperativa llamada CARU, tienen a su cargo prestar el servicio de Aseo Urbano y el Aseo Domiciliario, tales comprenden: mantenimiento (limpieza y saneamiento) completo de la ciudad de Barcelona; y recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, sean

o no susceptibles a la descomposición, lo cual se genera en el interior de las viviendas ubicadas en zonas urbanas, siendo este ultimo servicio el objeto de estudio.

El servicio de recolección de desechos sólidos comprende todo el proceso desde el momento en que se descarga la basura en el vehículo recolector hasta que es vaciado en el sitio de disposición final. En el zona de estudio localizada en Barcelona, consta de las siguientes urbanizaciones: José Félix Rivas, Vídriales, Yulesca, Boyacá VI, Florida I y II, Ezequiel Zamora sector A y B, Virgen del Valle I y II, CICPC, Irene de Mongua, Alberto Lovera, Celenia de Balza, Amparo Spluguer, Andrés Eloy Blanco y el Mercado de tronconal III. Donde el sistema de recolección es prestado por dos (2) camiones; uno para las urbanizaciones y el otro para el mercado.

#### 4.3.1 Tipo de Servicio de Recolección.

El servicio de recolección utilizado es de tipo residencial, observándose lo siguiente:

■ El residente de vivienda coloca la basura en la acera, dentro de su urbanización los días de recolección.



**Figura 4.6** Recolección a Pie de Acera

**Fuente Pronia**

■ El residente de edificio de mediana altura coloca sus desechos en un cuarto de depósito, así como se muestra en la figura 4.7. Dicho cuarto se encuentra localizado en un área relativamente apartada del edificio, pero dentro de la urbanización y con acceso por la avenida.



**Figura 4.7** Cuarto de depósito, Urb. La Florida

**Fuente Propia**

■ Algunos de los residentes utilizan las avenidas como centro de acopio de los desechos. ver figura 4.8



**Figura 4.8** Desechos Acumulados en Avenidas.

**Fuente Propia**

- Los adjudicatarios del Mercado de Boyacá III colocan sus desechos en un área cerca de las instalaciones e incluso también en las avenidas.



**Figura 4.9** Desechos Acumulados Dentro del Área del Mercado y Avenidas.

**Fuente Propia**

#### **4.3.2 Sistema de transferencia**

Actualmente, los Municipios Simón Bolívar, Urbaneja, Guanta y Sotillo no cuentan con un sistema de transferencia. Sin embargo el diario “El Tiempo” publicó el día 19/03/2009 una reunión que sostuvieron los alcaldes de los mencionados Municipios donde anuncian la posible reanudación del centro de transferencia ubicado en la avenida Argimiro Gabaldón, (vía alterna), ver anexo F.

Aunque el lugar de disposición final se encuentra aproximadamente a media hora de la ciudad de Barcelona, no debería presentar pérdida de tiempo considerable en las labores de recolección, pero las colas en la salida de la ciudad si hacen generar pérdida de tiempo al servicio de recolección.

### 4.3.3 Horario de recolección

El horario de recolección empleado es diurno, vespertino y nocturno; el comienzo de las actividades de recolección está entre las 6 am. y las 8 am., a excepción de presentarse alguna falla en las unidades, que luego de ser solventadas son enviadas a cubrir su ruta.

### 4.3.4 Personal de recolección

Cada unidad de recolección es operada por un chofer y dos ayudantes recolectores, siendo el primero de los nombrados el jefe del equipo. Sin embargo cabe denotar que no existe una adecuada selección y adiestramiento de dicho personal, ellos mismos a medida de la ejecución de su labor se enteran de los procedimientos o establecen a conveniencia sus propios métodos, para la recolección de los desechos.



**Figura 4.10** Equipo de Trabajo.

**Fuente Propia**

### **4.3.5 Implementos de seguridad**

Estos servidores de la sociedad cuentan con el suministro y único elemento de seguridad en la recolección de los desechos; un par de guantes. Careciendo de algunos aspectos de higiene y seguridad industrial; y beneficios sociales, para la ejecución y rendimiento personal de esta labor, por ejemplo: el uso de uniformes, lentes, mascarillas, botas; y la obtención de beneficios médicos, pues ellos manipulan hasta con su cuerpo alimentos descompuestos, bolsas que destilan lixiviados, objetos filosos, malos olores, etc., por consiguiente están latentes a enfermedades infectocontagiosas.

### **4.3.6 Métodos de recolección**

El método de recolección se efectúa en la forma siguiente:

- En la calles de las urbanizaciones los dos obreros recolectores van por las aceras y se dirigen a los sitios donde están los recipientes para tomarlos y llevarlos hasta el vehículo; aquí el obrero vacía y regresa el recipiente vacío al sitio donde fue retirado. Este ultimo paso señalado no se ejecuta cuando los recipientes son bolsas plásticas o cajas de cartón. ver figura 4.11



**Figura 4.11** Recolección en Ambos Lados de la Calle

**Fuente Propia**

- En los casos de estacionamientos y calles sin salidas el chofer conduce de retro el vehículo hasta el final del estacionamiento y calle sin salida.



**Figura 4.12** Calle siega, Urb. Virgen Del Valle.

**Fuente Propia**



- En caso de avenidas el chofer hace paradas consecutivas a lo largo de ellas donde los obreros van recogiendo los desechos lo más rápido posible y en conjunto para no obstaculizar el tráfico.



**Figura 4.13** Recolección en Ambos Lados de la Calle

**Fuente Propia**

- La recolección en el mercado se hace al término de la jornada de trabajo, con una variación de recolección los días de semana recogen a las 12:00 mm y los fines de semana a las 3:00 pm. Donde el chofer se dirige a la zona de acopio donde son acumulados todo los desechos generados sin ninguna clasificación.



**Figura 4.14** Desechos Acumulados en el Mercado

**Fuente Propia**

#### 4.3.7 Programación de la ruta de recolección

El equipo de trabajo no cuenta con un trazado de ruta que permita llevar a cabo el trabajo de recolección de los desechos sólidos con una menor cantidad de tiempo y recorrido únicamente cuenta con una planilla que señala los lugares donde deben ejecutar la recolección, ver anexo C. Por lo tanto, el sentido de circulación así como la realización de las actividades es responsabilidad del chofer. Sin embargo, se hizo un recorrido durante tres días y se establecieron las rutas de recolección actuales según se indica en las figuras 3.20, 3.21, 3.22 Y 3.23 ubicadas al final del capítulo III.

#### 4.3.8 Tiempos de recolección

Los valores promedios obtenidos durante el análisis del servicio de recolección se presenta en la Tabla 4.2

**Tabla 4.2 Valores Ponderados del Sistema de Recolección**

<b>Descripción</b>	<b>Simbología</b>	<b>Valor Promedio</b>
Tiempo de recolección de la ruta	<b>T. recolección</b>	331 min.
Distancia a la disposición final	<b>T. transporte</b>	41 min.
Tiempo en sitio de disposición final	<b>T. disposición</b>	21 min.
Jornada de trabajo	Td	480 min.

**Fuente:** Elaboración propia.

Estos valores, permiten determinar la eficiencia o el rendimiento para llevar a cabo el servicio de recolección, el tiempo de jornada de trabajo por turno es de 8 horas (480 min.), este tiempo es suficiente para realizar dos viajes por ruta aproximadamente.

#### 4.3.8.1 Tiempo de operación

Los tiempos ponderados de operación se presentan en la tabla 4.3

**Tabla 4.3 Tiempos Promedios de Operación**

<b>Operación</b>	<b>Tiempo</b>
Compactación	38,69 seg
Refinamiento	8 min 8,46 seg
Maniobra de retro	38,22 seg

Fuente: Elaboración propia

Estos tiempos fueron medidos desde el comienzo de la ruta hasta el final de la misma, las características del servicio de recolección en aceras son: refinamiento y algunas maniobras de retro, la unidad de recolección realiza la compactación durante la recogida en las calles como en las aceras.

#### 4.3.9 Equipo actual de recolección

El equipo de recolección empleado es un camión compactador de caja cerrada compresora, dicho camión está equipado con una tolva para la carga de los desechos

y con un sistema de compresión instalado en la caja principal del recolector. Este sistema permite recibir un volumen de desechos entre tres y cuatro veces superior al volumen de la caja.



**Figura 4.15** Unidad de Recolección.

**Fuente Propia.**

#### **4.3.10 Descripción de las unidades recolectoras**

La flota de camiones de la empresa MASUR, está conformada por 10 camiones compactadores de 10 toneladas cada uno, y tienen por servicio de alquiler a la cooperativa CARU con 25 camiones 350, con una capacidad de 2 toneladas aproximadamente. En la tabla 4.4 se presentan las características.

**Tabla 4.4 Características Generales de la Flota de Camiones de Recolección**

Unidad	Año	Camión	Capacidad	Compactador	Combustible	Marca	Modelo
6	2008	Kodiak	19m <sup>3</sup>	Guarco	Gasoil	Iveco	Tactor
2	2008	Kodiak	19m <sup>3</sup>	Guarco	Gasoil	Chevrolet	FBR
2	2008	Kodiak	19m <sup>3</sup>	Guarco	Gasoil	Ford	Cargo750

Fuente: MASUR Barcelona C.A

#### **4.3.11 Mantenimiento de las unidades**

A las unidades se les hace el servicio técnico cada 8.000 Km; esta revisión general la realiza el concesionario pues los camiones aun están en garantía, y su respectivo mantenimiento diario, que consta: lavado, engrase, gasoil el cual es realizado por la misma empresa.

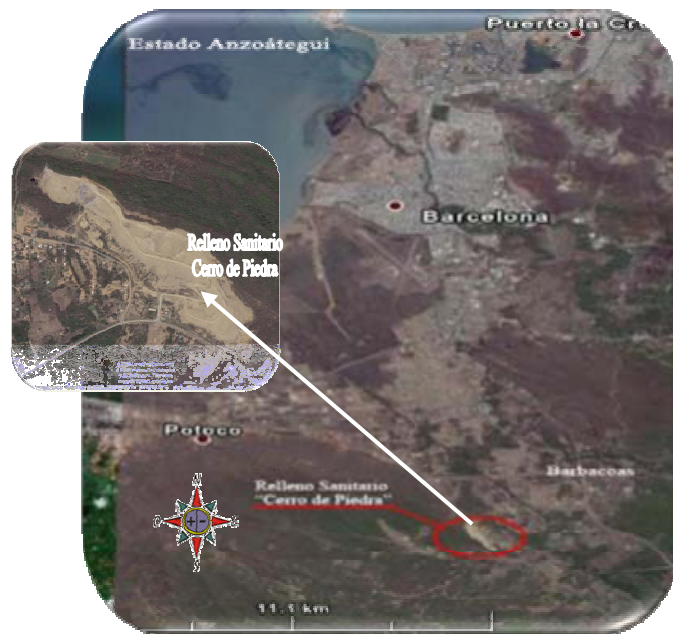
#### **4.3.12 Sistema actual del sitio de disposición final**

El relleno sanitario de desechos sólidos “Cerro de Piedra” es donde llegan los desperdicios generados en los cinco municipios: Bolívar, Sotillo, Guanta, Urbaneja y Píritu, donde también vierten sus desechos sólidos la industria petrolera y el complejo Criogénico de Oriente “JOSE”, los desechos sólidos generados en el área de estudio constituye una porción mínima de los residuos ingresados en este relleno.

Mediante un breve diagnóstico del Manejo Integral de los Desechos Sólidos (año 2002), en el estado Anzoátegui suministrado por el Ministerio del Poder Popular

para el Ambiente, el relleno sanitario Cerro de Piedra cuenta con una estructura de control y supervisión de operaciones administrado por la empresa MASUR desde el 22 de Mayo de 2009 y supervisado por la Alcaldía del Municipio “Simón Bolívar”

El relleno sanitario de “Cerro de Piedra” se encuentra ubicado en el Asentamiento Campesino Barbacoa, Sector Cerro de Piedra, Parroquia San Cristóbal y la distancia entre el relleno sanitario y la ciudad de Barcelona es de aproximadamente 30 Km. Las condiciones óptimas de ubicación fuera de la urbe, su gran capacidad física para albergar toneladas diarias de desechos y su gran potencial para ser desarrollado en el futuro le dan gran valor; por otra parte la proximidad de la locación con la ciudad permite el uso del relleno sanitario para varias comunidades. Ver figura 4.16, 4.17 y 4.18



**Figura 4.16** Ubicación Geográfica del Relleno Sanitario “Cerro de Piedra”.

Fuente [30]



**Figura 4.17** Vista Aérea Entrada a Cerro de Piedra  
**Fuente [30]**



**Figura 4.18** Entrada a Cerro de Piedra  
**Fuente Propia**

Las características generales del relleno sanitario “Cerro de Piedra” son las siguientes:

- La profundidad del nivel freático es de 12 mts.
- Posee material de corte abundante con óptimas propiedades para ser utilizado como material de cobertura.
- La dirección del viento es de Este a Oeste.
- La ubicación relativa de la comunidad más cercana se encuentra al lindero Este.
- La operatoria de recepción de los residuos es eficiente, se realiza el pesaje (estimación según la procedencia del camión y tipo de desechos que ingresa) e igualmente se supervisa la entrada de camiones de las distintas cooperativas con sus respectivos comprobantes de residuos.
- No posee fumarolas para el drenaje de los gases.
- No posee control para los lixiviados.
- Actualmente el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” emplea dos bulldozer (D-8), un pailoader (maquinaria en alquiler), para la adecuación del sitio, cubrimiento de los desechos y corte de material de cobertura. El uso de equipo pesado es de forma permanente debido al volumen de material de desecho que ingresa y la imperiosa necesidad del corte de material de cobertura, por otra parte están las condiciones climáticas, donde en presencia de lluvias las labores se obstaculizan.



- Actualmente se tiene una moderada sistematización del manejo de los desechos sólidos, pues trabajan al menos el 80% de su capacidad, esto a consecuencia del gran volumen de material que ingresa según estimaciones de la compañía encargada MASUR en los últimos 9 días del mes de Mayo cuando tomaron las instalaciones registraron el ingreso de 455.144 ton. de basura.
- El método operativo dentro del relleno sanitario para cubrir los residuos depositados está determinado por la topografía del terreno.
- Dentro de sus instalaciones se encuentra una cifra significativa de recolectores, que laboran por su cuenta la segregación, clasificación y comercialización de los desechos sólidos.



**Figura 4.19** Pepenadores en Labores de Recolección

**Fuente Propia**

#### 4.3.13 Cantidad de los desechos sólidos dispuestos

En la tabla 4.5 y 4.6 se observan datos precisos de la cantidad de desechos sólidos generados en el municipio Simón Bolívar y en los cinco municipios (Bolívar, Sotillo, Guanta, Urbaneja y Píritu), la industria petrolera y el complejo Criogénico de Oriente “JOSE”, respectivamente. Depositado en el relleno sanitario durante el período final de Mayo - Julio, año 2009.

Los datos sobre la cantidad de desechos depositados en los años anteriores e incluso los meses de Enero hasta mediados de Mayo, del presente año; no se encuentran disponibles, ya que están bajo Auditoria del Estado.

Estos datos fueron registrados por la Cooperativa “Las Tres C” la cual era la encargada del funcionamiento técnico - administrativo del Relleno Sanitario. Por ende la Empresa MASUR no cuenta con estos datos.

**Tabla 4.5 Total de Toneladas Descargadas en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” Generados por el Municipio Simón Bolívar en el Año 2009**

MES	PESO NETO (Ton./ mes)
Desde 22 de Mayo	5.400
Junio	14.550
Julio	15.500

Fuente: Empresa MASUR

**Tabla 4.6 Total de Toneladas Descargadas en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” en el año 2009**

MES	PESO NETO (Ton./ mes)
Desde 22 de Mayo	445.144
Junio	1.334,416
Julio	1.167.639

Fuente: Empresa MASUR

Estos valores no son constantes, debido a que la generación de desechos varía con el tiempo.

#### **4.3.14 Planes futuros para el relleno sanitario de “Cerro de Piedra”**

Según informe de la empresa MASUR, La Alcaldía aprobó la ejecución del Proyecto de un Incinerador para los desechos Hospitalarios en el Relleno Sanitario de “Cerro de Piedra” tal proyecto ya se encuentra en marcha; en vista que ya cuentan con unos equipos con los cuales están capacitando al personal que estará operando dicha maquinaria. Ver anexo F1

#### **4.4 Composición de los desechos sólidos generados**

##### **1. Zona Residencial:**

En el estudio de la composición de los Desechos Sólidos, se identificaron los siguientes constituyentes:

- Plástico
- Residuos de Jardinería
- Tetra Pak
- Vidrio
- Metal
- Papel
- Cartón
- Textil
- Madera
- Desperdicios de Comida
- Varios

Los resultados de la clasificación de los Desechos Sólidos realizados en las urbanizaciones pueden ser observados en la tabla de Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Desechos Sólidos ver la tabla 4.7.

## **2. Zona Comercial:**

En esta área se identificaron los siguientes constituyentes:

- Desechos orgánicos.
- Plástico
- Cartón
- Papel
- Vidrio
- Varios

Los resultados de la clasificación de los Desechos Sólidos realizados en este sector el mercado pueden ser observados en la tabla de Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos en el Mercado Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. Ver la tabla 4.8.

**Tabla 4.7 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en las Urbanizaciones Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.**

<b>MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS</b>						
<b>Categoría</b>	<b>15 de Junio de 2009</b>		<b>16 de Junio de 2009</b>		<b>17 de junio de 2009</b>	
	<b>Peso Clasificado Kg.</b>	<b>Peso %</b>	<b>Peso Clasificado Kg.</b>	<b>Peso %</b>	<b>Peso Clasificado Kg.</b>	<b>Peso %</b>
Plástico	11,92	10,63	8,10	7,68	9,27	8,99
Jardinería	21,40	19,09	19,10	18,10	25,25	24,51
Tetra Pak	2,56	2,28	2,10	1,99	2,10	2,04
Vidrio	5,22	4,66	4,70	4,45	4,56	4,43
Metal	3,10	2,76	5,50	5,21	2,80	2,72
Papel	15,55	13,87	11,40	10,81	12,30	11,94
Varios	14,80	13,20	23,10	21,90	12,30	11,94
Cartón	3,66	3,26	2,10	1,99	3,40	3,30
Textil	2,14	1,91	2,30	2,18	2,56	2,49
Madera	1,10	0,98	2,20	2,09	1,80	1,75
Desperdicios de comida	30,67	27,35	24,90	23,60	26,67	25,89
$\Sigma$ Peso total Clasificado	112,12	100	105,50	100	103,01	100
$\Sigma$ Peso total Muestreado	112,700	-	105,70	-	103,30	-
Diferencia	0,58	-	0,20	-	0,29	-

**Continua**

**Continuación Tabla 4.7 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en las Urbanizaciones Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.**

<b>MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS</b>								
Categoría	18 de Junio de 2009		19 de Junio de 2009		20 de junio de 2009			
	Peso Clasificado Kg.	Peso %	Peso Clasificado Kg.	Peso %	<b>M E R C A D O</b>			
Plástico	6,83	6,38	11,10	11,92				
Jardinería	23,50	21,95	26,80	28,79				
Tetra Pak	3,50	3,27	0,30	0,32				
Vidrio	4,50	4,20	4,90	5,26				
Metal	1,82	1,70	5,60	6,02				
Papel	9,40	8,78	6,00	6,44				
Varios	23,40	21,86	2,50	2,69				
Cartón	4,70	4,39	6,70	7,20				
Textil	1,10	1,03	0,70	0,75				
Madera	0	0	0	0				
Desperdicios de comida	28,30	26,44	28,50	30,61				
$\Sigma$ Peso total Clasificado	107,05	100	93,1	100			-	-
$\Sigma$ Peso total Muestreado	107,55	-	94,5	-	-	-		
Diferencia	0,50	-	1,4	-	-	-		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.8 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos en el Mercado Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.**

<b>MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS</b>		
Categoría	<b>20 de Junio de 2009</b>	
	<b>Peso Clasificado (Kg)</b>	<b>Peso (%)</b>
Desperdicios de ( comida, vísceras de pescado, gallinas, pollos, huesos y cuero de ganado)	<b>371,20</b>	<b>51</b>
Desperdicios de (verduras, frutas y hortalizas)	<b>265</b>	<b>36,4</b>
Plásticos	<b>18,1</b>	<b>2,5</b>
Papel y Cartón	<b>19,6</b>	<b>2,7</b>
Vidrio	<b>7,7</b>	<b>1,1</b>
Barrido	<b>45,8</b>	<b>6,3</b>
<b>Σ Total</b>	<b>727,900</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.4.1 Determinación de los elementos estadísticos por categorías en las urbanizaciones.

**Tabla 4.9 Elementos Estadísticos de la Categoría Plásticos.**

<b>Categoría: Plásticos</b>			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$[(X_i - \bar{X})]^2$
1	11,92	2,476	6,1306
2	8,10	-1,344	1,8063
3	9,27	-0,174	0,0303
4	6,83	-2,614	6,8330
5	11,10	1,656	2,7423
$\Sigma$ Total	47,22		17,5425

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 9,444</b>	<b>Varianza = 4,3856</b>	<b>Desv. Standard = 2,0942</b>
---	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.10 Elementos Estadísticos de la Categoría Jardinería**

<b>Categoría: Jardinería</b>			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$[(X_i - \bar{X})]^2$
1	21,40	-1,81	3,2761
2	19,10	-4,11	16,8921
3	25,25	2,04	4,1616
4	23,50	0,29	0,0841
5	26,80	3,59	12,8881
$\Sigma$ Total	116,05		37,3020

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 23.210</b>	<b>Varianza = 9,3255</b>	<b>Desv. Standard = 3,0538</b>
--	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.11 Elementos Estadísticos de la Categoría Tetra Pak**

Categoría: Tetra Pak			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2,56	0,448	0,2007
2	2,10	-0,012	0,0001
3	2,10,	-0,012	0,0001
4	3,50	1,3880	1,9265
5	0,30	-1,812	3,2833
$\Sigma$ Total	10,56		5,4107

Media ( $\bar{X}$ )= 2,112	Varianza = 1,3527	Desv. Standard= 1,1631
----------------------------	-------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.12 Elementos Estadísticos de la Categoría Vidrio**

Categoría: Vidrio			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	5,22	0,444	0,1971
2	4,70	-0,076	0,0058
3	4,56	-0,216	0,0467
4	4,50	-0,276	0,0762
5	4,90	0,124	0,0154
$\Sigma$ Total	23,88		0,3412

Media ( $\bar{X}$ )= 4,776	Varianza = 0,0853	Desv. Standard= 0,2921
----------------------------	-------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.13 Elementos Estadísticos de la Categoría Metal**

<b>Categoría: Metal</b>			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	3,10	-0,6640	0,4409
2	5,50	1,736	3,0137
3	2,80	-0,9640	0,9293
4	1,82	-1,944	3,7791
5	5,60	1,836	3,3709
$\Sigma$ Total	18,82		11,5339

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 3,7640</b>	<b>Varianza = 2,8835</b>	<b>Desv. Standard = 1,6981</b>
--	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.14 Elementos Estadísticos de la Categoría Papel**

<b>Categoría: Papel</b>			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	15,55	4,62	21,3444
2	11,40	0,47	0,2209
3	12,30	1,37	1,8769
4	9,40	-1,53	2,3409
5	6,00	-4,93	24,3049
$\Sigma$ Total	54,65		50,0880

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 10,930</b>	<b>Varianza = 12,5220</b>	<b>Desv. Standard = 3,5386</b>
--	---------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.15 Elementos Estadísticos de la Categoría Varios**

Categoría: Desechos Varios			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	14,80	-0,42	0,1764
2	23,10	7,88	62,0944
3	12,30	-2,92	8,5264
4	23,40	8,18	66,9124
5	2,50	-12,72	161,7984
$\Sigma$ Total	76,10		299,508

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 15,22</b>	<b>Varianza = 74,877</b>	<b>Desv. Standard = 8,6531</b>
---	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.16 Elementos Estadísticos de la Categoría Cartón**

Categoría: Cartón			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	3,66	-0,452	0,2043
2	2,10	-2,012	4,0481
3	3,40	-0,712	0,5069
4	4,70	0,588	0,3457
5	6,70	2,588	6,6977
$\Sigma$ Total	20,56		11,8027

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 4,112</b>	<b>Varianza = 2,9507</b>	<b>Desv. Standard = 1,7178</b>
---	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.17 Elementos Estadísticos de la Categoría Textil (Ropa)**

<b>Categoría: Textil (Ropa)</b>			
<b>Prueba</b>	<b><math>X_i</math> (Kg)</b>	<b><math>X_i - \bar{X}</math></b>	<b><math>[(X_i - \bar{X})]^2</math></b>
1	2,14	0,38	0,1444
2	2,30	0,54	0,2916
3	2,56	0,80	0,640
4	1,10	-0,66	0,4356
5	0,70	-1,06	1,1236
<b><math>\Sigma</math> Total</b>	<b>8,80</b>		<b>2,6352</b>

<b>Media (<math>\bar{X}</math>)= 1,76</b>	<b>Varianza = 0,6588</b>	<b>Desv. Standard= 0,8117</b>
---	--------------------------	-------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.18 Elementos Estadísticos de la Categoría Madera**

<b>Categoría: Madera</b>			
<b>Prueba</b>	<b><math>X_i</math> (Kg)</b>	<b><math>X_i - \bar{X}</math></b>	<b><math>[(X_i - \bar{X})]^2</math></b>
1	1,10	-0,60	0,360
2	2,20	0,50	0,250
3	1,80	0,10	0,010
4	0	0	0
5	0	0	0
<b><math>\Sigma</math> Total</b>	<b>5,10</b>		<b>0,62</b>

<b>Media (<math>\bar{X}</math>)= 1,70</b>	<b>Varianza = 0,310</b>	<b>Desv. Standard= 0,5568</b>
---	-------------------------	-------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.19 Elementos Estadísticos de la Categoría Desperdicios de Comida**

<b>Categoría: Desperdicios de Comida</b>			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$([X_i - \bar{X}])^2$
1	30,67	2,862	8,1910
2	24,90	-2,9080	8,4565
3	26,67	-1,1380	1,2950
4	28,30	0,492	0,2421
5	28,50	0,6920	0,4789
$\Sigma$ Total	139,04		18,6635

<b>Media (<math>\bar{X}</math>) = 27,808</b>	<b>Varianza = 4,6659</b>	<b>Desv. Standard = 2,1601</b>
--	--------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Las categorías con un alto valor de varianza, como por ejemplo, en el caso de la categoría varios, indican que la generación de ellas puede disminuir o aumentar notablemente, aun cuando el periodo de tiempo de estudio fue breve (cinco días). Probablemente, la varianza de todas las categorías es mayor, si la comparación se hace entre estudios de distintas estaciones del año (sequía e invierno). La varianza es un indicativo más de que la generación de los componentes pertenecientes al flujo de desechos no se puede predecir debida a su variabilidad.

La desviación standard solo representa la medida de dispersión de los datos con respecto a la media. No obstante, el valor de la media de cada componente se empleó para determinar el promedio de los porcentajes en peso generado durante los seis días del programa de caracterización (Tabla 4.20).

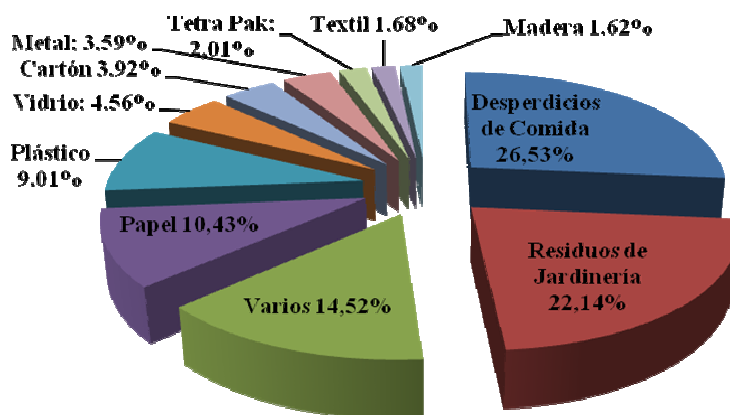
Para el Mercado no se determinaron los elementos estadísticos; ya que el estudio de clasificación de los desechos sólidos fue realizado en un día.

**Tabla 4.20 Composición Física Promedio de los Desechos Sólidos Generados en las Urbanizaciones.**

<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Desperdicios de Comida	26,53
Residuos de Jardinería	22,14
Varios	14,52
Papel	10,43
Plástico	9,01
Vidrio	4,56
Cartón	3,92
Metal	3,59
Tetra Pak	2,01
Textil	1,68
Madera	1,62

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2 Representación gráfica de los desechos sólidos generados en las urbanizaciones



**Gráfico 4.1 Desechos Encontrados en las Urbanizaciones.**

Los desperdicios de comida representan el 26,53% en peso del total de los residuos clasificados, seguido de los residuos de jardinería con 22,14%, luego la categoría otros con un 14.52%. El 10,43% esta conformado por papel (compuesto principalmente de papel higiénico y papel periódico).

Los componentes recuperables como el vidrio, plástico y cartón no representan un gran porcentaje en la comunidad.

El componente metales está conformado por metales ferrosos (enlatados) y no ferrosos (aluminio).



**Figura 4.20.** Clasificación del Aluminio.

Por último, los componentes Tetra Pak (2,01%) Textil (1,68) y madera (1,62), representan porcentajes muy bajos con respecto a los otros componentes.





**Figura 4.21** Clasificación envases Tetra Pak

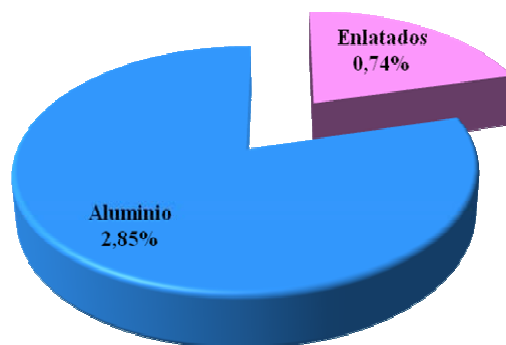
Los Tetra Pak son las cajas cuadradas que se utilizan para líquidos y están conformados por 75% de cartón, 20% de polietileno de baja densidad y 5% de aluminio.

#### **4.4.3 Subcomponentes de los desechos sólidos muestreados**

Durante el periodo de muestreo, los materiales encontrados como (metales, plásticos, papel y vidrio) se analizaron por subcomponentes para obtener una información más detallada.

*La clasificación para los subcomponentes, con respecto al porcentaje promedio es la siguiente:*

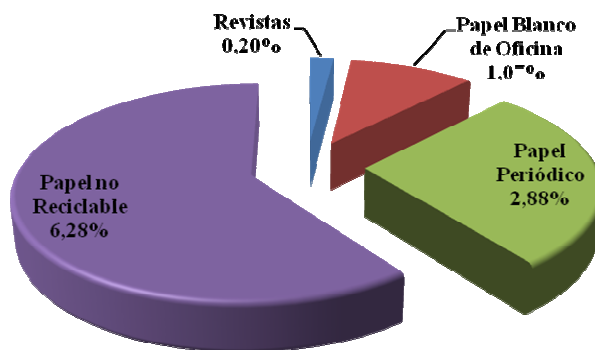
- **Metales:** Enlatados y aluminio.



**Gráfico 4.2 Metales Encontrados.**

**Metales:** Los metales de los desechos domiciliarios lo conforman, los enlatados con un 0,74% y el aluminio con 2,85%. Aun cuando el aluminio tiene un alto valor económico, las comunidades en estudio no generan gran cantidad de desechos de aluminio

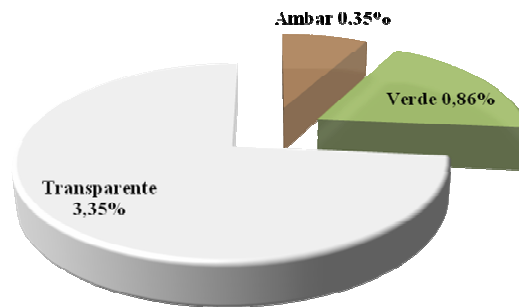
- **Papel:** Papel de oficina blanco, periódico, de baño.



**Gráfico 4.3 Papeles Encontrados.**

**Papel:** Solo el 4,15% del papel puede ser reciclado, el porcentaje restante 6,28% está conformado principalmente de papel higiénico, con cierto grado de humedad, así como papel contaminado con comida.

- **Vidrio:** Verde, ámbar, transparente.



**Gráfico 4.4 Vidrio Encontrado.**

**Vidrio:** Los vidrios encontrados en la clasificación fueron el transparente con un 3,35%, verde 0,86% y 0,35% ámbar.

- **Plásticos:**



**Polietileno  
Tereftalato**

PET



**Polietileno de  
Alta Densidad**

PEAD



**Policloruro  
de Vinilo**

PVC



**Polietileno de  
Baja Densidad**

PEBD



**Polipropileno**

PP



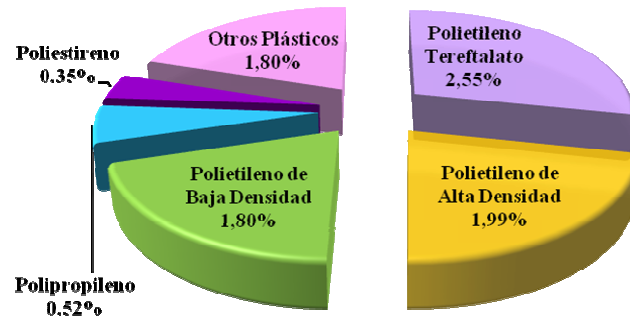
**Poliestireno**

PS



**Otros  
Plásticos**

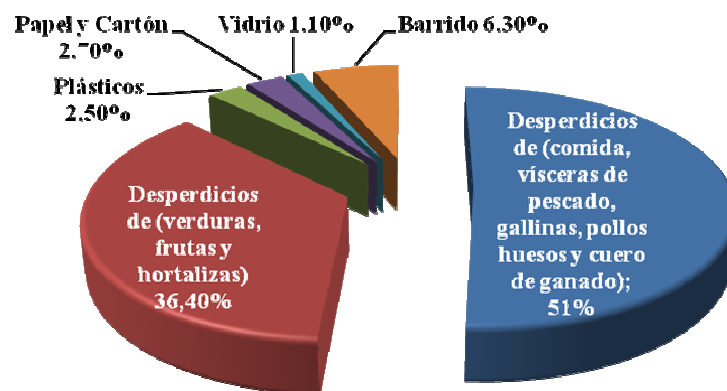
OTROS



**Gráfico 4.5 Plásticos Encontrados.**

**Plástico:** Los plásticos lo conforman varios tipos de ellos, en la zona de estudio los plásticos que comúnmente se recolectan son los PET con un 2,55%, PEAD 1,99% y el PEBD con 1,80

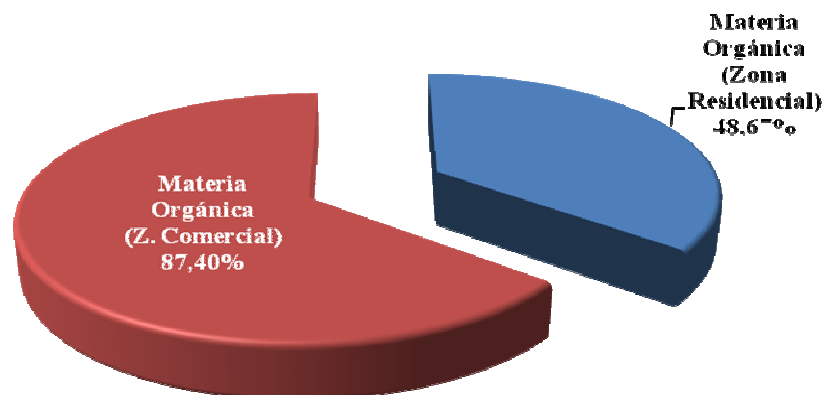
#### 4.4.4 Representación gráfica de los desechos sólidos generados en el mercado



**Gráfico 4.6 Desechos Encontrados.**

#### 4.4.5 Análisis comparativo entre los desechos originados en las urbanizaciones y el mercado

Haciendo un análisis comparativo se puede apreciar en los gráficos mostrados las variaciones que se han registrado en la generación de residuos de las urbanizaciones (5 días de estudio) y el mercado(1 día de estudio). Haciendo esta comparación con los desechos orgánicos ya que es el valor que representa el mayor de los porcentaje obtenidos de todas las categorías; arrojando en las urbanizaciones un valor de 48,67% (promedio de los cinco días de estudio) de materia orgánica, mientras que en el mercado la materia orgánica alcanzó 87,40%, esto se debe, a que en el mercado se maneja mayor cantidad de desperdicios de materia orgánica, también se puede apreciar que la categoría plásticos no representa un gran porcentaje en el mercado 2,50%, el vidrio el cartón y el papel no presentan demasiada diferencia con respecto a las urbanizaciones.



**Gráfico 4.7 Materia Orgánica de Zona Comercial y Zona Residencial.**

#### 4.5 Características de los desechos sólidos

**Tabla 4.21. Poder Calorífico Teórico de los Desechos Sólidos**

<b>Poder Calorífico Teórico de los Desechos Sólidos</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Poder Calorífico (Kcal.)</b>
Plástico	424.980
Tetra Pak	42.240
Papel	218.600
Cartón	82.240
Textil (Ropa)	35.200
Madera	20.400
Desperdicios De Comida	556.160

Fuente: Elaboración Propia.

Las categorías jardinería, vidrio, metal y otros tienen poder calorífico cero.

(Ver Anexo F)

En la tabla 4.12 se puede observar que los desperdicios de comida tienen un poder calorífico de 556.160 Kcal. Mientras que los plásticos tienen un valor de 424.980 Kcal. El papel 218.600 Kcal., el cartón 82.240 Kcal. Esta valoración, es fruto de la propia variabilidad de la composición de cada uno de los componentes de las categorías. El poder calorífico de los residuos urbanos son los parámetros sobre los que se diseñan las instalaciones de incineración y de recuperación energética.

#### 4.6 Rutas de recolección propuestas

Las rutas propuestas se diseñaron con la finalidad de garantizar con una menor cantidad de tiempo, recorrido e inconvenientes el trabajo de recolección y de una

manera organizada. El diagrama de las rutas propuestas presenta simbolizaciones como: Comienzo de ruta, dirección de recorrido, depósitos, final de ruta, entre otros; dichas rutas pueden ser cumplidas con el itinerario y horario de recolección actual.

Ya que la recolección es a pie de acera en el área de estudio exceptuando algunas paradas denominada depósito, donde es necesario contar con contenedores para el almacenamiento.

Los pasos siguientes según el método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [12], después de la sectorización de las comunidades en estudio es la diagramación e implantación y evaluación de las rutas.

#### **4.6.1 Diagramación**

Consiste en desarrollar rutas de recorrido para minimizar el tiempo de recolección. El sentido de circulación actual, asumido por el chofer posee recorridos no productivos aumentando el tiempo de recorrido.

Por lo tanto las figuras 4.22, 4.23, 4.24 y 4.25 muestran el trazado de las rutas de recolección propuestas, ubicados al final de este capítulo.

#### **4.6.2 Implantación y evaluación de rutas**

Una vez desarrolladas las rutas propuestas se deberá adiestrar al chofer del vehículo en la simbolización de los diagramas de las rutas ya mencionadas. Luego de implantar las nuevas rutas, se evaluará su eficiencia y se efectuará los ajustes requeridos, de esta misma forma se determina el tiempo de recogida. Esta evaluación

deberá realizarse periódicamente puesto que siempre hay cambios en la producción de basura debido al proceso de urbanización, entre otros.

**NOTA:** Ver figuras en la carpeta anexa de este disco (Documentos en AUTOCAD: Trazado de ruta propuesta).



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El descontrol que presenta este servicio de aseo domiciliario es problema de todos, tanto del gobierno, como de la empresa encargada de ejecutar esta labor, e incluso la misma comunidad que lo genera.

Los resultados obtenidos de los estudios realizados en esta investigación, nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. En el manejo y control de los desechos sólidos domésticos de MASUR encontramos las siguientes fallas:
  - La empresa recolectora no cuenta con un trazado de ruta establecido, generando con esto; un aumento en el tiempo de recolección, recorridos no productivos y calles sin recorrer.
  - Falta de unidades recolectoras, para realizar con efectividad el servicio.
  - El Personal técnico y obrero que labora en el servicio de aseo urbano carece de técnicas adecuadas e higiene y seguridad industrial que deben ser empleadas en su trabajo.
  - Poca supervisión para realizar la gestión integral de los desechos sólidos.
  - Desconocimiento de las calles en algunas urbanizaciones.
  - Incumplimiento en la recolección de los desechos sólidos en el horario y ruta establecida.
  - Descontrol en la etapa de la disposición final.

2. Calles angostas y en mal estado, cables bajos en las calles, vigas en las entradas de las urbanizaciones muy bajas y carros mal estacionados son unos de los inconvenientes que impiden un buen servicio de aseo. El llamado es para el gobierno a solucionar el problema; y a las comunidades a tomar conciencia.
3. La falta de educación o información sobre el manejo y uso de los desechos sólidos generados en las comunidades es bastante alarmante y para preocuparse, ya que están acostumbrados a mezclar todos sus desechos.
4. La materia orgánica representa el 84,4% del total de los desechos sólidos en el mercado, siendo el porcentaje más alto y representa el primer componente del renglón en comparación resultado obtenido en las urbanizaciones con el 48,67% en esta misma categoría.
5. Conforme se incrementa la producción de residuos sólidos, también crecen los problemas para su adecuado manejo, a tal grado que a veces resultan difíciles de atender conforme a la demanda de la sociedad, aún para las autoridades encargadas de prestar el servicio de limpia pública. Estos problemas no son causados únicamente por la cantidad de los residuos generados sino también por la carencia de recursos y sistemas apropiados para su tratamiento y disposición final.

## **5.2. Recomendaciones**

A fin de contribuir en la solución de la problemática en cuanto al manejo de los desechos sólidos, se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Implementar dentro de los concejos comunales, un comité encargado de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos generado, así como también un personal encargado de la fiscalización para hacer cumplir las Ordenanzas establecidas por la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar.

2. Se le recomienda a la administración de la empresa que presta el servicio de aseo domiciliario:

- Realizar estudios socioeconómicos en la zona donde se presta el servicio de recolección, para facilitar el recorrido de la ruta.

- Cumplir con los horarios y las rutas de recolección establecidos, ya que los frecuentes cambios confunden a la población.

- Implementar el trazado de rutas recomendados en este estudio para economizar fuerza de trabajo y disminuir el tiempo de recolección.

- Realizar trazados de rutas efectivas para todo el municipio Simón Bolívar.

3. Se le recomienda a la Alcaldía del Municipio Bolívar:

- Prevenir el deterioro ambiental, implementando campañas educativas de concientización, para crear una actitud y conducta conservacionista.

- Introducir a la ciudadanía a la gestión ambiental dictando charlas a los institutos educativos a los concejos comunales y a los residentes.

- Crear un centro de acopio para el almacenamiento de residuos sólidos recuperables para su posterior comercialización.

- Realizar pagos de nomina a tiempo y deudas pendientes al personal que labora en este servicio, para así evitar los paros y cierres tanto en la recolección como en la disposición final. Ya que la acumulación de estos desechos genera inconvenientes muy perjudiciales en el ámbito físico y ambiental.

- Ya que, la mayor cantidad de desechos que se genera en la zona en estudio es materia orgánica, se recomienda la recolección de este material para la producción de compostaje, es decir abono para las plantas. Obteniendo con esto: fuentes de empleo a nuevas cooperativas, aprovechamiento de este desperdicio y disminución de los desechos.

- Es conveniente profundizar estudios para corroborar la viabilidad de implementar sistemas de recuperación en el origen y recolección selectiva de los desechos, teniéndose en cuenta la posibilidad de requerir subsidios para inicial las operaciones hasta alcanzar niveles de rentabilidad financiera.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Lara, M.; Lusinchi, L. y Marengo, O. **“Diagnóstico del sistema de Recolección Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Generados por la Comunidad (Municipio Freites – Estado Anzoátegui)”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1.992).

[2] Reyes, L y Martínez, W. **“Estudios de los Desechos Sólidos Generados en el Campus de la UDO – Anzoátegui”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Barcelona. (1.993).

[3] Organización Mundial de la Salud. **“Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales (MRS)**. Informe Analítico de Venezuela. (2.002).

[4] Monagas, A. y Rodríguez, M. **“Diagnóstico Del Sistema De Recolección, Manejo Y Disposición De Los Desechos Sólidos Generados Por Las Comunidades Boyacá I Y II”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (2008).

[5] Corbitt, R. **“Manual de Referencia de la Ingeniería Medio Ambiental”**. McGrawHill. España. (2.003).

[6] Congreso de la República de Venezuela. (1992). **Decreto 2.216. Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen doméstico, comercial, industrial, o de**

**cualquier naturaleza que no sean peligrosos.**

Disponible:[http://www.sereinca.net/DOCUMENTOS/Decreto\\_2216\\_LPA\\_Desechos\\_nopeligrosos.pdf](http://www.sereinca.net/DOCUMENTOS/Decreto_2216_LPA_Desechos_nopeligrosos.pdf). [Consulta 2008, Noviembre 05].

[7] Red Escolar Nacional (RENA) **Desechos sólidos** (2008). Disponible: <http://www.rena.edu.ve/SegundaEtapa/tecnologia/desechossolidos.html>. [Consulta 2008, Noviembre 05].

[8] Tchobanoglous, G. Theisen, H y Vigil S. **“Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen I”**. McGrawHill. España. (1994).

[9] Calderón, I. **“Manejo de Desechos Hospitalarios”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1.999).

[10] Ambiente, ecosistemas, calentamiento global, agua. **Temas sobre ambiente (desechos, ecosistemas, calentamiento global)**. (2.008). Disponible: <http://ambienteecosistemasdesechos.blogspot.com>. [Consulta 2008, Noviembre 05].

[11] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. (CEPIS). **“Diseño de las Rutas de Recolección de Residuos Sólidos”**. (1.980). Disponible: <http://www.cepis.ops-oms.org/acrobat/disen.pdf>. [Consulta 2008 Noviembre 10].

[12] Ghanen, A. **“Curso de Ingeniería Ambiental”**. Curso Didáctico sin publicar, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (2.003).

[13] Fundación de Educación Ambiental (FUNDAMBIENTE). **“Principales Problemas Ambientales en Venezuela”**. Segunda Edición. Caracas – Venezuela. (1998).

[14] Miller, G. “Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible un Enfoque Integral”. Thomson (2.003).

[15] Ricardo, M. **“El Reciclaje es la Solución”**. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos36/la-basura2.shtml>. [Consulta 2.008 Noviembre 10]

[16] “Residuos Sólidos” (2.000). Disponible: <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>. [Consulta 2.008 Noviembre 10].

[17] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) **“Método Sencillo del Análisis de residuos Sólidos”**. Disponible: <http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/htd/hdt017.html> [Consulta 2009 Junio 10].

[18] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (M.A.R.N.). **“Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático”**. Caracas. (2.005).

[19] Mora, W. **“Análisis de conflictos en la gestión de Residuos Sólidos en Municipios con Parques nacionales. Caso de Estudio: Parque Nacional Morrocoy. Municipio José Laurencio Silva y Monseñor Iturriza. Estado Falcón”**. Trabajo Especial de Grado presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Sanitaria, Mención: Ingeniería Ambiental. Caracas. (2.005).

[20] Sánchez, R. **“Estrategias de Evaluación de Sistemas para el Manejo de Desechos Sólidos Municipales”**. Trabajo presentado ante la ilustre Universidad

Central de Venezuela para optar al ascenso en el escalafón Universitario. Caracas. (2.001).

[21] Sánchez, R. “**Diagnóstico preliminar sobre la situación Actual del Sector Desechos Sólidos en Venezuela**”. Trabajo presentado ante la ilustre Universidad central de Venezuela para optar al Ascenso en el Escalafón Universitario. (1.999).

[22] Agelvis, R. y Naranjo, H. “**Proposición de una Metodología para Diseño, Operación y Mantenimiento de Relleno Sanitario en Venezuela**”. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad central de Venezuela. Caracas. (1.994).

[23] Labarca L. y Lárez J. “ La basura y Otros Desechos Sólidos; Manipulación y Reciclaje”. Trabajo de Grado, Facultad Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1.984).

[24] Blanco, J. “**Estudio Integral sobre Recolección y Disposición Final de los Residuos Sólidos del Estado Nueva Esparta**”. MARNR. Caracas – Venezuela. (1.979).

[25] Tipos de Plásticos. Disponible <http://www.ecologismo.com/2009/03/19/tipos-de-plasticos-y-reciclado/>. [Consulta 2.009 Octubre 03].

[26] Congreso de la República de Venezuela. (1.989). “Ley Orgánica del Régimen Municipal”. Disponible: <http://www.gobiernoenlinea.ve/legislacion-view/sharedfiles/leyorganicaregimenmunicipal.pdf>. [Consulta 2.008 Noviembre 10].



[27] República Bolivariana de Venezuela. (1.999). **“Constitución de la República Bolivariana de Venezuela”**. Disponible: <http://www.constitucion.ve/constitucion.pdf>. [Consulta 2.009 Enero 10].

[28] Congreso de la República de Venezuela. “Ley de Residuos y Desechos Sólidos”. Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas (2.004). Disponible: <http://www.iclam.gov.ve/ley%20residuos%20solidod.pdf>.

[29] **La Basura**. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Basura>. [Consulta 2009 Febrero 20].

[30] Programa Google Earth **"google maps Satelital"**. Disponible en: <http://maps.google.com/> (2009).

[31] Publicaciones MENEVEN. **“Los Desechos Sólidos”**. Departamento de Relaciones Públicas. (2001).

[32] Yoreciclo.cl. **Materiales\_Reciclables/Tetra pack**. Disponible: [http://www.yoreciclo.cl/materiales\\_reciclables\\_tetrapack.htm](http://www.yoreciclo.cl/materiales_reciclables_tetrapack.htm). [Consulta 2009 Septiembre 05].

[33] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) **“Método Sencillo del Análisis de residuos Sólidos”**. Disponible: <http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/htd/hdt017.html> [Consulta 2009 Junio 10].

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

<b>TÍTULO</b>	<b>“Diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados en la zona de Tronconal VI, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui”</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

AUTOR (ES):

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CVLAC / E MAIL</b>
<b>Buriel M., Milvia J.</b>	<b>CVLAC: 14.617.509</b> <b>EMAIL:</b> milviahijadedios@hotmail.com
<b>Silva M., Mirna Del V.</b>	<b>CVLAC: 11.211.212</b> <b>EMAIL:</b> mirnamontero@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

**Diagnóstico**

**Desechos sólidos**

**Boyacá VI**

**Sistema de recolección**

**Disposición final**

**Rutas efectivas**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>ÁREA</b>	<b>SUB ÁREA</b>
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

**RESUMEN (ABSTRACT):**

Los desechos sólidos generados en la comunidad de Boyacá VI, y varias urbanizaciones aledañas a estas e incluyendo el mercado de Boyacá III constituye un creciente malestar, la forma en que son manejados estos desechos. El estudio se basó principalmente en analizar y evaluar el actual sistema de recolección y disposición final de los desechos que se generan en estas comunidades. Se estudió la composición física de los desechos sólidos generados a diario, y los porcentajes de estos, se midieron los tiempos de recorrido, y se propuso el diseño de trazado de rutas con la finalidad de mejorar el rendimiento del sistema de recolección.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E-MAIL</b>				
<b>Sebastiani Belkis</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS (X)</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	4.363.990			
	<b>e-mail:</b>	belkysebastiani@hotmail.com			
<b>Morales Hilda</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU(X)</b>
	<b>CVLAC:</b>	5.189.811			
	<b>e-mail:</b>	MORALESHC@gmail.com			
<b>Padrón Marielba</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU(X)</b>
	<b>CVLAC:</b>	13.630.263			
	<b>e-mail:</b>	Marielba2000@hotmail.com			

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

<b>2009</b>	<b>11</b>	<b>27</b>
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
<b>Tesis.Diagnóstico_sistema_desechosólidos.doc</b>	<b>Aplicación/msword</b>

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K L M N O P Q  
R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z . 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 .

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

**Ingeniero Civil**

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

**Pregrado**

ÁREA DE ESTUDIO:

**Departamento de Ingeniería Civil**

INSTITUCIÓN:

**Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado:

**“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”**

**Milvia Buriel M.**

**AUTOR**

**Mirna Silva M.**

**AUTOR**

Prof. Belkis Sebastiani

**TUTOR**

Prof. Marielba Padrón

**JURADO**

Prof. Hilda Morales

**JURADO**

**Ing. José Gómez**

**TUTOR**

Prof. Yasser Saab

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**