

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



**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LA  
COMUNIDAD “EL ESFUERZO”, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI**

**Realizado por:**

**DAVID A. MARTÍNEZ C.**

**RAUL O. HERRERA N.**

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

**INGENIERO CIVIL**

**BARCELONA, FEBRERO DE 2010**

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



**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LA  
COMUNIDAD “EL ESFUERZO”, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI**

**ASESOR:**

**Prof.: Belkys Sebastiani**

---

**Asesor Académico**

---

**Firma**

**BARCELONA, FEBRERO DE 2010**

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



**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y  
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LA  
COMUNIDAD “EL ESFUERZO”, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO  
ANZOÁTEGUI**

**JURADO:**

**El jurado hace constar que asignó a ésta Tesis la calificación de:**

---

**Prof.: Belkys Sebastiani**

**Asesor Académico**

---

**Prof.: Ana Ghanem**

**Jurado Principal**

---

**Prof.: María Ramírez**

**Jurado Principal**

**BARCELONA, FEBRERO DE 2010**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién lo participará al Consejo Universitario”.

## DEDICATORIA

A **Dios** por darme las esperanzas y fuerzas para seguir adelante sin rendirme en ningún momento a pesar de los obstáculos. A mi madre **Buenaventura Caldera**, por ser el pilar fundamental de mi vida. A mi padre **Luis Martínez**, por guiarme en toda mi carrera, por ustedes me levanto cada vez que me tropiezo, gracias a los dos por todo lo que me han enseñado, son mi ejemplo a seguir, gracias por enseñarme a tener humildad, responsabilidad, honestidad y perseverancia, este logro se los debo a ustedes, los amo.

A mis hermanos **León José, Luis Daniel, Leodanys Mariela, Luis Enrique**, ustedes son el mejor regalo que dios me ha dado, los amo, a mi sobrino **Diego Alejandro** y a mis abuelas **Josefa Vera** que siempre estuviste pendiente de todo lo que hiciera y **Filomena Aguilera, a todos mis tíos**, saben que este triunfo también es suyo, espero que dios les ilumine.

A mi amigo **Julio Reina** que dios lo tenga en su gloria, mi logro también es para ti hermano, se que lo hubieres disfrutado mucho

*David Martínez*

## AGRADECIMIENTOS

A *Dios* por haberme permitido lograr esta meta.

A mis padres *Buenaventura Caldera y Luis Martínez*, por darme amor, educación, principios, orientación, comprensión, dedicación, apoyo y ser ejemplo a seguir, porque gracias a ustedes soy el profesional y la persona que soy, no me alcanza la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos *León José, Luis Daniel, Leodanys Mariela, Luis Enrique*, por su incondicional apoyo y cariño a lo largo de mi vida, los amo.

A mi padrastro *Nelson Valerio* por todo el apoyo desinteresado prestado en la realización de este proyecto.

A mi tío *Leonardo Martínez* por darme su apoyo y orientación antes y durante mi carrera.

A mis amigos *Pablo y Camilo Marcano* por su apoyo incondicional.

A mi compañero de tesis *Raúl Herrera*.

A mi amigo José Javier Díaz (J) por toda su ayuda.

A todos mis compañeros de estudio que de una manera u otra contribuyeron conmigo para lograr esta meta, no los puedo nombrar a todos porque sería como imprimir dos tomos pero si lo puedo resumir a (*LA CLASE*).

A la *Universidad de Oriente* por abrirme sus puertas para que yo pudiera formarme como profesional

Igualmente a las profesoras *Belkys Sebastiani, Ana Ghanem y María Ramírez*, gracias por su ayuda a lo largo de mi carrera y a todos los profesores que me enseñaron y orientaron para formarme como profesional y por no ponérmela fácil, porque sé que eso me fortaleció para mi futuro.

Muchísimas Gracias.....

*David Martínez*

## DEDICATORIA

A dios por darme la vida, mucha salud, por ayudarme a vencer obstáculos, siempre alumbrar mi camino y poner las personas indicadas en mi vida.

A mis padres Lexis Coromoto Navarro y Raúl Arsenio Herrera por siempre guiarme hacia las cosas buenas, darme una educación y tener la dedicación de formar a un ser humano que no es una tarea fácil en estos tiempos, los amo y me siento orgulloso de ellos por eso este éxito más que mío es de ellos.

A mis tíos Héctor Navarro, María Luisa Navarro, Juan Navarro, Yanixa Herrera, Iris Navarro, Rafael Azcarate, Arelis de Navarro, Ángel José Martínez y Cristóbal León, por ser más que tíos unos padres para mí, porque a lo largo de toda mi vida así me lo han demostrado, me siento orgulloso de ellos y le doy gracias a dios por una familia así, sin ustedes y su ayuda no hubiese podido lograrlo, los amo. A mis hermanas Aucris Herrera, María José Herrera por su apoyo y su ayuda, las amo, este éxito es de ustedes.

A mi sobrina Ana Gabriela Velásquez Herrera y mi hermana María Gabriela Herrera, este logro también es por ellas sobre todo porque son las pequeñas de la casa y me dan más ganas de luchar y de superarme en la vida, las amo.

A mis primos Eduardo Azcarate, Juan Navarro, Estefanía Azcarate, Belkis Rodríguez, José Gregorio Rodríguez, Jonathan Navarro, Héctor Ramón Navarro, Cristina Navarro, Roberto Carlos Navarro, Victoria Navarro, Claudia Vanessa Barreto Rodríguez y Roni León, los quiero esto también es por ustedes.

A Anacary Marcano esto también es por ella por que sin su ayuda tampoco hubiese sido posible, por todas las cosas que pasamos juntos, eres parte participe de él.

A mi padrino y más que eso lo considero mi familia Fabio Martínez, este éxito también es de el por toda su ayuda incondicional a lo largo de mi vida, gracias.

***Raúl Herrera***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios le doy gracias por guiarme siempre en la vida y darme mucha salud para poder lograr las metas, por darme los padres y la familia que me dio y por siempre mantenerme positivo ante la vida y los obstáculos que esta me presenta.

A Dios por darme mis padres Raúl Arsenio Herrera y Lexis Navarro son infinitas las cosas que tengo que agradecerles.

A Dios por darme mi familia gracias.

A la Universidad de Oriente por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional y persona. A mi tutora Ing. Belkis Sebastiani por darme el tema de tesis, su ayuda y la oportunidad de terminar mi carrera.

A mi compañero de tesis David Martínez gracias por su ayuda para poder lograr esta meta.

A mis amigos y personas que me ayudaron e hicieron más fácil el camino a este logro, ellos fueron: Gabriel Martínez; Douglas Estaba, David Martínez, Rosangela Torino, Josué Salazar, Josué Marcano, Wilmer Velásquez, Aneli Luzón, Paul hidalgo, Jennifer Pulgar, Pedro Rodríguez, Reinaldo González, Sara Escalante, Carlos Martinez. Todos ellos y muchos más en algún momento de mi carrera me ayudaron y por eso les estoy inmensamente agradecido.

A la familia Gómez y Martínez por su ayuda y su apoyo hacia mi persona.

A Nelson Valerio y Betty Gómez por toda la ayuda y su colaboración prestada para realizar nuestro trabajo de campo en nuestra tesis.

A todas estas personas y muchas más gracias por su ayuda apoyo en algún momento de mi carrera y mi vida.

***Raúl Herrera***

## RESUMEN

La industrialización y la tendencia a producir bienes desechables son el origen de los problemas de almacenamiento de desechos, esto nos lleva al deterioro del medio ambiente. En Venezuela, la acumulación de residuos sólidos domésticos constituye un problema agobiante. El Estado Anzoátegui no escapa de esta problemática, los desechos sólidos constituyen un problema ambiental de gran repercusión para los poblados y específicamente para la comunidad El Esfuerzo del municipio Bolívar del Estado Anzoátegui, por los altos volúmenes que se generan, su deficiente manejo y el grado de afectación a las personas y al ambiente. El objetivo de este trabajo consiste en elaborar un diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la comunidad El Esfuerzo, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. La investigación es de tipo descriptiva y de campo. Las técnicas empleadas fueron la observación directa y la encuesta. También se realizó un muestreo de los tipos de desechos sólidos que genera esta comunidad, mediante una clasificación de los desechos. Posteriormente se calculó los valores de densidad, humedad y poder calorífico de tales desechos. Se analizó los sistemas de almacenamiento de la basura, así como también los sistemas de transporte y recolección de las mismas, también se evaluó los métodos de recolección y los tiempos que se emplean en dicha tarea. En este trabajo de investigación también se hizo un análisis de las rutas de recolección actuales y se elaboró un diseño de una ruta de recolección efectiva y posible en el sector para servir a la comunidad en un menor tiempo y con una mejor maniobrabilidad del camión recolector. Y finalmente se analizó el sistema de manejo y disposición final de los desechos sólidos de la comunidad El Esfuerzo.



# CONTENIDO

<b>RESOLUCIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>X</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>20</b>
1.1 LOCALIZACIÓN .....	20
1.1.1 Economía.....	22
1.1.2 Población. ....	22
1.1.3 Municipio Simón Bolívar.....	23
1.1.4 El Esfuerzo. ....	24
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
1.3 OBJETIVOS.....	25
1.3.1 Objetivo General.....	25
1.3.2 Objetivos Específicos.....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>27</b>
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>27</b>
2.1 ANTECEDENTES.....	27
2.2 ESTIMACION DE POBLACION.....	29
2.2.1 Métodos Matemáticos.....	29
2.2.2 Método Lineal: .....	30
2.2.3 Método Geométrico o Exponencial. ....	31
2.2.4 Método Parabólico.....	33

2.2.5 Método de Componentes .....	34
2.3 FUENTES DE DESECHOS SOLIDOS .....	35
2.3.1 Desechos industriales.....	35
2.3.2 Desechos domésticos.....	36
2.3.3 Desechos del mercado comercial.....	37
2.3.4 Desechos de hospitales.....	37
2.3.5 Fuentes diversas.....	38
2.4 TIPOS DE DESECHOS .....	38
2.4.1 Líquidos / sólidos.....	39
2.4.2 Degradables / no degradables.....	39
2.4.3 Reutilizables / no reutilizables.....	39
2.4.4 Reciclables o no reciclables .....	39
2.5 COMPOSICION DE LOS RESIDUOS.....	40
2.5.1 Tasa de generación de los residuos.....	40
2.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS .....	44
2.6.1 Humedad .....	44
2.6.2 Densidad (p).....	45
2.6.2.1 Densidad suelta.....	45
2.6.2.2 Densidad transporte .....	45
2.6.2.3 Densidad residuo dispuesto en relleno.....	45
2.6.3 Poder calorífico.....	45
2.7 SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO.....	46
2.7.1 Métodos de Recolección.....	46
2.7.1.1 Método de Esquina o de Parada Fija.....	48
2.7.1.2 Método de Acera .....	48
2.7.1.3 Método de "Llevar y Traer" o Intradomiciliario.....	49
2.7.1.4 Método de Contenedores .....	49
2.7.2 Equipos de Recolección y Transporte Primario.....	50
2.7.2.1 Equipos recolectores de alta tecnificación .....	52
2.7.2.2 Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos .....	52
2.7.2.3 Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos.....	52
2.7.2.4 Sistemas de Recolección por Contenedores Altamente Especializados.....	53
2.7.2.5 Vehículos Compactadores de Carga Trasera, Frontal y Lateral.....	54
2.7.2.6 Vehículos Compactadores de Carga Lateral .....	54
2.7.2.7 Vehículos Compactadores de Carga Trasera .....	55

2.7.2.8 Vehículos sin Mecanismo de Compactación, de Carga Lateral o Trasera.....	56
2.7.2.9 Vehículos Tipo Volteo.....	57
2.7.2.10 Otros Vehículos y Sistemas.....	58
2.7.3 Frecuencia de Recolección.....	58
2.7.3.1 Recolección Diaria.....	59
2.7.3.2 Recolección Cada Tercer Día.....	59
2.7.3.3 Recolección Dos Veces por Semana.....	60
2.7.4 Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección <sup>19</sup> .....	61
2.8 DISEÑO DE RUTAS.....	62
2.8.1 Requerimientos para Diseñar las Macrorutas.....	62
2.8.1.1 Características de las áreas a rutear.....	63
2.8.1.2 Número de viajes.....	64
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>65</b>
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>65</b>
3.1 GENERALIDADES.....	65
3.1.1 Recopilación de datos.....	65
3.1.2 Población del sector “El Esfuerzo”.....	66
3.1.2 Encuesta a la Población en General.....	67
3.1.3 Determinación de la Tasa de Generación.....	69
3.1.4 Análisis de Rutas de Recolección de Desechos Sólidos.....	69
3.1.5 Tiempos Promedios de Operación.....	72
3.1.6 Estudio de Cantidad y Composición.....	73
3.1.7 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos.....	79
3.1.9 Densidad ( $\rho$ ).....	81
3.1.8 Contenido de humedad ( $M$ ).....	83
3.1.10 Poder Calorífico.....	83
3.1.11 Diseño de Rutas.....	84
3.1.11.1 Sectorización del Área de Estudio.....	85
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>88</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>88</b>
4.1 ENCUESTAS.....	88
4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL.....	90

4.2.1 Tipo de Servicio de Recolección.....	90
4.2.2 Sistema de Transferencia .....	91
4.2.3 Horario de Recolección.....	91
4.2.4 Personal de Recolección .....	92
4.2.5 Implementos de Seguridad .....	92
4.2.6 Método de Recolección.....	92
4.2.7 Programación de las Rutas de Recolección .....	94
4.2.8 Tiempos de Recolección .....	94
4.2.9 Equipo Actual de Recolección.....	95
4.2.10 Descripción de las Unidades Recolectoras .....	96
4.2.11 Sistema Actual del Sitio de Disposición Final.....	96
4.2.12 Cantidad de los Desechos Sólidos Dispuestos .....	99
4.3 COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS .....	100
4.3.1 Diagramación de los desechos sólidos generados en los 6 días de composición. ....	113
4.4 DIAGRAMACIÓN .....	114
4.5 IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN DE RUTAS .....	116
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>118</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>118</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	118
5.2 RECOMENDACIONES .....	120
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>ANEXO F .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO: .....</b>	<b>124</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. UBICACIÓN DEL ESTADO ANZOÁTEGUI EN EL TERRITORIO NACIONAL .....	20
FIGURA 1.2. DIVISIÓN POLÍTICA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI .....	21
FIGURA 1.3. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI .....	24
FIGURA 2.1. DESECHOS INDUSTRIALES.....	36
FIGURA 2.2. DESECHOS DOMESTICOS .....	37
FIGURA 2.3. DESECHOS COMERCIALES. ....	38
FIGURA 2.4 DESECHOS DE HOSPITALES. ....	38
FIGURA 2.5. DESECHOS DE FUENTES DIVERSAS. ....	39
FIGURA 2.6. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. VOLUMEN 1. GEORGE TCHOBANOGLIOUS. ....	42
FIGURA 2.7. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN. ....	47
FIGURA 2.8. SISTEMAS DE CONTENEDORES.....	51
FIGURA 2.9. VEHÍCULO COMPACTADOR DE CARGA LATERAL.....	55
FIGURA 2.10 VEHÍCULO COMPACTADOR DE CARGA TRACERA .....	56
FIGURA 2.11. VEHÍCULO TIPO VOLTEO.....	57
FIGURA 3.1. RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL ESFUERZO .....	70
FIGURA 3.2. VEHÍCULO UTILIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.....	71
FIGURA 3.3. DESCARGA EN EL RELLENO SANITARIO CERRO DE PIEDRA.....	72
FIGURA 3.4. DESCARGA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL PATIO DE MASUR.....	74
FIGURA 3.5. MUESTRA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS, PATIO DE MASUR.....	75
FIGURA 3.6. ESPARCIMIENTO DE LA MUESTRA .....	75
FIGURA 3.7. MUESTRA DE CARTÓN SEPARADO.....	76

<b>FIGURA 3.8. MUESTRA DE PLÁSTICO SEPARADO .....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 3.9. MUESTRA DE METAL SEPARADO. ....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 3.10. MUESTRA DE VIDRIO SEPARADO. ....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 3.11. PESAJE DE LAS MUESTRAS. ....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 3.12. PESAJE DE LAS MUESTRAS. ....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 3.13. MUESTRAS CLASIFICADAS. ....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 3.14. BALANZA (ROMANA) UTILIZADA PARA PESAR LOS CAMIONES Y COMPACTADORES EN EL RELLENO SANITARIO. ....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 3.15. BALANZA (ROMANA) UTILIZADA PARA PESAR LOS CAMIONES. ....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 4.1. ITINERARIO DE RECOLECCIÓN EN EL ESFUERZO. ....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 4.2. RECOLECCIÓN EN ACERA. ....</b>	<b>90</b>
<b>FIGURA 4.3. RECOLECCIÓN EN ACERA. ....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 4.4. RECOLECCIÓN DE DESECHOS EN CALLES ANGOSTAS. ....</b>	<b>93</b>
<b>FIGURA 4.5. CAMIÓN RECOLECTOR. ....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 4.6. EQUIPO EMPLEADO EN “CERRO DE PIEDRA”. ....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 4.7. LABORES DE SEGREGACIÓN DE LOS RECUPERADORES. ....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 4.8. PROMEDIO DE DESECHOS GENERADOS POR EL ESFUERZO .....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 4.9. FOTO AÉREA DE EL ESFUERZO. ....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA 4.10. FOTO AÉREA DE EL ESFUERZO, AVENIDA ALGIMIRO GABALDÓN (ALTERNA). ....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA E.1. CAMIÓN RECOLECTOR. ....</b>	<b>137</b>
<b>FIGURA E.2. CAMIÓN RECOLECTOR. ....</b>	<b>137</b>
<b>FIGURA E.3. DESCARGA EN CERRO DE PIEDRA. ....</b>	<b>138</b>
<b>FIGURA E.4. DESCARGA EN CERRO DE PIEDRA. ....</b>	<b>138</b>
<b>FIGURA E.5. CERRO DE PIEDRA. ....</b>	<b>139</b>
<b>FIGURA E.6. CERRO DE PIEDRA. ....</b>	<b>139</b>

<b>FIGURA E.7. DESECHOS.....</b>	<b>140</b>
<b>FIGURA E.8. MUESTRA. ....</b>	<b>140</b>
<b>FIGURA E.9. PESAJE DE DESECHOS. ....</b>	<b>141</b>
<b>FIGURA E.10. PESAJE DE DESECHOS. ....</b>	<b>141</b>
<b>FIGURA E.11. PESAJE DE DESECHOS. ....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA E.12. MUESTRA ESPARCIDA. ....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA E.13. SEPARACIÓN DE LOS DESECHOS.....</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA E.14. SEPARACIÓN DE LOS DESECHOS.....</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA E.15. MUESTRAS CLASIFICADAS. ....</b>	<b>144</b>
<b>FIGURA E.16. MUESTRAS CLASIFICADAS. ....</b>	<b>144</b>



## INDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 MUNICIPIOS DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.....	24
TABLA 2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS [9] “LEY DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS”. GACETA OFICIAL N° 38.068. CARACAS. (2004). .....	44
TABLA 2.2. VARIACIONES ESTACIONALES EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	45
TABLA 2.3 TIEMPOS DE INCUBACION Y CRECIMIENTO DE LA MOSCA .....	59
TABLA 3.1 REPORTE ESTADÍSTICO DEL CENSO POBLACIONAL 2009 EL ESFUERZO68	
TABLA 3.2. CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	83
TABLA 4.1. EVALUACIÓN DE ENCUESTAS EN EL ESFUERZO .....	88
TABLA 4.2. TIEMPOS PROMEDIOS DE OPERACIÓN .....	94
TABLA 4.3. VALORES PONDERADOS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN .....	95
TABLA 4.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN CAMIÓN DE LA FLOTA DE RECOLECCIÓN.....	97
TABLA 4.5. TOTAL DE DESECHOS DESCARGADOS EN EL RELLENO SANITARIO “CERRO DE PIEDRA” GENERADOS POR EL MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR DESDE MAYO 2009 .....	100
TABLA 4.6. TASA DE GENERACIÓN DEL SECTOR EL ESFUERZO, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR.....	101
TABLA 4.7. DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE LA COMPOSICIÓN DIARIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ESFUERZO DEL MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.....	102
TABLA 4.8. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA PLÁSTICO.....	103
TABLA 4.9. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA PAPEL .....	104
TABLA 4.10. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA METAL. ....	104
TABLA 4.11. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA TEXTIL.....	105
TABLA 4.12. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA VIDRIO. ....	105

<b>TABLA 4.13. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA DESPERDICIOS DE COMIDA.....</b>	<b>106</b>
<b>TABLA 4.14. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA MATERIA ORGANICA .....</b>	<b>106</b>
<b>TABLA 4.15. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA JARDINERIA. ....</b>	<b>107</b>
<b>TABLA 4.16. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA TETRA PAK. ....</b>	<b>107</b>
<b>TABLA 4.17. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA MADERA. ....</b>	<b>108</b>
<b>TABLA 4.18. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA OTROS. ....</b>	<b>108</b>
<b>TABLA 4.19. PODER CALORÍFICO DE LAS CATEGORÍAS. ....</b>	<b>109</b>
<b>TABLA 4.20. COMPOSICIÓN FÍSICA PROMEDIO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. ....</b>	<b>110</b>
<b>TABLA 4.21. ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA TEXTIL. ....</b>	<b>111</b>

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

Desde los tiempos prehistóricos hasta nuestros días, el hombre ha desechado lo que ya no consume, mediante su evolución, ha ubicado los desechos en lugares donde no causen afectaciones a la población. Esto nos lleva al deterioro del medio ambiente. Situación que exige la implementación de acciones contribuyentes a la modificación del comportamiento ciudadano con respecto al manejo que hace de sus desechos y las implicaciones que ello tiene tanto en el ambiente como en la salud de su comunidad.

En Venezuela, la acumulación de residuos sólidos domésticos constituye un problema agobiante, los asentamientos urbanos son simple consecuencia de la explosión demográfica y la incorporación de nuevas tecnologías que nos han convertido en un pueblo consumidor. El Estado Anzoátegui no escapa de esta problemática, los desechos sólidos constituyen un problema ambiental de gran repercusión para los poblados y específicamente para la comunidad El Esfuerzo del Municipio Simón Bolívar, por los altos volúmenes que se generan, su deficiente manejo y el grado de afectación a las personas y al ambiente. Además, se aprecia que no todos los sectores de la ciudad se benefician de un adecuado servicio de recolección de residuos, lo cual conduce a muchos vecinos a convivir cerca de numerosos desperdicios generados por ellos mismos.

El diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos involucra seis elementos funcionales que van desde su generación hasta su disposición final. Esta investigación consistió en un levantamiento de datos de campo, mediante el diagnóstico actual de la comunidad seleccionada, el servicio de recolección y disposición final, posteriormente, el diseño del trazado de nuevas rutas de recolección para tener un mayor rendimiento tanto de los equipos como del personal que realiza el servicio, además de realizar un estudio de los componentes que conforman a los desechos sólidos y su disposición final.

## 1.1 LOCALIZACIÓN

El estado Anzoátegui se localiza en el oriente del país, entre las coordenadas 07°40'16", 10°15'36" de latitud Norte y 62°41'05", 65°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. Ocupa una superficie de 43.300 km<sup>2</sup>; que representa el 4.7% del territorio nacional siendo el séptimo estado con mayor superficie del país. Éste se encuentra dividido político – territorialmente en 21 municipios. (Ver figura 1.1).



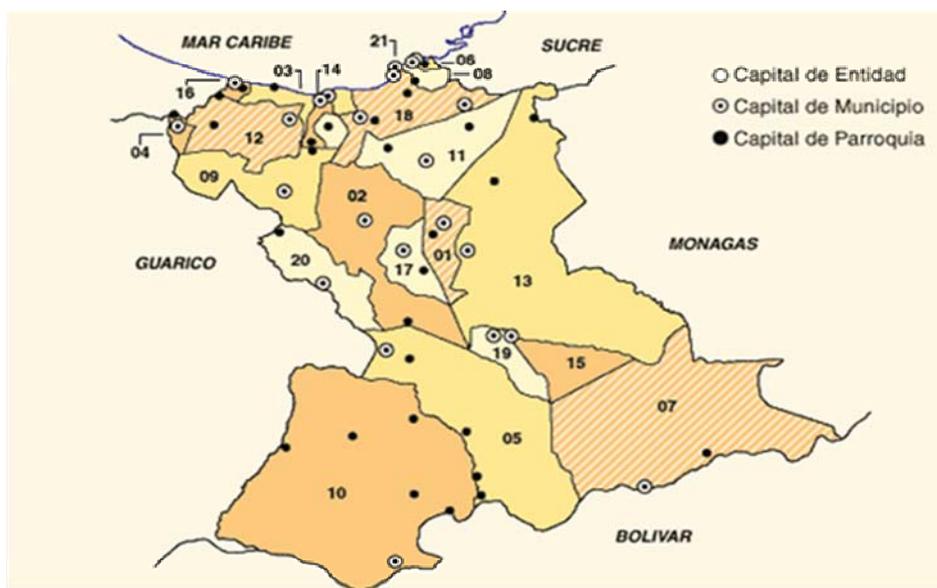
**Figura 1.1:** Ubicación del Estado Anzoátegui en el Territorio Nacional<sup>21</sup>

**Tabla 1.1:** Municipios del Estado Anzoátegui

Municipios		
<b>1. Anaco</b>	8. Juan Antonio Sotillo	<b>15. San José de Guanipa</b>
<b>2. Aragua</b>	9. Juan Manuel Cajigal	<b>16. San Juan de Capistrano</b>
<b>3. Fernando de Peñalver</b>	10. José Gregorio Monagas	<b>17. Santa Ana</b>
<b>4. Francisco del Camen Carvajal</b>	11. Libertad	<b>18. Simón Bolívar</b>
<b>5. Francisco de Miranda</b>	12. Manuel Ezequiel Bruzual	<b>19. Simón Rodríguez</b>
<b>6. Guanta</b>	13. Pedro María Freites	<b>20. Sir Arthur Mc Gregor</b>
<b>7. Independencia</b>	<b>14. Píritu</b>	<b>21. Diego Bautista Urbaneja</b>

Fuente: I.N.E.

Los cuales, están representados en la **figura 1.2.**



**Figura 1.2:** División Política del Estado Anzoátegui<sup>21</sup>

La ciudad de Barcelona, ha formado, junto con Puerto La Cruz una conurbación, donde se ejercen las funciones político-administrativas, siendo sede de la gobernación del estado Anzoátegui y de diversas instituciones públicas y eclesiásticas. Tiene importantes actividades comerciales y turísticas.

### **1.1.1 Economía.**

Ésta ciudad aloja una de las más importantes refinerías de petróleo del país. Posee una buena infraestructura hotelera y en los últimos años se ha convertido en centro turístico de la región oriental. Además de la actividad turística, Puerto La Cruz se coloca como la ciudad de mayor auge Económico y Comercial de la región, pues, grandes Bancos han colocado sus sedes regionales allí. Al igual que un sin fin de negocios comerciales, así como grandes centros comerciales.

### **1.1.2 Población.**

La población del estado Anzoátegui en el año 2000 se estima en 1.140.369 hab., mientras que en 1990 se censaban 859.158 hab. En 1992 se censaron 6.967 hab. indígenas., pertenecientes en su gran mayoría a la etnia Kariña. La densidad de población del Estado Anzoátegui ha subido de 19.9 hab/km<sup>2</sup> en 1990 a 28,3 hab/km<sup>2</sup> en el año 2000, aunque se reconocen vastos espacios subpoblados.

Su índice de población urbana ha subido substancialmente en las últimas décadas, de 43,9 % de la población total en 1950 al 85,8% en el año 1990. Esta alta concentración de la población en ciudades se ha visto favorecida por el incremento de las actividades administrativas, comerciales y de servicios, portuarias, industriales, turísticas, petroleras y petroquímicas. En el año 2000 residen en la capital estatal, Barcelona, 358.706 hab., mientras que en Puerto La Cruz se estiman 234.986 hab., en Lechería 35.762 hab. y en Guanta 25.532 hab.

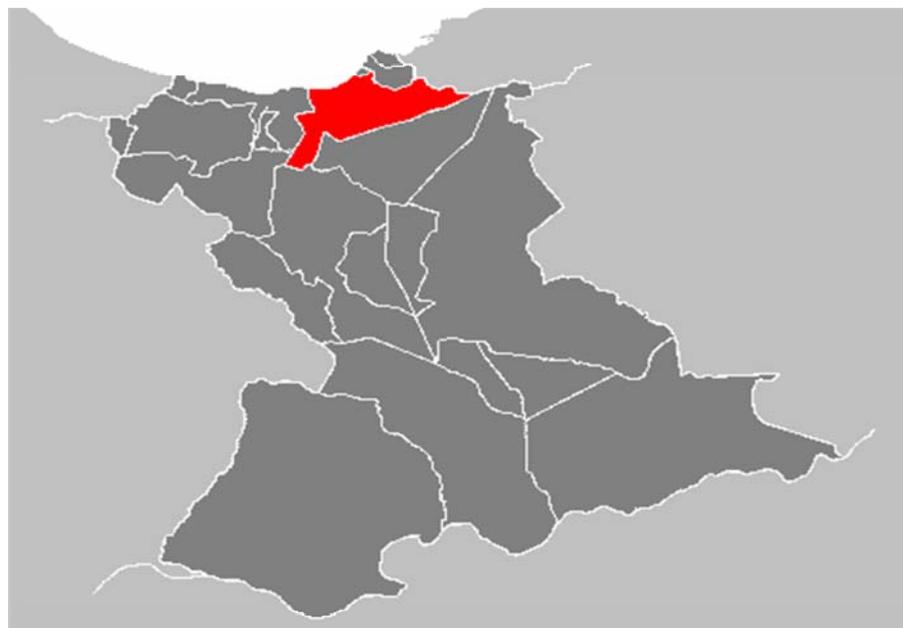
Todas estas localidades constituyen un complejo urbano que se expresa en la conurbación Barcelona- Puerto La Cruz con más de 1.000.000 hab., una de las más

significativas del país. En el interior destaca la conurbación de El Tigre (122.164 hab.) con San José de Guanipa (51.925 hab.), tiene relevancia asimismo la ciudad de Anaco (101.053 hab.). Significativa es la población de ciudades medianas con gran irradiación en sus zonas de explotación agropecuarias: Pariaguán (20.859 hab.), Aragua de Barcelona (19.646 hab.), Soledad (18.085 hab.), Cantaura (29.608 hab.), Clarines (11.237 hab.), Píritu (8.863 hab.), Valle de Guanape (8.895 hab.), San Mateo (13.470 hab.) y Puerto Píritu (9.597 hab.)

### **1.1.3 Municipio Simón Bolívar.**

El municipio Simón Bolívar ocupa una superficie de 1.706 km<sup>2</sup> con una población de 344.593 habitantes para el censo de 2001, se subdivide a su vez en 6 parroquias que son: El Carmen, San Cristóbal, Bergantín, Caigua, El Pilar y Naricual.

Su ubicación relativa se muestra en la figura 1.3.



**Figura 1.3:** Ubicación del Municipio Simón Bolívar en el Estado Anzoátegui.<sup>22</sup>

#### **1.1.4 El Esfuerzo.**

La Comunidad El Esfuerzo, se encuentra ubicada al este del municipio Simón Bolívar. Es un sector rodeado de lomas, donde el verde y el amarillo de sus árboles se hacen vistosos, por el lado este limita con una de las principales avenidas de la capital del Estado, como lo es la Vía Alternativa Algimiro Gabaldón.

Su formación geológica corresponde a la era mesozoica, sus suelos son de origen sedimentario, por esta razón son suelos pobres, de poca fertilidad. Es una zona donde predomina el relieve accidentado, posee una temperatura que oscila entre los 27°C, es un clima semiseco, donde se presentan períodos largos de lluvia y otro período seco.<sup>21</sup>

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los desechos sólidos es uno de los mayores problemas ambientales de Venezuela. El país está lleno de ellos, quienes viven en las ciudades más habitadas pueden verlos amontonados en las aceras, en parques, sitios como playas, calles o lugares de esparcimiento.

Uno de los estados más importantes del país es Anzoátegui, el cual se ubica al oriente de Venezuela y tiene una extensión territorial de aproximadamente 43.300Km<sup>2</sup>; en él se desarrollan actividades económicas de suma importancia como lo son la producción petrolera, la agricultura, la pesca, también posee industrias automotrices, de materiales para la construcción, agroindustrias, actividades turísticas, comerciales y financieras. Debido a su grado de desarrollo y su población creciente, hay una gran producción de desechos sólidos, la generación de éstos varía en función de los factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

La comunidad El Esfuerzo situada en Barcelona, capital del Estado Anzoátegui, no escapa al problema nacional de los desechos sólidos, pues los vemos esparcidos por sus calles, aceras, veredas, acumulados en esquinas, etc. Esto aparte de darle una vista desagradable a la comunidad y contribuir al deterioro progresivo del ambiente urbano, trae graves consecuencias ambientales, las cuales pueden ser perjudiciales para los habitantes de esta comunidad que están expuestos a distintas enfermedades causadas por la abundante cantidad de desechos sólidos.

El sitio de disposición final de los desechos generados por esas comunidades es el relleno sanitario de “Cerro De Piedra” ubicado en el Municipio Simón Bolívar. Es el único relleno sanitario con el que cuentan los cuatro Municipios de la zona del Estado Anzoátegui, siendo éstos los Municipios Bolívar, Urbaneja, Sotillo y Guanta.

En vista de la situación antes mencionada el propósito de este trabajo de investigación es realizar un diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de desechos sólidos generados por esta comunidad, con el fin de plantear soluciones que sirvan para mejorar su entorno, evitando así la proliferación de enfermedades y con esto disminuir el impacto ambiental que producen los desechos sólidos en esta zona.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad El Esfuerzo, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano en la comunidad El Esfuerzo

2. Estudiar las fuentes y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad El Esfuerzo.
3. Determinar la composición de los desechos sólidos generados por la comunidad 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 en la comunidad El Esfuerzo
5. Diseñar rutas de recolección, efectivas y posibles.
6. Proponer el manejo y disposición final de los desechos sólidos.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

Reyes y Martínez, en 1993<sup>1</sup>, 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.

En 1999, León y Tovar<sup>2</sup>, recopilaron información sobre la planificación de la recolección de los desechos sólidos en el área urbana donde presentaron un enfoque de métodos de diseño de las rutas de recolección de desechos sólidos, establecieron una manera de llevar el control del sistema de recolección desde el punto de vista operacional y financiero; hicieron referencia a algunas técnicas avanzadas utilizadas en el análisis del sistema de recolección.

Latuff, en el año 2005<sup>3</sup>, elaboró un estudio en la Ciudad de Maturín, Estado Monagas con el fin de evaluar la oportunidad de recuperar los desechos sólidos y reciclarlos de manera sustentable para otros usos; identificó las principales empresas

que realizan actividades de recolección, transporte, almacenamiento, clasificación, procesamiento y comercialización de dichos desechos, realizó una caracterización de la dinámica operativa que conforman las distintas actividades asociadas a la recuperación y reciclaje de los desechos, además analizó las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del potencial del tema en estudio, con el fin de obtener ingresos económicos con la participación de quienes realizan labores de recolección de desechos para la posterior venta, lo que conllevaría también a mejorar la situación ambiental y el servicio del aseo urbano en la ciudad.

En el año 2005, Mora<sup>4</sup>, llevó a cabo un estudio aplicando un método inspirado en el análisis del conflicto, sobre el sistema natural Cuenca - Morrocoy y sus municipios José Laurencio Silva y Monseñor Iturriza (Estado Falcón), determinó las fases del proceso dinámico que potencian las crisis en residuos sólidos y con base en ellas, planteó una estrategia de resolución. Dicha resolución partió de una elevación en la racionalidad de los actores locales, regionales y nacionales, y de niveles de gestión. Por otro lado, en el método de análisis de conflicto reenfocó la crisis, no como “la problemática a resolver”, sino como dinámica que evoluciona de un punto de equilibrio a otro, siendo reaplicable a casos asociados al dilema de conservar vs. desarrollar, en comunidades humanas, entre otras especies muy sensibles a los efectos antropogénicos en crisis.

En el año 2007<sup>5</sup>, Monagas y Rodríguez, llevaron a cabo un Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos generados por las comunidades de Boyacá I y II, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. En el cual desarrollaron un estudio completo del sistema de recolección, de la población en estudio, de la tasa de generación de desechos por cada habitante de esos sectores y del relleno sanitario Municipal Cerro de Piedra. Como resultados de su

trabajo se propone un diseño de rutas de recolección mas efectivas y un programa de reciclaje.

## **2.2 ESTIMACION DE POBLACION**

La metodología de cálculo de las Estimaciones de la Población Actual trata de incorporar la información más actualizada disponible sobre el comportamiento de los fenómenos demográficos que determinan las cifras de población presentes y su estructura por edades<sup>6</sup>.

Las estimaciones postcensales de población se calculan a partir del último censo disponible y del movimiento demográfico del año correspondiente. La información que proporcionan permite conocer anualmente los niveles de crecimiento demográfico y la evaluación de la pirámide de población. También permite calcular, de manera fiable, los indicadores de tipo demográfico, social y económico, en los cuales los efectivos de población son el denominador de referencia, y en especial, cuando es preciso desagregar estos denominadores según las características de sexo y edad.

### **2.2.1 Métodos Matemáticos**

Son aquellas estimaciones que se realizan en base a funciones de tipo matemático, como la lineal, geométrica y/o exponencial, suponiendo un comportamiento de la población según ese tipo<sup>7</sup>.

El uso de estos métodos tiene algunas de las siguientes limitaciones:

a) Dificultad para establecer la función más adecuada que determine el comportamiento real de la población.

b) No considera la estructura por edad de la población, según sexo y grupos de edad, y sus interrelaciones.

C) Sólo sirven para proyectar a corto plazo.

### 2.2.2 Método Lineal:

El uso de éste método para proyectar la población tiene ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico 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.

Por lo general, este método se utiliza para proporciones en plazos de tiempo muy cortos, básicamente para obtener estimaciones de población a mitad de año.

$$N_t = N_o(1 + r * t) \quad (\text{Ec.2.1})$$

Donde:

$N_t$  y  $N_o$  = Población al inicio y al final del período.

$t$  = Tiempo en años, entre  $N_o$  y  $N_t$ .

$r$  = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

**SUPUESTO:** El método lineal, supone un crecimiento constante de la población, la cual significa que la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas.

### 2.2.3 Método Geométrico o Exponencial.

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, 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, las personas aumentan en forma creciente.

El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$N_t = N_o(1 + r)^t \quad (\text{Ec.2.2})$$

Donde:

$N_t$  y  $N_o$  = Población al inicio y al final del período.

$r$  = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r = \left( N_t / N_o \right)^{1/t} - 1 \quad (\text{Ec.2.3})$$

Donde:

$1/t$  = Tiempo intercensal invertido.

La ecuación que expresa el crecimiento exponencial es:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

Donde " r " es la tasa de crecimiento instantánea y su cálculo es el siguiente:

$$r = \frac{\log\left(\frac{N_t}{N_0}\right)}{t(\log e)} \quad (\text{Ec.2.4})$$

Donde:

$N_t$  y  $N_0$  = Población al inicio y al final del período respectivamente.

$t$  = Tiempo en años

$$\log e = 0.434294$$

La diferencia conceptual entre estas dos curvas es que en el primero (crecimiento geométrico), el tiempo se toma como una variable discreta, mientras que en el segundo (crecimiento exponencial) es una variable continua y en tal sentido la tasa de crecimiento diferirá en los dos modelos; en el primero estaría midiendo la tasa de crecimiento entre puntos en el tiempo que estarían igualmente espaciados y en el segundo medirá la tasa instantánea de crecimiento. Sin embargo en la medida en que el período del tiempo considerado se haga más pequeño, las dos ecuaciones serán más parecidas hasta el punto que la ecuación geométrica tiende a la exponencial, cuando el período de tiempo tiende a cero.

**SUPUESTO:** A medida que el tiempo se aleja, la curva exponencial, supone un crecimiento más rápido de la población, comparando con los otros modelos, pero a períodos cortos, la geométrica puede superar a la exponencial en cuanto a la tasa de crecimiento, ésta va incrementándose con el tiempo.

#### 2.2.4 Método Parabólico

En los casos en que se dispone de estimaciones de la población referidas a tres o más fechas pasadas y la tendencia observada no responde a una línea recta, ni a una curva geométrica o exponencial, es factible el empleo de una función polinómica, siendo las más utilizadas las de segundo o tercer grado.

Una parábola de segundo grado puede calcularse a partir de los resultados de tres censos o estimaciones. Este tipo de curva no sólo es sensible al ritmo medio de crecimiento, sino también al aumento o disminución de la velocidad de ese ritmo.

La fórmula general de las funciones polinómicas de segundo grado es la siguiente:

$$N_t^2 = a + bx + ct \quad (\text{Ec.2.5})$$

Donde:

$t$  = Es el intervalo cronológico en años, medido desde fecha de la primera estimación

$N_t$  = Es el volumen poblacional estimado  $t$  años después de la fecha inicial.

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

Al igual que en la aplicación de la curva aritmética o geométrica, el empleo de una curva parabólica puede traer problemas si se extrapola la población por un período de tiempo muy largo, pues, los puntos llegan a moverse cada vez con mayor rapidez, y sea en un sentido ascendente o descendente.

Ello puede conducir a que en un período futuro lejano se obtenga valores de la población inmensamente grandes, o muy cercanos a cero. En muchos casos este defecto puede modificarse aplicando la extrapolación parabólica a los logaritmos de las cantidades, en lugar de aplicarlas a las cifras en sí. La extrapolación de logaritmos implica una proyección de ritmos cambiantes de crecimiento, en lugar de cantidades absolutas.

#### **2.2.5 Método de Componentes**

El método de los componentes es un método demográfico que trabaja por cohortes y consiste en proyectar, por separado, cada grupo por sexo y edad de la población, tomando en consideración la probable evolución futura de cada componente demográfico.

De esta manera, se llega en forma directa a la composición futura por edad y sexo de la población, obteniéndose por suma el total poblacional. Su empleo requiere de un profundo conocimiento de la dinámica demográfica que el país ha experimentado pues en su aplicación intervienen tantas mediciones actuales de la fecundidad y de la mortalidad, como estimaciones del efecto de niveles alternativos de la fecundidad, mortalidad y migración internacional, sobre el crecimiento poblacional.

Para proyectar la población mediante este método se requiere de una población inicial distribuida por sexo y grupos de edad en una fecha base; generalmente obtenida del último Censo. También es necesario contar con las estimaciones de los

niveles y tendencias de la fecundidad y la mortalidad y la estimación de los niveles de migración neta por sexo y edad, esto si es que la migración es relevante.

Los niveles y tendencias de fecundidad y mortalidad que se toman pueden asumirse constantes en una parte o a lo largo del período de proyección, o puede suponerse que variarán. Dado que las tendencias de la mortalidad han sido casi estables, y la fecundidad presenta mayor variabilidad, sería pertinente combinar una hipótesis sobre evolución futura de mortalidad con dos o más hipótesis acerca de la fecundidad futura.

## **2.3 FUENTES DE DESECHOS SOLIDOS**

### **2.3.1 Desechos industriales**

La basura que generan muchas industrias, como químicos, agua contaminada, aceites, etc., puede contener componentes nocivos que requieren de procesos y tratamientos especiales para su manejo, almacenamiento, transporte y disposición final. Para este tipo de desechos sólidos es necesario adoptar medidas institucionales semejantes a las aplicadas en el caso de los desechos de hospitales<sup>8</sup>.



**Figura 2.1:** Desechos industriales<sup>8</sup>

### 2.3.2 Desechos domésticos

Los desechos domésticos provienen de las actividades de cocina y limpieza que se realizan en los hogares, restaurantes, hoteles, etc. En general contienen materiales inorgánicos como papel viejo, cartones, botellas, loza, muebles, hojas, etc., y materiales orgánicos como desechos vegetales, granos, aceites comestibles, etc.



**Figura 2.2:** Desechos domesticos<sup>8</sup>

### 2.3.3 Desechos del mercado comercial

Estos desechos provienen de locales comerciales, tiendas, oficinas, almacenes, y tiendas por departamentos. Comprenden papel, cartones, botellas, bienes dañados y desechados, y finalmente materiales orgánicos e inorgánicos que muchas veces pueden ser peligrosos y reactivos ante ciertas sustancias químicas.



**Figura 2.3:** Desechos comerciales<sup>8</sup>

### 2.3.4 Desechos de hospitales

Los desechos de hospitales son a menudo muy tóxicos ya que contienen materiales peligrosos e infecciosos. Han sido clasificados, aparte de los desechos generales que provienen de las cocinas de los hospitales, en desechos infecciosos, desechos biológicos y objetos puntiagudos y afilados. El manejo inadecuado de estos desechos, así como mezclarlos con los demás desechos municipales y depositarlos en basureros abiertos o rellenos sanitarios inapropiados, representa una seria amenaza ambiental y sanitaria para la población en general.



**Figura 2.4:** Desechos de hospitales<sup>8</sup>

### **2.3.5 Fuentes diversas**

En este apartado se incluyen los desechos de las calles que comprenden la basura pública, la basura producida por los árboles sembrados en las calles y aceras, escombros resultantes de las actividades de limpieza, demoliciones, reparaciones y construcciones (lodo, ladrillos, piedras, leños, etc.).



**Figura 2.5:** Desechos de fuentes diversas<sup>8</sup>

## **2.4 TIPOS DE DESECHOS**

#### **2.4.1 Líquidos / sólidos**

La basura proveniente de hogares, mercados de verduras, comercios, actividades agrícolas e industriales y fuentes públicas, está compuesta por: elementos sólidos, como materiales vegetales/inorgánicos, materiales inertes, como vidrio, metales, piedras, textiles, etc., y líquidos, como aguas de drenaje y residuales, y aguas industriales contaminadas, etc. La composición de la basura es un elemento a considerar para su traslado a los lugares de depósito<sup>9</sup>.

#### **2.4.2 Degradables / no degradables**

Los materiales de biomasa constituyen el componente degradable en el manejo de los residuos sólidos, mientras que el plástico y otros materiales constituyen el componente no degradable. Este es un aspecto de singular importancia en el manejo de residuos, sobre todo cuando se introducen tecnologías para transformar la basura en abono o energía.

#### **2.4.3 Reutilizables / no reutilizables**

Un estudio realizado en Asia estimó que en el 52% de los hogares hindúes a nivel nacional se quemaban excrementos de animales para la calefacción, para cocinar o para iluminar. En un estado, el 65% de los hogares urbanos utilizaba excrementos (Barnard & Kristoferson, 1985)<sup>8</sup>. En las ciudades asiáticas, los moradores de los barrios marginados utilizan desechos de todo tipo (trozos de madera, plástico, papel, sacos, pedazos de hierro y hojalata) como materiales de construcción y de reparación. En la mayoría de estos hogares se utilizan botellas y recipientes recuperados de la basura.

#### **2.4.4 Reciclables o no reciclables**

Se consideran materiales reciclables las ropas y harapos, pequeños bienes,

botellas, plásticos de todas clases (especialmente botellas de leche), metales, juguetes, cenizas de hogueras de carbón y restos de comida.

Algunos ejemplos de la industria informal del reciclaje son las que reciclan vidrio roto para fabricar botellas, plástico para fabricar juguetes y zapatos, o papel para fabricar cartón. La escasez de productos y el bajo costo de estas materias primas son las principales razones que justifican estas actividades<sup>9</sup>.

## 2.5 COMPOSICION DE LOS RESIDUOS

### 2.5.1 Tasa de generación de los residuos

La tasa de generación de los desechos sólidos no es más que la cantidad de desechos que puede generar una persona en un día y se calcula a partir de la siguiente ecuación:

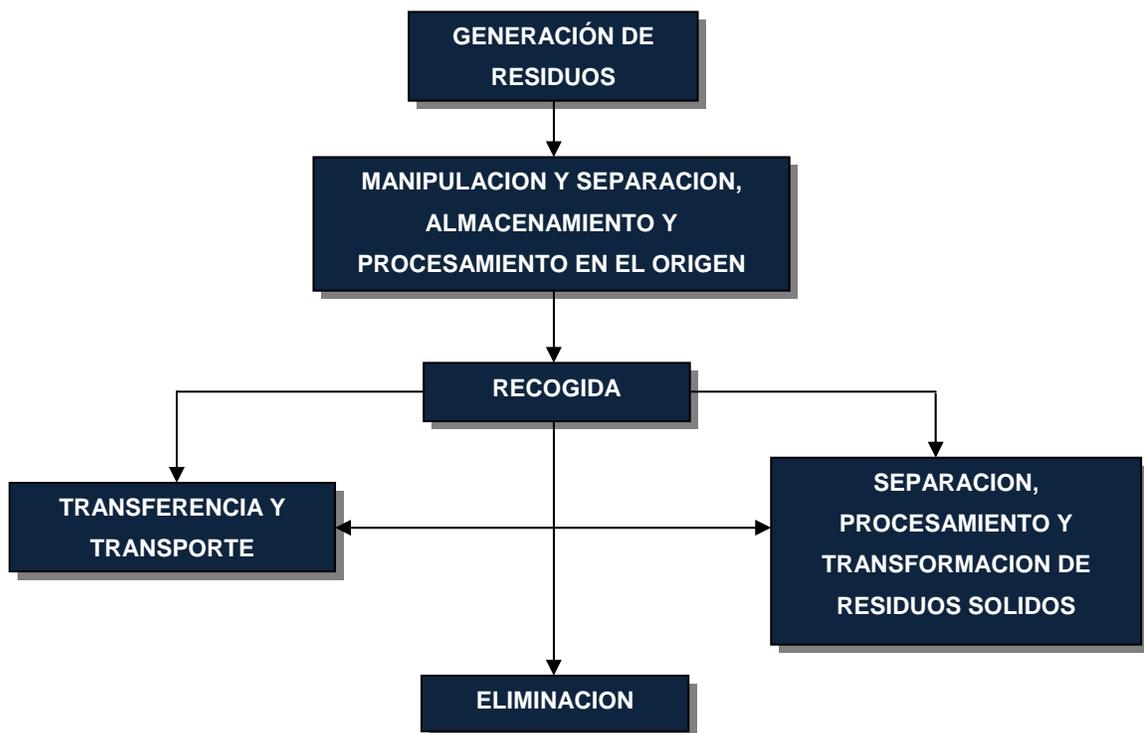
$$T_s = \frac{D_s}{hab} \quad (\text{Ec.2.6})$$

Donde:

$T_s$ : Tasa de generación por habitante por día.

$D_s$ : Tasa de generación por día.

Básicamente trata de identificar en una base másica o volumétrica los distintos componentes de los residuos.



**Figura 2.6 Fuente: Gestión integral de residuos sólidos. Volumen 1. George Tchobanoglous<sup>9</sup>.**

Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en

base húmeda y contenidos ítems como materia orgánica, papales y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc.

La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo.

**Tabla 2.1. Clasificación de los Residuos Sólidos<sup>9</sup> “Ley de Residuos y Desechos Sólidos”.** Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas. (2004).

Tipo	Composición	Fuente
Basura	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.
Desechos	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, polvo, vidrio, utensilios de cocina, minerales.	
Cenizas	Residuos de materiales incinerados para cocinar, calentar e incineración en sitio.	
Desechos de calle	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.
Animales Muertos	Gatos, perros, caballos, vacas, etc.	
Vehículos abandonados	Carros abandonados en la calle o en propiedades públicas.	
Residuos industriales	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.
Desechos de demolición Desechos de construcción	Madera, tubos, ladrillos, concreto, y otros materiales de construcción provenientes de la demolición edificaciones y otras estructuras.	Sitios de demolición.

Desechos Especiales	Maderas, tubos, y otros materiales de construcción.	Construcciones nuevas y remodelaciones.
Residuos de plantas de tratamiento	Sólidos provenientes del cribado y desarenadores, lodos de los tanques sépticos.	Planta de tratamiento de aguas negras y tanques sépticos.

**Fuente: Ley de Residuos y Desechos Sólidos**

Es necesario distinguir claramente en que etapa de la gestión de residuos corresponden los valores de composición. Los factores de que depende la composición de los residuos son relativamente similares a los que definen el nivel de generación de los mismos:

Un estudio presentado en 1995 dentro del contexto de la presentación de política para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios presenta los siguientes valores de composición:

**Tabla 2.2. Variaciones estacionales en la generación de residuos<sup>9</sup>**

Componente	Valor promedio %	Alto (20.5%) %	Medio alto (34.1%) %	Medio bajo (31.6%) %	Bajo (13.7%) %
Materia orgánica	49.3	48.8	41.8	54.7	56.4
Papeles y cartones	18.8	20.4	22.0	17.0	12.9
Escoria, cenizas y lozas	6.0	4.9	5.8	6.1	7.6
Plásticos	10.2	12.1	11.5	8.6	8.1
Textiles	4.3	2.3	5.5	3.5	6.0
Metales	2.3	2.4	2.5	2.1	1.8
Vidrios	1.6	2.5	1.7	1.3	1.0
Huesos	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4
Otros	6.9	6.1	8.7	6.1	5.8
PPC (Kg/hab/día)	0.77	1.07	0.85	0.65	0.57

La cantidad y calidad de los residuos sólidos puede variar en forma significativa a través del año. Comúnmente en climas templados, la cantidad media diaria, semanal y mensual de residuos está sobre la media anual durante los meses de veranos. Esto es atribuible en parte al aumento de la basura orgánica (por hábitos y disponibilidad para consumo), además de las probables actividades de mejoramiento urbano comúnmente realizadas en esta época.

En lugares donde la actividad de mejoramiento durante los meses de temporada de vacaciones puede aumentar en varias veces la media anual, aumentando la proporción de residuos domésticos y comerciales.

En lugares donde la generación de residuos industriales representa un porcentaje importante del total, el patrón de generación queda determinado por el tipo de industrias presentes.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS

### 2.6.1 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<sup>10</sup>.

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso}_{\text{Inicial}} - \text{Peso}_{\text{Final}}}{\text{Peso}_{\text{Inicial}}} \cdot 100$$

(Ec.2.7)

Se expresa en porcentaje

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

Si el denominador es *Peso<sub>Final</sub>*, se habla de humedad en base seca

### 2.6.2 Densidad ( $\rho$ ).

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

(Ec.2.8)

La densidad de los sólidos rellenos depende de su constitución y humedad, porque este valor se debe medir para tener un valor más real. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.

#### 2.6.2.1 Densidad suelta

Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos.

#### 2.6.2.2 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.

#### 2.6.2.3 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.

### 2.6.3 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 sí. 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:

$$PC = n_0PC_0 + n_1PC_1 + \dots + n_nPC_n$$

(Ec.2.9)

En donde.

$n_i$  = Porcentaje de peso del componente

$PC_0$  = Poder calorífico de i

## 2.7 SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO

### 2.7.1 Métodos de Recolección

Atendiendo al grado de especialización de los vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en métodos mecanizados, semimecanizados y métodos manuales. Los métodos mecanizados y semimecanizados normalmente se utilizan en localidades altamente urbanizadas; mientras que los métodos manuales (que normalmente se efectúan con equipos no convencionales), son más usuales en zonas deprimidas y de difícil acceso, así como en localidades eminentemente rurales<sup>11</sup>.



**Figura 2.7:** Sistemas de recolección<sup>11</sup>

Es importante destacar que el método con el cual se lleva a cabo la recolección, viene a resultar la parte medular del sistema mismo; ya que el nivel de organización que guarden los métodos de recolección de un determinado sistema, será el indicador más representativo del nivel de servicio con que se esté atendiendo a los usuarios de dicho sistema<sup>12</sup>.

Según las demandas del servicio y el grado de tecnificación de los equipos (mismo que se encuentra relacionado de manera directa con el nivel de servicio y, de forma inversa con la participación del usuario mismo en el cumplimiento del servicio), los métodos de recolección a escala nacional se clasifican como sigue:

- **Método de Esquina o de Parada Fija** (demanda discreta semimecanizada con alta participación del usuario).

- **Método de Acera** (demanda continua semimecanizada con mediana participación del usuario).

- **Método Intradomiciliario o de Llevar y Traer** (demanda semicontinua semimecanizada con baja o nula participación del usuario).

- **Método de Contenedores** (demanda discreta mecanizada con alta participación del usuario).

#### **2.7.1.1 Método de Esquina o de Parada Fija.**

Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo. La operación anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado.

#### **2.7.1.2 Método de Acera.**

En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios. Para que se cumpla debidamente lo antes descrito se requiere, además de amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector transite a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle; por consiguiente, es lógico pensar que este método tiene más

posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuentan con calles de doble sentido y, de preferencia, con camellones. Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos (perros, gatos y ratas entre otros), pueden verse atraídos por recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersar sobre la misma al buscar su alimento y, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta. Para evitar o atenuar este inconveniente, suele recomendarse el uso de bolsas de polietileno herméticamente cerradas, así como el empleo de canastillas elevadas en las aceras donde se colocan los recipientes con los residuos; sin embargo, esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

#### **2.7.1.3 Método de "Llevar y Traer" o Intradomiciliario.**

Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas habitación por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo.

Naturalmente, este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera y, aún más que el de esquina.

#### **2.7.1.4 Método de Contenedores.**

El Método de Contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio.

Puede decirse que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados,

centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.

La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas.

No debe pensarse, no obstante, que en todos los casos los métodos de recolección mencionados se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan servicio (por señalar tan sólo algunas de ellas), que los diferencian de los antes mencionados.



**Figura 2.8:** Sistemas de contenedores<sup>12</sup>

### **2.7.2 Equipos de Recolección y Transporte Primario**

Con respecto a los equipos de recolección y transporte primario, se sugiere que, siempre que sea factible (por las características físicas y poblacionales de la localidad), se empleen vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistos de compactadoras para abatir los costos de recolección<sup>13</sup>.

Las carrocerías de volteo, aunque son preferidas por localidades con cierta tendencia rural, debido a su versatilidad y menor costo, no son adecuadas para la recolección y transporte de basura doméstica desde el punto de vista de salud pública, debido principalmente a que por el hecho de ser descubiertas y carentes de sello hermético en el fondo, propician el esparcido de residuos y líquidos contenidos en la misma basura, a lo largo de sus recorridos dentro y fuera de sus rutas de operación.

En términos generales, puede decirse que existen carrocerías para vehículos recolectores de carga lateral, trasera y frontal. Estas últimas se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos dotados de carrocerías de carga trasera de dos ejes, son muy eficientes, pues la recolección se efectúa en forma más cómoda y menos fatigosa para el personal operativo debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m. Además, permiten por lo general prescindir de un operario y así, reducir la tripulación del vehículo y los costos de operación.

Ahora bien, debe dejarse bien asentado que no siempre es adecuado el uso de vehículos especializados para la recolección de los residuos sólidos, ya que no en todos los casos la traza urbana brinda las facilidades de acceso, penetración, maniobrabilidad y pendiente, requeridas para la utilización y máximo aprovechamiento de tales vehículos. En muchos casos la utilización de unidades de las consideradas como "no convencionales", pueden dar mejores resultados tanto en costo como en rendimiento y eficiencia, que los obtenidos con el uso de unidades recolectoras especializadas.

Al respecto de lo mencionado en el párrafo anterior, debe entenderse como "unidad no convencional de recolección", todo aquel vehículo utilizado para la prestación de este servicio, en sustitución de cualquier equipo de recolección considerado como especializado. De esta manera, desde un carretón movido por tracción animal, hasta un vehículo tipo volteo, pueden constituir una unidad de recolección no convencional. Normalmente, este tipo de unidades se utilizan en zonas sin caminos de penetración, o bien en todas aquellas de difícil acceso.

Con base en todo lo anterior, los equipos de recolección pueden ser clasificados de la siguiente manera:

#### **2.7.2.1 Equipos recolectores de alta tecnificación**

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

#### **2.7.2.2 Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos**

Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección (y posterior descarga) de basura con cierta comodidad; como son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación pero con placa empujadora de basura.

#### **2.7.2.3 Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos**

Será cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio en cuestión, que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación.

A continuación se ofrece una muy breve descripción de algunos de los equipos de recolección de basura más comúnmente usados en el medio urbano mexicano, con relación a lo anteriormente descrito.

#### **2.7.2.4 Sistemas de Recolección por Contenedores Altamente Especializados**

Estos sistemas están diseñados para atender la demanda del servicio, exclusivamente a través de la utilización de contenedores.

Son equipos altamente tecnificados donde la variante radica casi exclusivamente en cuanto al mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores con capacidad normalmente alta (desde 6 hasta 22m<sup>3</sup>). Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales; sino más bien para cuando no se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Su utilización también es recomendable en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc.

La diferencia básica con respecto a los vehículos compactadores de carga trasera, frontal o lateral con mecanismos para contenedores, radica en el tamaño de los contenedores por atender, ya que normalmente un sistema como los aquí indicados, maneja contenedores 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismo de contenedores adaptado; amén de que estos últimos, después de atender al contenedor lo dejan nuevamente en su sitio, mientras que los sistemas altamente especializados sustituyen un contenedor lleno por uno vacío.

### **2.7.2.5 Vehículos Compactadores de Carga Trasera, Frontal y Lateral.**

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica, con mecanismo de carga y de descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis metros cúbicos, según la potencia de dicho mecanismo.

Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o de llevar y traer.

Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc.

### **2.7.2.6 Vehículos Compactadores de Carga Lateral**

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16m<sup>3</sup>, pudiendo en algunos casos ser más elevada.

Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, además de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.



**Figura 2.9:** Vehículo compactador de carga lateral<sup>14</sup>

#### **2.7.2.7 Vehículos Compactadores de Carga Trasera**

En este tipo de vehículos, la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería. Normalmente son de entre 10 y 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores.

Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar y, que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.



**Figura 2.10:** Vehículo compactador de carga trasera<sup>14</sup>

#### **2.7.2.8 Vehículos sin Mecanismo de Compactación, de Carga Lateral o Trasera.**

La utilización de este tipo de vehículos cada día se hace más frecuente, debido a los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado. Su capacidad normalmente varía de 8 a 16 m<sup>3</sup>. La carga de basura se hace en la mayoría de los casos en forma lateral, aunque para ciertas cajas es mejor hacerlo por la parte trasera<sup>14</sup>.

El bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos de mano de obra especializada para su mantenimiento, son sus principales ventajas.

Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de basura que puede transportar; ya que por falta de mecanismo de compactación, el peso volumétrico alcanzado dentro de la carrocería por los residuos, difícilmente rebasa los 350 kg/m<sup>3</sup>.

No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos, mecanismos para la carga y descarga de contenedores.

### 2.7.2.9 Vehículos Tipo Volteo

Estos vehículos con mecanismos de descarga tipo volteo, pueden llegar a contar con puertas laterales para facilitar la carga dentro de la carrocería del vehículo así como son extensiones para aumentar su capacidad volumétrica y aprovechar la gran capacidad de soporte de carga del chasis.

Las principales ventajas son: su bajo costo comparado con un camión más tecnificado y, que la descarga por volteo es mucho más rápida que cuando se tienen cajas fijas.



**Figura 2.11:** Vehículo tipo volteo<sup>14</sup>

Las desventajas obvias son las siguientes: la altura de carga es muy elevada, el acomodo de la basura dentro de la caja es manual, se requiere de un empleado adicional en la cuadrilla de trabajo. Asimismo al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se corre el riesgo de elevar el centro de gravedad por encima de las especificaciones de diseño de los vehículos.

#### **2.7.2.10 Otros Vehículos y Sistemas.**

Estos tipos de equipos de recolección, incluyen los no convencionales, como serían los vehículos de arrastre manual o de animales, las acémilas, la recolección por medio de animales o vehículos motorizados pequeños. Este tipo de vehículos se utiliza en sitios muy específicos, en donde las condiciones del terreno, la topografía y la amplitud de las calles no permiten la entrada de los vehículos convencionales. De igual manera en localidades pequeñas, en donde la cantidad de basura recolectada no justifica la utilización de equipos grandes, o en el caso de que los presupuestos asignados al servicio de limpia no sean suficientes, se utilizan para la recolección este tipo de equipos.

#### **2.7.3 Frecuencia de Recolección**

La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de basura y, una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. Uno de los factores que más influye sobre el sistema, es la *frecuencia de recolección*, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo y que el tiempo transcurrido desde la generación de basura hasta la recolección para su disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca que varía, según el clima, de 7 a 10 días; tal y como se aprecia en la tabla siguiente<sup>15</sup>.

**Tabla 2.3. TIEMPOS DE INCUBACION Y CRECIMIENTO DE LA MOSCA (cifras en días)<sup>15</sup>. Fuente. Gestión integral de residuos sólidos. Volumen 1. George Tchobanoglous<sup>9</sup>**

TEMPERATURA (°C)	Huevo a Pupa	Huevo a Adulta
Promedio de 20°C	10.1	20.5
Promedio de 28°C	5.6	10.8
Promedio de 35°C	5.6	8.9

En cuanto a la regularidad con la que se debe recolectar la basura se presentan a continuación algunas alternativas:

### **2.7.3.1 Recolección Diaria.**

Los camiones recolectores deben recorrer la totalidad de las rutas diariamente, excepto los Domingos; por lo que los Lunes, la basura que se recolecta corresponde al período Sábado Domingo. Para efectos prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de basura, que el resto de los días de la semana<sup>16</sup>.

Naturalmente, esta frecuencia es la que ofrece una mejor imagen del sistema hacia los usuarios pero, al mismo tiempo, es el que mayor costo involucra.

### **2.7.3.2 Recolección Cada Tercer Día.**

El camión recolector pasa un día si y otro no, a excepción de los Domingos, por lo que equivale a pasar tres veces por semana. Con este sistema se tienen las siguientes ventajas:

- Los camiones recolectores se llenan en un tiempo más corto y en un recorrido menor; es decir, el concepto de "costo por tonelada-kilómetro", sería menor al compararla con la, frecuencia diaria.

Para aclarar este concepto, se puede decir que cada camión recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días<sup>17</sup>.

- A mediano y largo plazos, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.

- El recolectar tres veces por semana implica, además, que la sobrecarga de la recolección debida al domingo, no recaería únicamente en el siguiente día de recolección (los lunes), sino que sería repartido en dos días (en este caso los lunes y los martes). Es decir, en lugar de que los lunes se recolecte el 100% más que el resto de días de la semana, esa diferencial sería de 50% más los lunes y 50% más los martes. Sin embargo, el emplear esta alternativa en cuanto a frecuencia de recolección, acarrea las desventajas que se indican a continuación<sup>18</sup>.

- Se crea cierta incomodidad a la comunidad servida, dado que la basura podría generar malos olores, requiriendo mayor limpieza en el interior de la vivienda.

- Aunque, como puede observarse en la tabla anterior, teóricamente la frecuencia de recolección propuesta por esta alternativa no implica una mayor proliferación de moscas, es un hecho que en el lugar que los habitantes servidos tengan para almacenar su basura generada, se verá un ligero incremento de tales insectos, debido a que los huevecillos que con anterioridad vienen ya en proceso de incubación.

### **2.7.3.3 Recolección Dos Veces por Semana.**

El camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos y/o tres días. Los conceptos indicados anteriormente, referentes al

"costo por tonelada-kilómetro", en teoría se abaten conforme se disminuye la frecuencia de recolección, ya que los camiones recolectores se llenarían cada vez más rápido y en un recorrido cada vez menor; por lo cual las dos primeras ventajas que se indican para la alternativa anterior, se hacen mayores conforme se disminuye la frecuencia. Por otro lado, la sobrecarga que representa la recolección en seis días de la semana, se reparte en un mayor número de días, conforme se disminuya la frecuencia en la recolección. Sin embargo, así como se incrementan esas ventajas, la disminución de la frecuencia agudiza también las desventajas que se mencionaron, creando una desventaja adicional: Se crea la posibilidad de hacer que proliferen los tiraderos clandestinos, al incrementarse las incomodidades de los habitantes servidos.

#### **2.7.4 Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección<sup>19</sup>.**

- Número y tipo de equipo seleccionado.
- Tamaño de la tripulación.
- Frecuencia de recolección.
- Distancia entre paradas y estaciones.
- Distancia al sitio de transferencia o disposición final.
- Maniobrabilidad de los contenedores.
- Topografía del terreno.
- Tráfico en la ruta.
- Condiciones de los caminos.

Otras consideraciones para el ruteo son:

- Las rutas no deben de estar fragmentadas o traslapadas.
- Cada ruta deberá ser compacta, atacando un área geográfica y estar balanceada.
- El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.
- La recolección deberá comenzar lo más cercano al encierro.

- Las calles de un solo sentido se tratarán de atacar desde el principio de ellas.
- Se deberán minimizar las vueltas en U y a la izquierda.
- Las partes elevadas se atacarán primero.
- Generalmente, cuando sólo se recolecta de un lado de la acera, es preferible rodear las manzanas.
- Cuando la recolección es por los dos lados de la acera, es preferible recolectar en línea recta por varias manzanas.

## **2.8 DISEÑO DE RUTAS**

Se puede decir que el macroruteo es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección<sup>20</sup>.

El macroruteo se puede hacer partiendo de una población de una zona de la ciudad, de la producción de basura en kg. Por habitante por día y de la frecuencia del servicio, expresado en días por semana. Se divide la ciudad en varias áreas específicas para que la recolección sea más fácil para los departamentos de recolección de residuos.

### **2.8.1 Requerimientos para Diseñar las Macrorutas**

El primer problema en la recolección de desechos sólidos, y en particular de las macrorutas consiste en determinar el número de vehículos que deben utilizarse dada la generación de la basura, el método que se seguirá para la recolección y las posibilidades económicas del municipio. La solución se puede encontrar modelando mediante diversos métodos matemáticos que puedan establecer relaciones entre capacidades de recolección y la generación de las zonas a recolectar<sup>21</sup>.

Los elementos básicos que se requieren son:

- Un estudio de generación de residuos sólidos, que determine la generación per cápita domiciliaria, así como la generación que se da en otras fuentes municipales.
- Un mapa actualizado y detallado de la ciudad o zona a recolectar
- La localización de las fuentes no domiciliarias de desechos que serán atendidas por el servicio
- Datos de la densidad poblacional.

#### **2.8.1.1 Características de las áreas a rutear**

La división en “n” áreas de recolección, requiere de tener en consideración los siguientes factores<sup>22</sup>:

- Las fronteras naturales como son ferrocarriles, carreteras o calles muy transitadas y los ríos o canales que atraviesan la ciudad.
- Las diferentes densidades de población y tipo de basura de la ciudad
- El tiempo y la distancia empleada para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final.

Se debe de tomar en cuenta que las macrorutas son áreas compactas, que generalmente comprenden colonias o barrios enteros, y que se diseñan con la finalidad de que, en las áreas determinadas, se realice un recorrido específico con el vehículo, que cubra la mayor cantidad de viviendas y con la mayor eficiencia en carga.

No existe algoritmo o programa para macrorutear, el diseñador de las macrorutas, contando con los elementos descritos, dividirá la ciudad en áreas iguales, de tal forma que cada una de esas áreas genere aproximadamente la cantidad de basura que llene un camión durante su recorrido dentro de estas<sup>23</sup>.

Como se mencionó antes, se deberán de tomar en cuenta las áreas ya conformadas de la ciudad, las barreras naturales, el equipo con el que se cuenta, etc.

### 2.8.1.2 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:

$$N^{\circ} \text{ viajes} = \frac{T_d}{T_{\text{recolección}} + T_{\text{transporte}} + T_{\text{disposición}}} \quad [\text{Ec. 2.10}]$$

Donde:

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

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

$T_{\text{transporte}}$  = Tiempo de transporte hasta el sitio de disposición final en minutos.

$T_{\text{disposición}}$  = Tiempo en sitio de disposición final en minutos.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 GENERALIDADES**

Los objetivos de esta investigación descriptiva bajo un diseño de campo se obtuvieron gracias al cumplimiento de las siguientes actividades.

##### **3.1.1 Recopilación de datos**

Las actividades vinculadas a los residuos sólidos son competencia de los municipios, así lo establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela<sup>24</sup> y la Ley Orgánica de Régimen Municipal<sup>25</sup>, es por esta razón que se procedió a visitar la alcaldía del municipio Simón Bolívar (Participación Ciudadana y Dirección de Servicios Públicos) y los Consejos Comunales del área en estudio. Para luego de diversas reuniones obtener toda la información necesaria acerca de los residuos sólidos de la comunidad en estudio y del municipio en general.

Algunos de los instrumentos legales tomados en cuenta para el desarrollo de este trabajo son fueron los siguientes:

- Gaceta oficial N° 38.068: “Ley de los residuos y desechos sólidos”. Año 2004 [06]. N° extraordinario 10-2005: “Ordenanza de 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 30 de Diciembre de 2005. (Anexo A).

- Decreto N° 2.216: “Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen domestico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos”. Gaceta oficial N° 4.418 Extraordinario de fecha 27 de Abril de 1992 [26].
- Para conocer las características físicas de la zona en estudio se obtuvo el plano fotogramétrico digital de Barcelona - Puerto la Cruz – Lechería - Guanta, hojas N° L-13 del Ministerio de Desarrollo Urbano (1999), escala 1:5000.

Se realizaron varias visitas al relleno sanitario “cerro de piedra” ubicado en el asentamiento campesino barbacoa, sector cerro de piedra, parroquia san Cristóbal del municipio bolívar, el cual también es administrado por MASUR, con la intención de conocer el sistema operativo, equipos utilizados, personal y maquinaria para el manejo de los desechos sólidos que entran al relleno.

### **3.1.2 Población del sector “El Esfuerzo”**

Las Estimaciones y Proyecciones de población generan información acerca del volumen y estructura, por sexo y edad, de la población en estudio; a corto, mediano y largo plazo. Esta es una de las estadísticas más importantes de las producidas por el Instituto Nacional de Estadístico (INE), debido a la gran cantidad de aplicaciones que tienen, como por ejemplo: la planificación por parte del Estado de servicios públicos para una determinada región geográfica, calculo de indicadores, expansión muestral, entre otros.

Las fuentes para realizar las proyecciones de población son provenientes de los censos demográficos, registros administrativos y encuestas especiales de población. Las proyecciones actuales utilizan como base el Censo de Población y Vivienda del año 2001.

Para determinar las tasas de producción de desechos sólidos es necesario conocer la cantidad de habitantes que hacen vida en el sector en estudio. Hay diversos métodos matemáticos para el cálculo de poblaciones, en este caso se utilizó el método geométrico y el método lineal, debido a que estos métodos se usan para proyecciones de tiempos muy cortos.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la tasa de crecimiento para el Municipio Simón Bolívar del estado Anzoátegui es de 3,6%. En un censo elaborado por la alcaldía del Municipio Simón Bolívar en Enero de 2009 en el sector EL Esfuerzo, la población es de 1500 habitantes. Esto se debe a que en los registros del INE no hay información demográfica del año 2001 del sector El Esfuerzo.

### 3.1.2 Encuesta a la Población en General

Se llevo a cabo una encuesta a la población actual con el fin de obtener datos sobre los desechos generados en la comunidad y su disposición. La población actual se determinó aplicando el método estadístico geométrico, se empleó la tasa de crecimiento geométrica equivalente a 3.60%, ya que según el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), este es el valor para el Municipio Simón Bolívar del estado Anzoátegui, también se empleo el reporte estadístico del censo poblacional elaborado por la comisión de Participación Ciudadana de la alcaldía de dicho Municipio.

**Tabla 3.1 Reporte Estadístico del Censo Poblacional 2009 El Esfuerzo.**

SECTORES	TOTAL VIV	MASC	FEM	TOTAL
Esfuerzo I	120	217	271	488
Esfuerzo II	108	212	252	464
Esfuerzo III	95	155	210	365
Colinas del Esfuerzo	82	80	103	183

**Fuente:** Dirección de Participación Ciudadana.

$$P_{\text{ESFUERZO}} = 488 + 464 + 365 + 183$$

$$P_{\text{ESFUERZO}} = 1500 \text{ hab}$$

De acuerdo a esa cifra y aplicando la fórmula del método geométrico [Ec. 2] se obtuvo para el año 2010 una proyección de la población:

$$Pf_{(2010)} = Pact_{(2009)} \times (1 + 0,036)^1$$

$$Pf_{(2010)} = 1500 \text{ hab} \times (1 + 0,036)^1$$

Donde:  $Pf_{(2010)} = 1554$  habitantes.

Para determinar la muestra de la población actual se empleó la ecuación siguiente:

$K = 1,96$ . Para un 95% de confiabilidad. (Según la Tabla de Distribución Normal Estandarizada en el Anexo C). [21]

$$N = 1554 \text{ hab.}$$

$$e = 0,05.$$

$$p = 0,50.$$

$$q = 0,50.$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 1554 \times 0.50 \times 0.50}{(0.05)^2 \times (1554 + 1) + [1.96^2 \times 0.50 \times 0.50]}$$

$$n = 9,54 \approx 10 \text{ encuestas}$$

### 3.1.3 Determinación de la Tasa de Generación

Para la determinación de la tasa de generación, primero se conoció la cantidad de los desechos sólidos generados por día y la población del Municipio Simón Bolívar. Esta tasa se calcula de manera práctica y teórica.

Por lo tanto, la tasa de generación teórica se obtuvo aplicando (ecuación 2.6) de la siguiente manera:

$$T_s = \frac{485.000 \text{ Kg./día}}{440.363 \text{ hab}} = \boxed{T_s = 1,1 \text{ Kg./hab/día.}}$$

A partir de este valor se determinó el total de desechos generados en un día en el Municipio. [Ec 6]:

$$D_s = 1.554 \text{ hab} * 1,1 \text{ Kg./hab/día.} = \boxed{D_s = 1.701,4 \text{ Kg / día}}$$

Para la determinación práctica de los desechos sólidos de la comunidad en estudio se hizo de la siguiente manera.

El  $D_s$  para El Esfuerzo es:  $D_s = 1.702,50$

$$T_s = \frac{1.702,50 \text{ Kg./día}}{1.554 \text{ hab}} = \boxed{T_s = 1,1 \text{ Kg./hab/día.}}$$

### 3.1.4 Análisis de Rutas de Recolección de Desechos Sólidos

Se coordinó con la empresa Encargada del aseo urbano en el municipio, MASUR, para establecer una semana para el estudio de las rutas de recolección. Una

vez coordinada la actividad, se prepararon los insumos para realizar dicho estudio (plano del área y cronómetro), y se realizaron los recorridos en la unidad de recolección. Durante el estudio se conocieron los siguientes factores: condiciones actuales de la unidad de recolección empleada, el inicio de jornada, comienzo de ruta, dirección del recorrido, las condiciones de operación de los trabajadores, el tiempo, distancia y velocidad utilizados en cada ruta de recolección y el fin de la ruta de recolección.



**Figura 3.1 Recolección de los Desechos Sólidos en El Esfuerzo.**

En el Anexo B, se presentaron los resultados diarios correspondientes a los tiempos de recolección en la comunidad, el tiempo de recorrido desde la comunidad 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 Esfuerzo:

$$\text{Trecolección} = \underline{187 \text{ min} + 198 \text{ min} + 210 \text{ min} + 190 \text{ min} + 205 \text{ min} + 195 \text{ min}}$$

6

Trecolección = 198 min.

De igual modo, se calcularon los tiempos promedios de recorrido desde el sector hasta el relleno sanitario y el tiempo de estadía de la unidad recolectora en el mismo.

La jornada de trabajo es de 8 horas, en nuestro caso la jornada empleada fue de 10 horas, tiempo en el cual se completo el recorrido, determinando así el número de viajes a efectuarse en un día de recolección.

Para calcularse el número de viajes [Ec 10]:

$$\text{N}^\circ \text{ viajes} = \frac{600 \text{ min.}}{198 \text{ min.} + 41 \text{ min.} + 22 \text{ min.}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ viajes} = 2,3 \text{ viajes} \approx 3 \text{ viajes diarios.}$$

Se realizo esta cantidad de viajes debido a que el vehículo utilizado para la recolección, fue un camión volteo, de capacidad 6 m<sup>3</sup>.



**Figura 3.2 Vehículo utilizado para la recolección de los Desechos Sólidos.**



**Figura 3.3 Descarga en el relleno sanitario Cerro de Piedra.**

### **3.1.5 Tiempos Promedios de Operación**

Durante la semana del análisis de las rutas, fueron determinados los tiempos promedios de operación, tales como: refinamiento y maniobra de retro.

Los tiempos se obtuvieron mediante el uso de un cronómetro y haciendo un promedio de los tiempos medidos durante tres (3) días, lunes, miércoles y viernes, estos son los días en los cuales el camión hace su recorrido en la comunidad. El refinamiento corresponde al tiempo de recolección de los materiales finos (desechos sin bolsa, restos de arboles, etc.). Y por último, la maniobra de retro fue el tiempo en que la unidad tardaba en ingresar hasta los estacionamientos en retroceso, este proceso fue el de mayor tiempo.

El cálculo de 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:

**Tiempo de refinamineto**

$$= \frac{[1,46\text{min} + 0,59\text{min} + 2,05\text{min} + 1,34\text{min} + 1,10\text{min} + 0,30\text{min} + 2,14\text{min}]}{7}$$

$$\text{Tiempo de refinamiento} = 3 \text{ min } 71 \text{ s}$$

Para el cálculo del otro tiempo de operación, se realiza el mismo procedimiento anterior.

Los valores de los tiempos están sujetos a variaciones debido a diferentes factores que pueden influir en la recolección, tales como:

- La cantidad de desechos sólidos a recolectar ese día.
- Tipos de desechos (colchones, troncos de árboles, láminas de zinc, luces de emergencia, etc.).
- Acceso y movilidad a las calles.

**3.1.6 Estudio de Cantidad y Composición**

Para realizar la composición de los desechos sólidos de la comunidad se requirió de una cantidad de residuos domésticos (muestras) de la carga de un vehículo (pick up) procedente de las comunidades en estudio. Para llevar a cabo dicho estudio, la empresa MASUR, facilitó un espacio en el patio donde esta labora, se descargó la muestra del vehículo, en el sitio acondicionado.



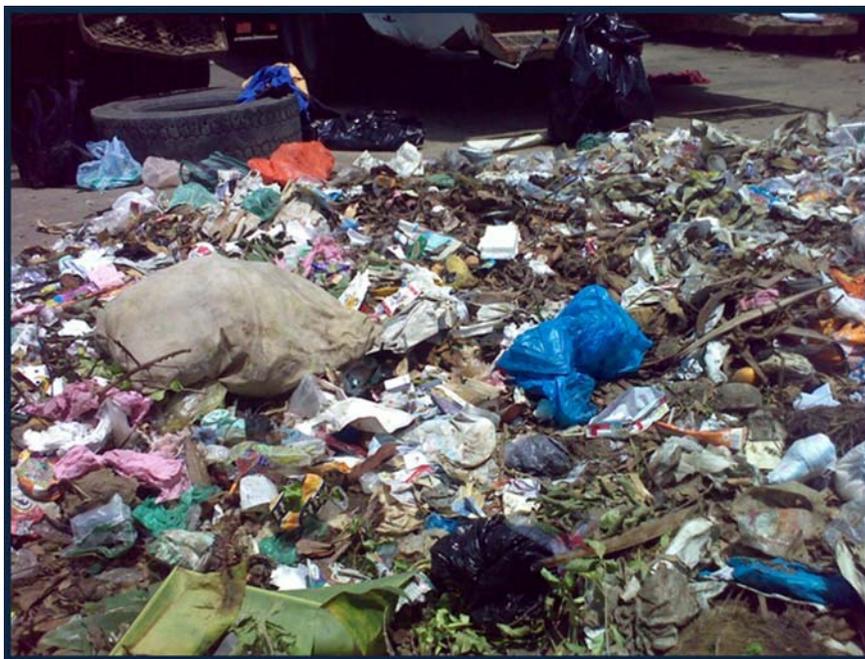
**Figura 3.4 Descarga de los Desechos Sólidos en el patio de MASUR.**

El patio se comprende de un área de 1800 m<sup>2</sup> y es un espacio utilizado como estacionamiento para las unidades que laboran en la empresa, que cuenta con adecuada iluminación, aireación y fácil acceso.

Este estudio de composición se realizó durante seis días, a partir del Lunes 13 - 07 -09 hasta el Viernes 24 - 07 - 09, esto debido a que el servicio de aseo urbano en esta comunidad se realiza de manera interdiaria, para ello se abrieron y vaciaron de 10 a 12 bolsas plásticas que en total pesaban unos 110 Kg. a 120 Kg.



**Figura 3.5 Muestra de los Desechos Sólidos, patio de MASUR.**



**Figura 3.6 Esparcimiento de la muestra.**

Durante la composición se observó que algunas bolsas se encontraban húmedas y se utilizaron palas y rastrillos para esparcir los desechos y parte de los materiales se secaron por medio del sol, durante una hora aproximadamente.



**Figura 3.7 Muestra de cartón separado.**



**Figura 3.8 Muestra de plástico separado.**



**Figura 3.9 Muestra de metal separado.**



**Figura 3.10 Muestra de vidrio separado.**

En total se clasificó 11 tipos de desechos a ser estudiados y por último se realizó el pesaje de cada componente y la anotación del mismo.



**Figura 3.11 Pesaje de las muestras.**



**Figura 3.12 Pesaje de las muestras.**



**Figura 3.13 Muestras clasificadas.**

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

### **3.1.7 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos**

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). Al finalizar la separación de todos los componentes, se volvieron a pesar (peso total clasificado), y la diferencia entre estos dos pesos totales es la pérdida de humedad de los componentes.

Para el 03 de Julio de 2009, se tomó una muestra de 117.1 Kg., se clasificaron las muestras tomadas y el peso total se obtuvo de la siguiente manera:

Peso total clasificado = 11,5 Kg. + 15 Kg. + 2 Kg. + 4 Kg. + 4 Kg. + 20 Kg. + 17,5 Kg. + 18 Kg. + 1,80 Kg. + 15 Kg. + 8,3 Kg.

Peso total clasificado = 117,1 Kg.

Diferencia = Peso total muestreado – Peso total clasificado

Diferencia = 117,1 Kg. – 115,60 Kg.

Diferencia = 1,50 Kg.

### Elementos estadísticos:

Las formulas empleadas para dichas pruebas fueron las siguientes:

$$\bar{X} = \sum X_i / N$$

$$v = \sum (X_i - \bar{X})^2 / N - 1$$

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

Donde:

$X_i$  = Peso observado para cada muestra.

$\bar{X}$  = Media Aritmética.

N = Número de pruebas.

d = Desviación Standard.

v = Varianza.

**Categoría:** Desperdicios de Plástico.

$$\bar{X} = \sum X_i / N \rightarrow 85,4 / 6 \rightarrow \text{Media: } 14,23$$

$$v = \sum (X_i - \bar{X})^2 / N - 1 \rightarrow 45,96 / 5 \rightarrow \text{Varianza: } 9,19$$

$$d = (\text{Varianza})^{1/2} \rightarrow (45,96)^{1/2} \rightarrow \text{Desviación Standard: } 6,78$$

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

**Categoría:** Desperdicios de Plástico.

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

$$\text{Peso total promedio} = 14,23 \text{ Kg.} + 13,28 \text{ Kg.} + 3,28 \text{ Kg.} + 5,02 \text{ Kg.} + 4,12 \text{ Kg.} + 24,35 \text{ Kg.} + 17,57 \text{ Kg.} + 12,7 \text{ Kg.} + 1,03 \text{ Kg.} + 8,02 \text{ Kg.} + 15,35 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total promedio} = 118,95 \text{ Kg.}$$

$$\% \text{ en Peso} = \frac{14,23 \text{ Kg.} * 100}{118,95 \text{ Kg.}}$$

$$\% \text{ en Peso} = 11,26 \%$$

Este mismo procedimiento se realiza para las demás categorías.

### 3.1.9 Densidad ( $\rho$ ).

El valor de la densidad se obtiene dividiendo el promedio de los pesos de los desechos recolectados por el camión durante las dos semanas de seguimiento de las rutas, entre el volumen diseñado para la carga de material de dicho vehículo [Ec 8].

$$\rho = \frac{2.138,57 \text{ Kg}}{6 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 356,43 \text{ Kg/m}^3$$



**Figura 3.14 Balanza (romana) utilizada para pesar los camiones y compactadores en el relleno sanitario.**



**Figura 3.15 Balanza (romana) utilizada para pesar los camiones.**

### 3.1.8 Contenido de humedad (M)

Para la realización de este ensayo se tomo una muestra de 1.315 g., el cual representa a la muestra total, dicha muestra al inicio del ensayo se encontró en estado natural, es decir, húmeda. Utilizando la (Ec.7).

Muestra Húm (w) = 1.315 g    Muestra Seca (d) = 1.140 g    Peso del Recipiente = 493 g

$$M = \frac{1.315 - 1.140}{1.315} \cdot 100$$

$$M = 13,31\%$$

### 3.1.10 Poder Calorífico.

Para el cálculo del poder calorífico, en primer lugar se adoptan los siguientes valores de cada componente, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2 Contenido energético de los residuos sólidos urbanos**

Componentes	PCI en Kca/Kg	
	Variación	Típico
Residuos de comida	600-800	700
Madera	4000-5000	4500
Papel y cartón	2400-4000	2500
Plástico	6200-7200	6600
Textiles	3000-4000	3400
Vidrio	0	0
Metales	0	0

**Fuente:** Gestión integral de los residuos sólidos.

Y por último se conoce el cálculo teórico con la (Ec.9), buscando en la tabla anteriormente descrita los valores típicos de PC por componentes y se combina con el conocimiento de la composición de los residuos:

$$PC = n_i PC_i$$

Donde:

**$n_i$  = porcentaje en peso del componente.**

**$PC_i$  = poder calorífico del componente.**

Por ejemplo para obtener el poder calorífico de los desechos de plástico se tiene que:

$$n_{\text{desechos de plástico}} = 0,1052 \text{ Kg.}$$

$$PC_{\text{desechos de plástico}} = 6.600 \text{ Kca/Kg.}$$

$$PC = 0,1052\text{Kg} * 6.600\text{Kca/Kg} = 694,32 \text{ Kca}$$

Este procedimiento se repite para todos los componentes para luego con la suma de todos los componentes obtener el poder calorífico de los residuos sólidos como suma global.

$$PC_T = 1477,88 \text{ Kca}$$

### 3.1.11 Diseño de Rutas

Tomando en consideración los aspectos propuestos por el método del Centro

Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [10] para el diseño óptimo de rutas de recolección con compactadores es necesario sectorizar el área de estudio:

### 3.1.11.1 Sectorización del Área de Estudio

El área de estudio se dividió en sectores de manera que en cada sector el trabajo de recolección se realice en un solo viaje y utilizando toda la capacidad del equipo.

#### **Datos de sectorización:**

Número de habitantes:

El Esfuerzo: 1.554 habitantes.

Área total: 6,30 Ha

Tasa de generación: 1,1 Kg/hab/día.

Capacidad del equipo de recolección disponible: 6 ton.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana.

Número de viajes factibles de realizar por camión durante la jornada normal de trabajo: 3 viajes.

Procedimiento de cálculo para determinar el tamaño de los sectores:

La recolección se realiza tres veces por semana, en la primera recolección se recoge los desechos producidos en tres días, y en las otras aquella producida en dos días. Por lo tanto, es necesario adoptar tres días como el factor de diseño.

1.554 hab. x 1,1 Kg./hab./día x 3 días/1<sup>era</sup> recolección. = 5,128 ton/1<sup>era</sup> recolección.

$$\text{Número de sectores} = \frac{5,128 \text{ ton/1}^{\text{era}} \text{ recolección}}{6 \text{ ton/viaje} * 1 \text{ viaje/ 1}^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

Número de sectores =  $0,855 \approx 1$  sector.

Cada camión puede ofrecer el servicio de recolección domiciliario a 3 sectores, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

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

Es necesario asignar un camión volteo para esta comunidad, debido a la dificultad de maniobrar en las calles que el sector ofrece.

Según las Normas CEPIS, la zona de El Esfuerzo debe dividirse en un solo sector, a fin de realizar un trazado de ruta por viaje. Sin embargo, la comunidad de El Esfuerzo no posee suficientes accesos para la elaboración de trazados.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 ENCUESTAS

Los resultados arrojados por la encuesta dirigida a la población de El Esfuerzo se presentaron en la tabla resumen 4.1 y 4.2

**Tabla 4.1. Evaluación de Encuestas en El Esfuerzo.**

<b>Categoría</b>	<b>Resultados</b>
Recipientes Empleados	2% Pipotes 98% Bolsas
Frecuencia de Disposición	80% Interdiario 18% Diario 2% Semanal
Porcentaje que cancela el servicio	100% no cancela

**Fuente:** Elaboración propia.

Estos resultados demuestran lo siguiente:

Los desechos sólidos se almacenan mayormente en bolsas plásticas desechables, estas pueden ser de distintas capacidades. La utilización de las bolsas suprime las operaciones de retorno y mantenimiento y ofrece facilidades de manipulación para el usuario y el servicio de recolección.

En la actualidad la frecuencia de recolección en El Esfuerzo es interdiaria y el trabajo queda distribuido en un itinerario definido, que se cumplen de la siguiente manera:



**Figura 4.1 Itinerario de Recolección en El Esfuerzo**

Pero se observó que un porcentaje de la comunidad no cumple con el itinerario de recolección, este factor genera un aspecto negativo para el servicio de recolección domiciliario.

En un informe sobre la gestión de la empresa recolectora durante el IV trimestre del año 2007 realizado por la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, se describe que el servicio de recolección de desechos sólidos decayó en un 50% de su eficiencia operativa, donde las razones de esta situación se resumen en:

1) La baja recaudación en el servicio domiciliario por falta de una política o un sistema más eficaz. Esta situación financiera repercute en las relaciones laborales, situación que paralizó las operaciones de recolección de los desechos sólidos, durante el IV semestre, por incumplimiento de compromisos laborales de la empresa con sus empleados y obreros. Los mecanismos de cobranzas han mermado su capacidad financiera y esto ha repercutido la baja calidad del servicio.

2) Una gerencia deficiente en el manejo de los recursos operativos ya que la empresa no tiene la disponibilidad de personal de supervisión y los equipos necesarios para ejecutar de forma efectiva el servicio.

En el año 2009 la alcaldía del Municipio Simón Bolívar decretó que el servicio de aseo urbano sería exonerado a la comunidad, esta medida se tomó hasta tanto se ofreciera un servicio óptimo de recolección de los desechos sólidos en todas las comunidades del municipio.

## **4.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL**

Actualmente para los fines de la recolección de la basura, la alcaldía del Municipio Simón Bolívar contrata el servicio con la mancomunidad de los desechos sólidos urbanos (MASUR). Dicha empresa tiene a su cargo la prestación de servicio de Aseo urbano y el de Aseo domiciliario, donde el primer servicio comprende el mantenimiento (limpieza y saneamiento) completo de la ciudad de Barcelona, mientras que el segundo se refiere a la recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, lo cual se genera en el interior de las viviendas ubicadas en zonas urbanas, siendo este último servicio el objeto de estudio.

Tal servicio de recolección abarca todo el proceso de aseo, desde el momento en que se descarga la basura en el vehículo recolector hasta que es vaciado en el sitio de disposición final. En la comunidad de El Esfuerzo de Barcelona el sistema de recolección es prestado por un (1) sólo vehículo recolector.

### **4.2.1 Tipo de Servicio de Recolección**

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

El residente de la vivienda coloca los recipientes a ser vaciados en la acera el día de recolección.



**Figura 4.2 Recolección en acera.**

#### **4.2.2 Sistema de Transferencia**

Actualmente, el Municipio Simón Bolívar no posee un sistema de transferencia. Por tal motivo, al momento de realizar la descarga, el camión recolector debe trasladarse hasta el relleno sanitario directamente. Esto ocasiona un retraso en la jornada de recolección debido a que se pierde mucho tiempo en el traslado hasta el sitio de disposición final, el cual se encuentra aproximadamente a cuarenta minutos de la ciudad de Barcelona.

#### **4.2.3 Horario de Recolección**

El horario de recolección empleado es el diurno, el comienzo de las actividades de recolección comienza a partir de las 7:15 am y culmina a las 3:30 pm aproximadamente.

#### **4.2.4 Personal de Recolección**

Cada vehículo de recolección está conformado por un chofer y dos obreros recolectores, siendo el primero de los nombrados el jefe del equipo. Sin embargo, no existe una adecuada selección y adiestramiento de dicho personal, especialmente esto último, ya que el trabajador que se incorpora al servicio domiciliario se entera de los procedimientos de recolección en la propia ejecución de su tarea.

#### **4.2.5 Implementos de Seguridad**

El personal de recolección cuenta con guantes para la manipulación de los recipientes, y en vista de que el recurso humano es un factor determinante en el rendimiento de los equipos de recolección de desechos, es importante mencionar que en la actualidad este personal no cuenta con el equipo de seguridad que deberían, debido a que esta tarea puede generar enfermedades, considerando algunos aspectos sociales y de seguridad que pueden mejorar el rendimiento del personal de recolección tenemos, por ejemplo: el uso de uniformes y demás equipos de seguridad (botas, mascarillas, lentes, etc.) y la obtención de beneficios médicos en vista del papel fundamental que cumplen en la sociedad estos servidores.

#### **4.2.6 Método de Recolección**

El método de recolección se efectúa en la forma siguiente:

En las calles principales 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 último paso señalado no se ejecuta cuando los recipientes son bolsas plásticas ó cajas de cartón.



**Figura 4.3 Recolección en acera.**

En los casos donde las calles son demasiado angostas para dar la vuelta, el chofer conduce de retro el vehículo hasta el final de la calle, una vez detenido el camión recolector los obreros se dedican a recoger los recipientes (en su mayoría bolsas plásticas) y los desechos sólidos que están dispersos. Esta última etapa se denomina refinamiento.



**Figura 4.4 Recolección de desechos en calles angostas.**

Los tiempos ponderados de operación se presenta en la tabla 4.2:

**Tabla 4.2 Tiempos Promedios de Operación**

Operación	Tiempo
Refinamiento	3min 71 s
Maniobra de retro	1min 54s

**Fuente:** Elaboración propia.

Las características propias del servicio de recolección son: refinamiento y maniobra de retro.

Por lo general no se tiene un plan de trabajo en el que el proceso de recolección de los recipientes en las calles, se realice siguiendo un orden, normalmente se realiza de manera desordenada ya que los obreros recolectores, unas veces se les observa trabajando en un mismo lado de la calle y otras veces cubriendo ambas aceras.

#### **4.2.7 Programación de las Rutas 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 cuentan con una planilla que señala los lugares donde deben ejecutar la recolección. Por lo tanto, el sentido de circulación así como la realización de las actividades es responsabilidad del chofer.

#### **4.2.8 Tiempos de Recolección**

Los valores promedios obtenidos durante el análisis del servicio de recolección se presenta en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3 Valores Ponderados del Sistema de Recolección**

Descripción	Simbología	Valor promedio
Tiempo de recolección de la ruta	Trecolección	198 min
Distancia a disposición final	Ttransporte	41 min
Tiempo en sitio de disposición final	Tdisposición	22 min
Jornada de Trabajo	Td	600min

**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.

#### **4.2.9 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 4.5 Camión recolector.**

#### **4.2.10 Descripción de las Unidades Recolectoras**

Es importante resaltar que la empresa “MASUR” y la cooperativa “CARU”, son las encargadas de la recolección de los desechos en la ciudad de Barcelona, esta última cuenta con una flota de vehículos destinados a esta tarea en el municipio. En la siguiente tabla se muestran las características generales del camión encargado de hacer la ruta de recolección en la comunidad en estudio.

**Tabla 4.4 Características Generales de un Camión de la Flota de Recolección**

Camión	Capacidad	Combustible	Marca	Modelo
Volteo	6 m <sup>3</sup>	Gasolina	Ford	F-600

**Fuente:** Propia.

#### **4.2.11 Sistema Actual del Sitio de Disposición Final**

**Cerro de Piedra** es el relleno sanitario de desechos sólidos de la zona norte del Estado Anzoátegui, al que llegan los desperdicios de cinco Municipios: Bolívar,

Sotillo, Urbaneja, Guanta y Píritu, donde también vierten sus desechos sólidos la industria petrolera y el Complejo Criogénico de Oriente “**JOSE**”, los desechos sólidos generados en la comunidad en 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 la empresa encargada del aseo y saneamiento urbano del Municipio Simón Bolívar MASUR y supervisado por la Alcaldía del Municipio “Juan Antonio Sotillo”.

El relleno sanitario de “*Cerro de Piedra*” se encuentra ubicado en el Asentamiento Campesino Barbacoas, Sector Cerro de Piedra, Parroquia San Cristóbal del Municipio Bolívar, Estado Anzoátegui, su acceso es desde la autopista de Oriente y la distancia entre el relleno sanitario y la ciudad de Barcelona es de 20 Km. aproximadamente. 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.

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.
- “Cerro de Piedra” no posee fumarolas para el drenaje de los gases.
- Emplean tres Bulldozer (D-8), un Patrol y un Payloader para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, construcción de terrazas, muros de contención, 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.
- La deficiente sistematización del manejo de los desechos ocasiona que el relleno sanitario colapse en espacio de 4 horas si todo el equipo no trabaja al menos al 90% de su capacidad total, esto a consecuencia del gran volumen de material que ingresa, según estimaciones de la empresa MASUR, diariamente ingresa de 800 a 900 toneladas de basura.



**Figura 4.6** Equipo empleado en “Cerro de Piedra”.

- El método operativo dentro del relleno sanitario para cubrir los residuos depositados está determinado principalmente por la topografía del terreno.
- Dentro de sus instalaciones se encuentran 340 recolectores (hombres, mujeres y niños) que realizan por cuenta propia labores de segregación, clasificación y comercialización de los desechos sólidos.



**Figura 4.7 Labores de segregación de los recuperadores.**

- Algunos de éstos recuperadores residen en el relleno y otros acuden diariamente para realizar la separación. Estos realizan la selección del material, para luego entregarle los materiales a 22 compradores que son residentes de comunidades aledañas.

#### **4.2.12 Cantidad de los Desechos Sólidos Dispuestos**

En la Tabla 4.5, se muestran los datos de la cantidad de desechos sólidos del Municipio Simón Bolívar depositado en el relleno sanitario luego que MASUR tomo las riendas de el período 22 de Mayo 2009 – Septiembre, año 2009.

**Tabla 4.5 Total de desechos descargados en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” Generados por el Municipio Simón Bolívar desde Mayo 2009.**

<b>ETAPA</b>	<b>PESO NETO (ton/mes)</b>
<b>22 al 31 de MAYO</b>	<b>455114</b>
<b>JUNIO</b>	<b>1334416</b>
<b>JULIO</b>	<b>1167639</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>1680576</b>

**Fuente:** MASUR y Cooperativa “CARU”

Las descargas que recibe este relleno sanitario no son constantes, esto debido a que la generación de desechos varía dependiendo del clima, la época del año y transcurso del tiempo.

**Tabla 4.6 Tasa de generación del sector El Esfuerzo, Municipio Simón Bolívar**

<b>RECOLECCIÓN</b>	<b>PESO DE LOS DESECHOS</b>				
	<b>LUNES</b>	<b>MIERCOLES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg/día</b>
<b>SEMANA 1</b>	4.135	3.945	3.850	11.930	1.704,29
<b>SEMANA 2</b>	4.215	3.825	3.865	11.905	1.700,71
<b>PROMEDIO</b>					<b>1.702,71</b>

**Fuente:** Propia.

### **4.3 COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS**

Los organismos competentes locales no poseen información acerca de la composición de los desechos sólidos que genera la comunidad El Esfuerzo, a nivel municipal tampoco existe información referente a la composición.

En el estudio de la composición de los residuos sólidos se identificaron los siguientes constituyentes:

- **Desperdicios de comida**
- **Residuos de jardinería**
- **Papel**
- **Vidrios**
- **Plástico**
- **Cartón**
- **Textiles/Ropa**
- **Metales**
- **Tetra Pak**
- **Madera**
- **Otros**

Los resultados de los muestreos realizados en este trabajo pueden ser observados en la tabla de distribución de pesos de la composición diaria de los residuos sólidos (Tabla 4.6).

**Tabla 4.7 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en El Esfuerzo del Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui**

<b>MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>						
	<b>13 de Julio de 2009</b>		<b>15 de Julio de 2009</b>		<b>17 de Julio de 2009</b>	
<b>Categoría</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	11,5	9,8	14,7	12,54	18,9	15,12
Papel	15,5	13,06	12,2	10,41	10,5	8,40
Metales	2,2	1,85	3,1	2,65	4,2	3,36
Textiles/Ropa	4,1	3,45	5,2	4,44	3,9	3,12
Vidrios	4,1	3,45	3,9	3,33	5,5	5,27
Desperdicios de comida	20,5	17,27	24,7	21,09	26,2	20,96
Materia orgánica	17,5	14,94	18,3	15,61	17,8	14,24
Jardinería	18,1	15,25	10,3	8,79	14,4	11,52
Tetra Pak	1,8	1,54	0,7	0,60	0,9	0,72
Madera	8,3	7,09	7,9	6,74	6,8	5,44
Otros	15,1	12,72	16,2	13,82	15,9	12,72
<b>Peso total clasificado</b>	<b>118,7</b>	<b>100</b>	<b>117,2</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>100</b>
<b>Peso total muestreado</b>	<b>117,1</b>	<b>-</b>	<b>116,4</b>	<b>-</b>	<b>123,6</b>	<b>-</b>
<b>Diferencia</b>	<b>1,6</b>	<b>-</b>	<b>0,8</b>	<b>-</b>	<b>1,4</b>	<b>-</b>

<b>MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>						
<b>Categoría</b>	<b>20 de Julio de 2009</b>		<b>22 de Julio de 2009</b>		<b>24 de Julio 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	10,5	9,28	13,5	10,71	16,3	14,35
Papel	14,7	12,99	16,1	12,78	10,7	9,42
Metales	2,9	2,56	3,3	2,62	4	3,45
Textiles/Ropa	5,5	4,86	6,1	4,84	5,3	4,67
Vidrios	4,2	3,71	3,8	3,02	3,2	2,82
Desperdicios de comida	23,9	21,11	27,1	21,51	23,7	20,86
Materia orgánica	19,1	16,87	16,8	13,33	15,9	14,00
Jardinería	7,1	6,27	15,2	12,06	11,1	9,77
Tetra Pak	1,2	1,06	1,1	0,87	0,5	0,44
Madera	7,3	6,45	8,7	6,90	9,1	8,01
Otros	16,8	14,85	14,3	11,35	13,8	12,15
<b>Peso total clasificado</b>	<b>113,2</b>	<b>100</b>	<b>126</b>	<b>100</b>	<b>113,6</b>	<b>100</b>
<b>Peso total muestreado</b>	<b>111,8</b>	-	<b>124,3</b>	-	<b>112</b>	-
<b>Diferencia</b>	<b>1,4</b>	-	<b>1,7</b>	-	<b>1,6</b>	-

**Fuente:** Elaboración propia.

Para cada una de las categorías se determinó los elementos estadísticos.

**Tabla 4.9 Elementos Estadísticos de la Categoría Plástico**

Categoría: Plástico			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	11,5	2,98	5,1984
2	14,7	0,47	0,2209
3	18,9	4,67	21,8089
4	10,5	-3,73	13,9129
5	13,5	-0,73	0,5329
6	16,3	2,07	4,2849
$\Sigma$ Total	85,4		45,9589

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 14,23      **Varianza:** 9,1918      **Desviación Standard:** 6,7793

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

Categoría: Papel			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	15,5	2,22	4,9284
2	12,2	-1,08	1,1664
3	10,5	-2,78	7,7284
4	14,7	1,42	2,0164
5	16,1	2,82	7,9524
6	10,7	-2,58	6,6564
$\Sigma$ Total	79,7		30,4484

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 13,28      **Varianza:** 6,0897      **Desviación Standard:** 2,4677

**Tabla 4.11 Elementos Estadísticos de la Categoría Metal**

Categoría: Metal			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2,2	-1,08	1,1664
2	3,1	-1,18	1,3924
3	4,2	0,92	0,8464
4	2,9	-0,38	0,1444
5	3,3	0,02	0,0004
6	4	0,72	0,5184
$\Sigma$ Total	19,7		4,0684

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 19,70      **Varianza:** 0,8137      **Desviación Standard:** 0,9020

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

Categoría: Textil			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	4,1	-0,9167	0,8403
2	5,2	0,1833	0,0336
3	3,9	1,1167	1,2470
4	5,5	0,4833	0,2336
5	6,1	1,0833	1,1735
6	5,3	0,2833	0,0803
$\Sigma$ Total	30,1		3,6083

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 5,02      **Varianza:** 0,7217      **Desviación Standard:** 0,8495

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

Categoría: Vidrio			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	4,1	0,0167	0,0003
2	3,9	-0,2167	0,0469
3	5,5	1,3833	1,9135
4	4,2	0,0833	0,0069
5	3,8	-0,3167	0,1003
6	3,2	-0,9167	0,8403
$\Sigma$ Total	24,7		2,9082

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 4,12      **Varianza:** 0,5816      **Desviación Standard:** 0,7627

**Tabla 4.14 Elementos Estadísticos de la Categoría Desperdicios de Comida**

Categoría: Desperdicios de Comida			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	20,5	-3,85	14,8225
2	24,7	0,35	0,1225
3	26,2	1,85	3,4225
4	23,9	-0,45	0,2025
5	27,1	2,75	7,5625
6	23,7	-0,65	0,4225
$\Sigma$ Total	146,1		26,5550

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 24,35      **Varianza:** 5,3110      **Desviación Standard:** 2,3046

**Tabla 4.15 Elementos Estadísticos de la Categoría Materia Orgánica**

Categoría: Materia Orgánica			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	17,5	-0,0667	0,0044
2	18,3	0,7330	0,5373
3	17,8	0,2333	0,0544
4	19,1	1,5333	2,3510
5	16,8	-0,7667	0,5878
6	15,9	-1,6667	2,7779
$\Sigma$ Total	105,4		6,3128

Fuente: Elaboración propia.

Media: 17,57      Varianza: 1,2626      Desviación Standard: 1,1236

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

Categoría: Jardinería			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	18,1	5,4	29,16
2	10,3	-2,4	5,76
3	14,4	1,7	2,89
4	7,1	-5,6	31,36
5	15,2	2,5	6,25
6	11,1	-1,6	2,56
$\Sigma$ Total	76,2		77,98

Fuente: Elaboración propia.

**Media:** 12,7      **Varianza:** 15,5960      **Desviación Standard:** 3,9492

**Tabla 4.17 Elementos Estadísticos de la Categoría Tetra Pak**

Categoría: Tetra Pak			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	1,8	0,77	0,5929
2	0,7	-0,33	0,1089
3	0,9	-0,13	0,0169
4	1,2	0,17	0,0289
5	1,1	0,07	0,0049
6	0,5	-0,53	0,2809
$\Sigma$ Total	6,2		1,0334

**Fuente:** Elaboración propia.

**Media:** 1,03      **Varianza:** 0,2067      **Desviación Standard:** 0,4546

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

Categoría: Madera			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	8,3	0,28	0,0784
2	7,9	-0,12	0,0144
3	6,8	-1,22	1,4884
4	7,3	-0,72	0,5184
5	8,7	0,68	0,4624
6	9,1	1,08	1,1664
$\Sigma$ Total	48,1		3,7284

**Fuente:** Elaboración propia.

**Media:** 8,02      **Varianza:** 0,7457      **Desviación Standard:** 0,8635

**Tabla 4.19 Elementos Estadísticos de la Categoría Otros**

Categoría: Otros			
Prueba	$X_i$ (Kg)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	15,1	-0,25	0,0625
2	16,2	0,85	0,7225
3	15,9	0,55	0,3025
4	16,8	1,45	2,1025
5	14,3	-1,45	1,1025
6	13,8	-1,55	2,4025
$\Sigma$ Total	92,10		6,6950

**Fuente:** Elaboración propia.

**Media:** 15,35      **Varianza:** 1,3390      **Desviación Standard:** 1,1572

Las categorías con un valor alto de varianza, como por ejemplo, el caso de los residuos de jardinerías, indica que la generación de ellas puede disminuir o aumentar notablemente, aun cuando el periodo de tiempo de estudio fue breve (seis 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 en el tiempo.

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 4.19).

En la siguiente tabla se identifica el poder calorífico por categorías:

**Tabla 4.20 Poder Calorífico de las Categorías**

<b>Categoría</b>	<b>X<sub>i</sub> (Kg)</b>	<b>% en Peso</b>	<b>PCI en Kca/Kg</b>	<b>PC Kcal</b>
Plástico	14,23	0,1052	6.600	694,32
Papel	13,28	0,0982	2.500	245,50
Metales	19,70	0,1457	-	-
Textiles/Ropa	5,02	0,0371	3.400	126,14
Vidrios	4,12	0,0305	-	-
Desperdicios de comida	24,35	0,1801	700	126,07
Materia orgánica	17,57	0,1299	-	-
Jardinería	12,57	0,0929	-	-
Tetra Pak	1,03	0,0076	2.500	19,00
Madera	8,02	0,0593	4.500	266,85
Otros	15,35	0,1135	-	-
<b>Σ</b>	<b>135,24</b>	<b>1,00</b>	<b>-</b>	<b>1477,88</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4.21 Composición Física Promedio de los Desechos Sólidos  
Generados en el Área de Estudio**

<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Plástico	11,97
Papel	11,17
Metales	2,76
Textiles/Ropa	4,22
Vidrios	3,46
Desperdicios de comida	20,47
Materia orgánica	14,77
Jardinería	10,68
Tetra Pak	0,87
Madera	6,73
Otros	12,91

**Fuente:** Elaboración propia.

Los desperdicios de comida representan el 20,47 % en peso del total de los residuos clasificados, seguido de 14,77% la materia orgánica. El 12,91% está conformado por otros desechos.

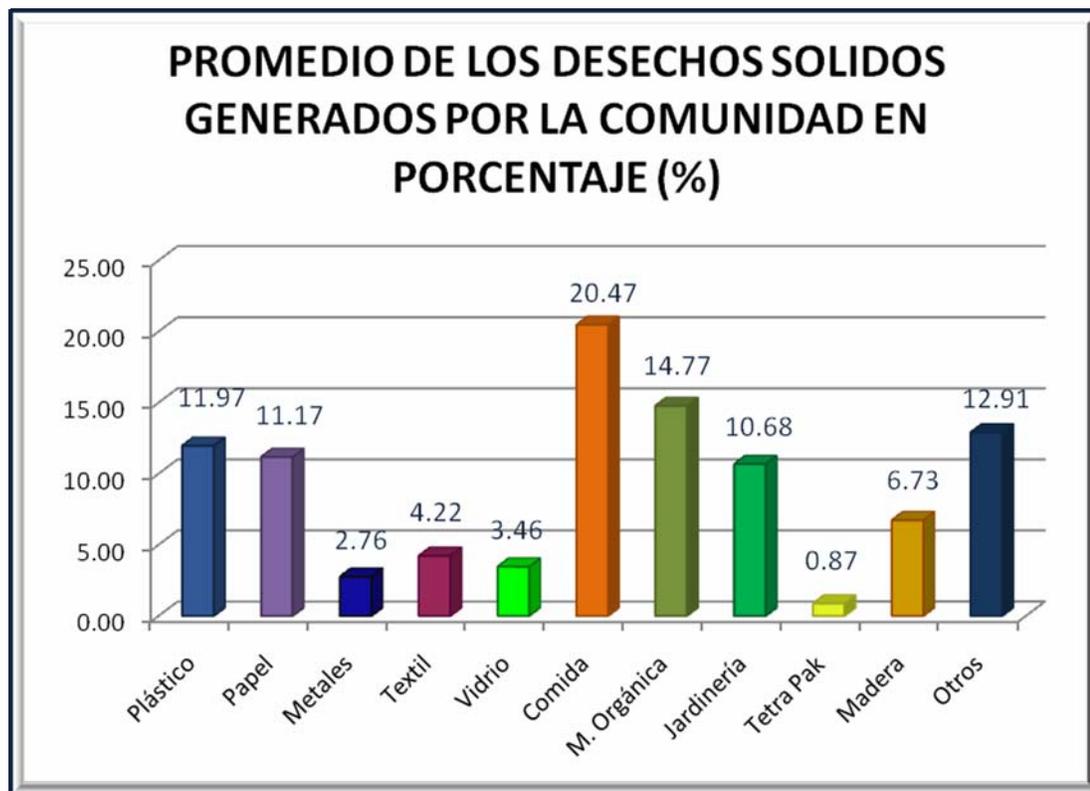
Los componentes recuperables como el vidrio, plástico y cartón no representan un gran porcentaje en la comunidad.

Por último, los componentes Tetra Pak (0,56%) y madera (0,05%), representan porcentajes demasiados bajos con respecto a los otros componentes.

Los Tetra Pak son las cajas cuadradas que se utilizan para líquidos, éste componente se discriminó ya que está conformada por 75% de cartón, 20% de polietileno de baja densidad y 5% aluminio. [28]

#### **4.3.1 Diagramación de los desechos sólidos generados en los 6 días de composición.**

**Figura 4.8 Promedio de desechos generados por El Esfuerzo**



**Fuente:** Elaboración propia.

Por medio de este grafico se puede apreciar que el porcentaje de desechos de Comida predomina sobre todos los demás, encontrándose en un 20.47% del total de la muestra ensayada, siguiendo con los desechos de Materia Orgánica, que se encontraron en un 14.77%, seguido por Otros Desechos 12.91%, Plástico 11.97% y los desechos de Papel en un 11.17%. En caso contrario encontramos a los desechos de Tetra Pak con un 0.87%, a los Metales con 2.76%, al Vidrio con 3.46% y por último los desechos Textiles en un 4.22%, respectivamente.

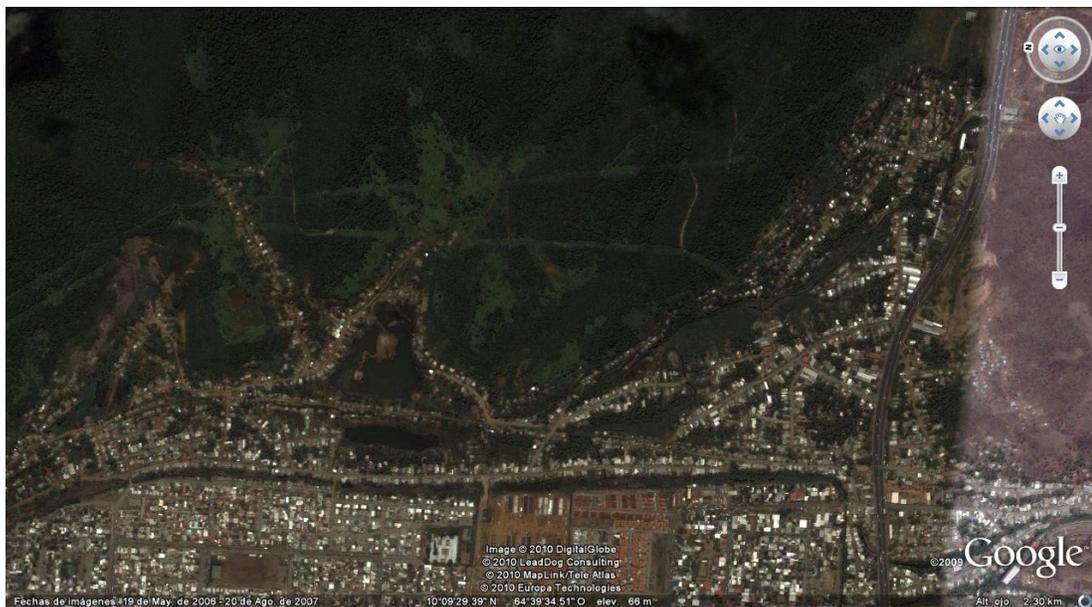
#### 4.4 DIAGRAMACIÓN

Consiste en desarrollar rutas de recorrido con la finalidad de llevar a cabo el

trabajo de recolección con una menor cantidad de tiempo y recorrido. El sentido de circulación actual asumido por el chofer posee recorridos no productivos.

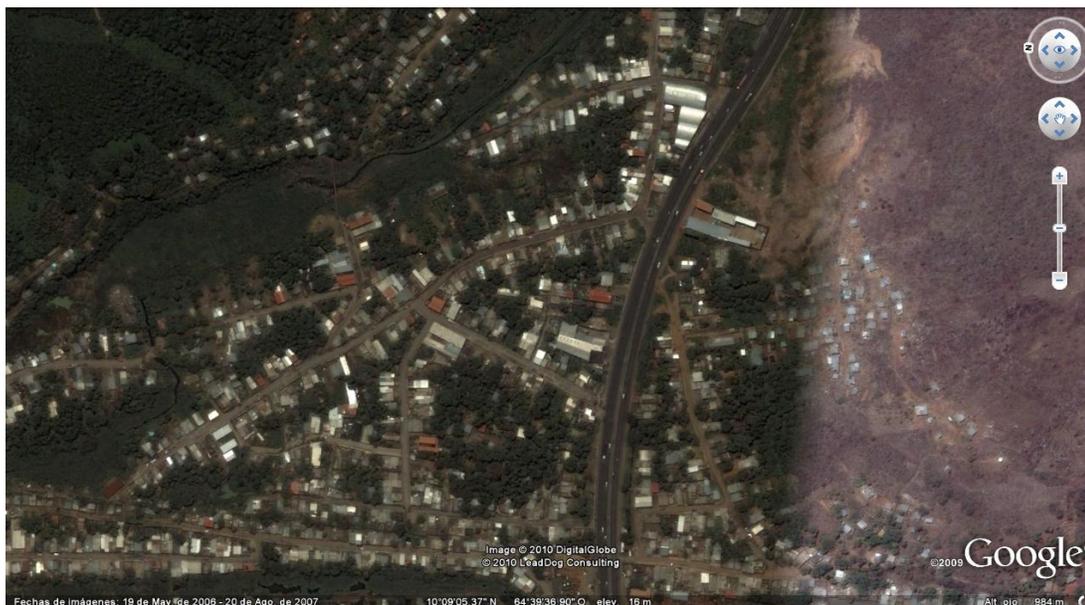
Actualmente las rutas que siguen los choferes de los transportes de recolección son improvisadas por ellos mismos, pierden mucho tiempo en la maniobra de retro debido a que las calles son muy angostas. Las rutas que se proponen son un poco mas dinámicas para los choferes, ya que hay menos maniobras de retro y se ahorraría mucho tiempo en el recorrido.

A continuación, se muestran las figuras 4.8 y 4.9, estas son unas fotos satelitales extraídas con la herramienta Google Earth.



**Figura 4.9 Foto Aérea de El Esfuerzo.**

**Fuente: Google Earth.**



**Figura 4.10 Foto Aérea de El Esfuerzo, Avenida Algimiro Gabaldón (Alterna).**

**Fuente: Google Earth.**

#### **4.5 IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN DE RUTAS**

Una vez trazadas las rutas de recorrido propuestas, se deberá adiestrar a los choferes de los vehículos en la simbolización de los esquemas de las rutas, tales como: comienzo de ruta, dirección del recorrido, paradas fijas, final de ruta, etc. Dichas rutas pueden ser cumplidas con el itinerario y horario de recolección actual. Luego de implantadas las nuevas rutas, se evaluará su eficiencia y se efectuarán los ajustes requeridos.

Esta evaluación deberá realizarse periódicamente, puesto que siempre hay cambio en la producción de basura debido al proceso de urbanización, etc. Por este motivo, la instalación de una balanza en cada relleno sanitario es indispensable, ya

que a través de su uso se pueden identificar las rutas con menos cargas y, a la vez, se les puede modificar para realizar cargas completas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos de los estudios realizados en este trabajo, permiten concluir lo siguiente:

- En la Comunidad El Esfuerzo existen diversos problemas referentes a la disposición, manejo y control de los desechos sólidos, la población no está completamente informada sobre los horarios, responsabilidades y derechos en cuanto al desempeño del servicio de aseo urbano y domiciliario.
- La frecuencia de disposición de los desechos sólidos para la comunidad El Esfuerzo, es interdiaria y se pudo constatar mediante la encuesta que el 80% de la población así lo desea, la comunidad no cumple con el horario propuesto por la empresa de aseo urbano, por lo tanto ocasiona problemas en el servicio de recolección, a diferencia de un 18 % que aprueba se realice diariamente y un 2 % semanal.
- Los desechos sólidos son almacenados 98 % en bolsas plásticas desechables de distintas capacidades y el 2 % restante usan pipotes.
- Luego de que la Mancomunidad de Aseo Urbano (MASUR) tomara la responsabilidad de la recolección de desechos sólidos del municipio Simón Bolívar, el servicio de aseo fue exonerado, por ende ninguno de los usuarios del sector en estudio cancelan el servicio.

- La tasa de producción estimada es de 1,1 Kg/hab/día, estando este entre los niveles normales de tasas de generación.
- El personal obrero que labora en el Servicio de Aseo urbano y domiciliario carece de técnicas adecuadas de Higiene y Seguridad Industrial que deben ser empleadas en su trabajo. Además, dicho servicio no presenta una organización, planificación y supervisión adecuada para realizar la gestión integral de residuos sólidos.
- En la recolección el chofer no tiene una pauta a seguir, por lo cual, el asume la ruta que considere más adecuada, sin tomar en cuenta el tiempo, el sentido de circulación.
- Los resultados en la composición de los residuos sólidos, proporcionan fundamentos necesarios para garantizar la factibilidad de futuros proyectos, como, Plantas de reciclaje, nuevos rellenos sanitarios, plantas que a partir de la generación del poder calorífico de la basura este pueda ser transformado en energía. Además se pudo observar que el 14,77 % del total de los residuos sólidos estudiados están compuestos por Materia Orgánica, el cual se puede utilizar como un elemento para el compost y este ser utilizado como abono para plantas, entre otros usos que se les pueden dar a los desechos sólidos urbanos.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Con la finalidad de ayudar a solucionar la problemática tratada en este trabajo de investigación, se presentan las siguientes recomendaciones:

- La disposición de un organismo (Ministerio del Ambiente, MASUR o Alcaldía), encargado de realizar un plan regional para el adecuado manejo de los desechos sólidos que garantice en el tiempo la clasificación de los desechos y su aprovechamiento tanto por parte de la comunidad como de empresas de reciclaje.
- La disposición de las instituciones educativas y ambientalistas a integrarse al plan regional para el manejo de los desechos sólidos, poniendo en marcha programas de educación ambiental relacionados con el manejo y clasificación de la basura desde los hogares.
- Orientar líneas de crédito a través de la banca pública y privada para el otorgamiento de apoyo económico a empresas y cooperativas, con el fin de constituirse como recicladoras de los desechos sólidos.
- Realizar mantenimiento preventivo a las unidades recolectoras para un mejor rendimiento como también larga vida útil. Dotar al personal con implementos de higiene y seguridad, además de un mejor ingreso salarial para que estos hagan su trabajo a gusto, cumplir con los horarios de recolecta de aseo, para así crear un hábito en la población.

- Implementar el trazado de rutas diseñado en esta investigación, basado en la norma (CEPIS) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, para minimizar el tiempo de recolección.
- Acondicionar las vías internas del sitio de disposición final, debido a que en época de lluvias se hacen intransitables. Así mismo, controlar, con drenajes y otras técnicas, los líquidos o percolados y los gases que se producen en el relleno, para mantener las mejores condiciones de operatividad y proteger el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Reyes, L y Martínez, W. **“Estudio 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. Puerto La Cruz. (1993).
- [2] León, H. y Tovar, M. **“Planificación de la Recolección de la Basura Urbana”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1999).
- [3] Latuff, J. **“Evaluación de Oportunidades de Recuperación y Reciclaje para los Desechos Sólidos generados en la Ciudad de Maturín, Estado Monagas”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Gran Mariscal de Ayacucho – Núcleo Maturín. (2005).
- [4] 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 ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al título de Magíster Scientiarium en Ingeniería Sanitaria, Mención: Ingeniería Ambiental. Caracas. (2005).
- [5] Monagas y Rodríguez, **“Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos generados por las comunidades de Boyacá I y II, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de

Ingeniería Civil, Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui. Para optar el título de Ingeniero Civil. Barcelona. (2007)

- [6] Congreso de la República. **“Ley de Residuos y Desechos Sólidos”**. Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas. (2004).
- [7] Proyecciones. meto\_resu. est poblac. Disponible: [http://www1.inei.gov.pe/biblio/ineipubbancopubEstLib\\_0335\\_glosa.HTM](http://www1.inei.gov.pe/biblio/ineipubbancopubEstLib_0335_glosa.HTM). [Consulta 2009, Octubre 22].
- [8] StarMedia. **Ecosistemas**. Disponible: [html.rincondelvago.com/los-ecosistemas.html-97k-](http://html.rincondelvago.com/los-ecosistemas.html-97k-) [Consulta 2009, Octubre 22].
- [9] Tchobanoglous, G. Theisen, H y Vigil S. **“Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen I y Volumen II”**. McGrawHill. España. (1994).
- [10] Davis, M. y Cornwell, D. **“Introduction to Environmental Engineering”**. Tercera Edición. McGrawHill. New York. (1998).
- [11] Melendez, E. (2004). **Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos**. Disponible: <http://www.femica.org/areas/modambiental/archivos/docs/Guia%20de%20manejo%20de%20Celdas%20en%20Rellenos%20Sanitarios.pdf>. [Consulta 2009, Septiembre 28].
- [12] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. (CEPIS). **“Diseño de las Rutas de Recolección de Residuos Sólidos”**. (1980).
- [13] Agelvis, R. y Naranjo, H. **“Proposición de una Metodología para Diseño, Operación y Mantenimiento de Rellenos Sanitarios en Venezuela”**.

Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1994).

- [14] Clemente, H. (2008). **Todos a 'preciclar', un concepto base para reducir la basura.**

Disponible:[http://www.soitu.es/soitu/2008/01/15/medioambiente/1200426684\\_292194.html](http://www.soitu.es/soitu/2008/01/15/medioambiente/1200426684_292194.html). [Consulta 2009, Diciembre 10].

- [15] Corbitt, R. **“Manual de Referencia de la Ingeniería Medio Ambiental”**. McGrawHill. España. (2003).

- [16] 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. (2001).

- [17] 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. Caracas. (1999).

- [18] Cardozo, J.; Castillo, R. y Márquez, L. **“Estudio y Determinación de las Variaciones Cualitativas y Cuantitativas en la Generación de Basuras y Otros Desechos Sólidos en Áreas Recreacionales de un Sector del Litoral Central. Municipio Vargas. Distrito Federal”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1998).

- [19] Labarca L. y Larez J. “**La Basura y Otros Desechos Sólidos; Manipulación y Reciclaje**”. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1984).
- [20] County of Los Angeles Department of Public Works. **Materiales reciclados frecuentemente**. Disponible: <http://dpw.lacounty.gov/epd/Recycling/spanish/crm.cfm>. [Consulta 2009, Noviembre 13].
- [21] Herbert, F. “**Manual de Reciclaje**”. Volumen II. Capítulo 29. McGraw – Hill. (1996).
- [22] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (M.A.R.N.). “**Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático**”. Caracas. (2005).
- [23] República Bolivariana de Venezuela. (1999). **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**. Disponible: [www.constitucion.ve/constitucion.pdf](http://www.constitucion.ve/constitucion.pdf). [Consulta 2009, Junio 29].
- [24] Congreso de la República de Venezuela. (1989) **Ley Orgánica de Régimen Municipal**. Disponible: [www.Fundelec.org.ve/Grafico/documentos/legales/lorgmun.pdf](http://www.Fundelec.org.ve/Grafico/documentos/legales/lorgmun.pdf). [Consulta 2009, Junio 29].
- [25] Congreso de la República de Venezuela. (1982). **Decreto 2216. Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos**. Disponible: [www.adan.org.ve/documentacion/download/doc3.doc](http://www.adan.org.ve/documentacion/download/doc3.doc). [Consulta 2009, Junio 29].

- [26] Bartolucci, A. **Tabla distribución normal estándar.** Disponible: <http://espanol.geocities.com/angelbartolucci/estadistica/tablanormals.htm>. [Consulta 2009, Julio 03].
- [27] 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, Julio 16].
- [28] Organización Panamericana Sanitaria (OPS). **“Situación Actual de los Residuos Sólidos en Latinoamérica y el Caribe”.** OMS Washington USA. (1991).

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	<b>“DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LA COMUNIDAD “EL ESFUERZO”, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
<b>MARTÍNEZ C. DAVID A.</b>	<b>CVLAC:15.360.573</b> <b>E MAIL: d_alejandro816@hotmail.com</b>
<b>HERRERA N. RAÚL O.</b>	<b>CVLAC:15.677.658</b> <b>E MAIL: r_onofre.h@hotmail.com</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

**El Esfuerzo**

**Desechos Sólidos**

**Población**

**Generación**

**Diagnostico**

**Recolección**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Civil

**RESUMEN (ABSTRACT):**

**Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la comunidad El Esfuerzo, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui. Así como también realizar un estudio estadístico contemplando el crecimiento poblacional en el sector desde la última vez que allí se realizo un censo hasta la actualidad.. Se consideran ecuaciones para el cálculo de la producción de los desechos sólidos generados por el Municipio Simón Bolívar, así como también la producción per cápita de dicho municipio, se hará lo mismo para el sector en El Esfuerzo para determinar la cantidad de desechos que genera cada habitante de dicho sector. También se realizara un muestreo de los tipos de desechos sólidos que genera esta comunidad, mediante una clasificación de los desechos. Posteriormente se calculara los valores de densidad, humedad y poder calorífico de tales desechos. Se analizaran los sistemas de almacenamiento de la basura, así como también los sistemas de transporte y recolección de las mismas, también se evaluaran los métodos de recolección y los tiempos que se emplean en dicha tarea. En este trabajo de investigación también se hará un análisis de las rutas de recolección actuales y se elaborara un diseño de una ruta de recolección efectiva y posible en el sector para servir a la comunidad en un menor tiempo y con una mejor maniobrabilidad del camión recolector. Y finalmente se analizara el sistema de manejo y disposición final de los desechos sólidos en la comunidad del esfuerzo.**



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****CONTRIBUIDORES**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b>				
<b>Ing. Belkys Sebastiani</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU X</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>belkyssebastiani@hotmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Ing. Ana Ghannem</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>ana_ghanem@hotmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Ing. María Ramírez</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>tocho2@gmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

<b><u>2010</u></b>	<b><u>03</u></b>	<b><u>10</u></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
Tesis Ing. Civil	Application/msword

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.

ESPACIAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TEMPORAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre-Grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS:**

**“Los Trabajos de Grado son de Exclusiva Propiedad de la Universidad de Oriente y Solo Podrán ser Utilizados para Otros Fines con el Consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, el Cual Participara al Consejo Universitario”.**

**Martínez V. David A.**

**AUTOR**

**Herrera N. Raúl O.**

**AUTOR**

**Belkys Sebastiani**

**TUTOR**

**Ana Ghannem**

**JURADO**

**María Ramírez**

**JURADO**

**Yasser Saab**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS**