

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



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS
POR LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV y V,
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Realizado por:

JOSANA CAROLINA BARRIOS PÉREZ

C.I. 16.927.527

FIRAS EDUARDO SAAB MEOLA

C.I. 19.168.575

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial
para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Barcelona, Noviembre de 2010.

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



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS
POR LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV y V,
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Asesor:

Prof. Belkys Sebastiani

Asesor académico

Barcelona, Noviembre de 2010.

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



**“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS
POR LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV y V,
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

Jurado Calificador:

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

APROBADO

Prof. Belkys Sebastiani
Asesor académico

Prof. Jesús Moreno
Jurado Principal

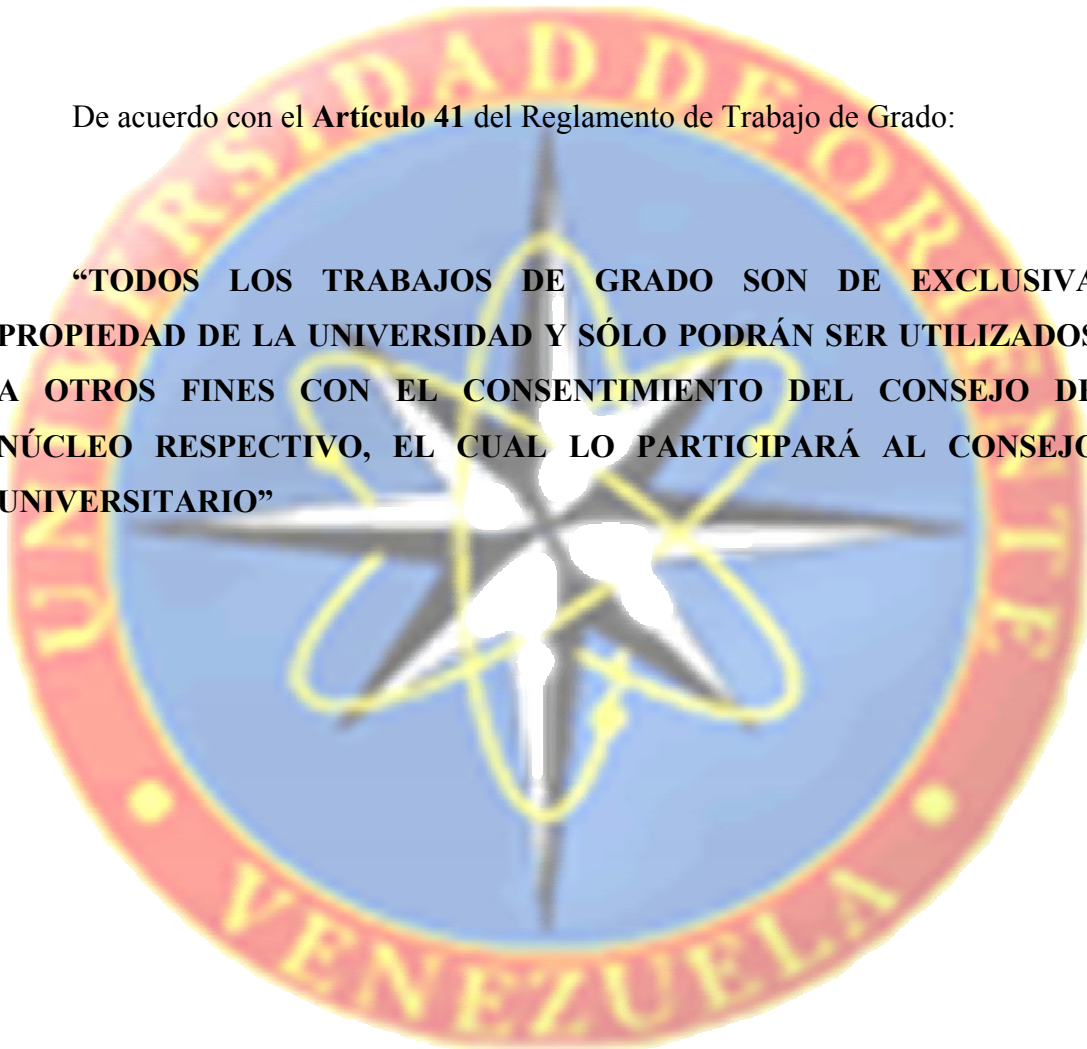
Prof. Francelia Araujo
Jurado Principal

Barcelona, Noviembre 2010.

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el **Artículo 41** del Reglamento de Trabajo de Grado:

“TODOS LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, EL CUAL LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO”



DEDICATORIA

*A **Mi Madre (Ana Teresa Pérez)**, porque esta meta la logre gracias a ti, por formar a la persona y la profesional que soy, por todo el amor y dedicación que siempre tuviste con tus hijos y por darme los mejores consejos y ejemplos de vida. Te amo mamá eres un ángel y la mejor madre que me Dios me ha podido dar, por eso te dedico este éxito, porque sin ti no lo hubiese podido lograr.*

*A **Mi Hermano (José Antonio Barrios)** y a **Mi Padre (Antonio José Barrios)**, por haber sido mi apoyo incondicional durante toda mi vida y mi carrera, y demostrarme que nunca estaré sola porque siempre cuento con ustedes, gracias por todo el amor que me han brindado; este éxito también se los dedico a ustedes que son parte importante y vital de mi vida, los amo.*

*A **mis Abuelos (José Vicente Pérez, María Silva de Pérez y Carmen Barrios)**, para que estén orgullosos de su nieta que los adora, gracias por todo el amor que me brindan. Siempre los llevo conmigo.*

Josana Carolina Barrios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de realizar esta meta y acompañarme con su bendición antes, durante y después de este sueño que hoy deja de serlo para convertirse en realidad, por demostrarme que nunca estoy sola porque él siempre está a mi lado. También por darme el mejor regalo del mundo: mi familia y amigos; y hacerme sentir la mujer más afortunada de este mundo.

*A **Mi Madre (Ana Teresa Pérez)**, por ser mi mejor profesora, mi guía, mi ejemplo de fortaleza y empeño, por darme tanto amor, por ser mi amiga, por apoyarme incondicionalmente, por darme aliento cuando lo necesitaba, por cuidarme en mis enfermedades y celebrar mis alegrías; en resumen por darme y ser mi vida, todo el agradecimiento del mundo no alcanzaría para darte las gracias.*

*A **Mi Padre (Antonio José Barrios)**, por ayudarme a realizar este proyecto de grado, y darme su amor y apoyo incondicional, gracias papá te amo.*

*A **Mi Hermano (José Antonio Barrios)**, por escucharme y apoyarme en todo momento, por soportarme y demostrarme que siempre vas a estar allí para ayudarme en lo que necesite, te amo hermano, eres el mejor.*

*A **Mis Abuelos, Tíos y Primos**, por estar siempre pendientes de mi y brindarme su apoyo y cariño incondicional, los quiero mucho, gracias.*

*A **Mis Amigos y Hermanos (Luis Manuel Dimas, Cristina Bastardo y Jorge Fuentes)**, porque ustedes más que mis amigos son mis hermanos y siempre están allí para lo que necesite, hemos compartido momentos inolvidables durante toda mi vida y mi carrera, los quiero mucho, gracias por el cariño que me brindan.*

A Mi Novio (Juan Carlos González) y a Mi Amiga (Mónica Pineda), gracias por siempre estar pendiente, darme ánimos y alentarme a terminar este trabajo de grado, ojalá Dios nos de la dicha de estar siempre juntos apoyándonos en todo; los quiero mucho.

A Mis Amigos y Compañeros de La Clase, Douglas Estaba, Francis Avilé, Lanny Vahlis, Mariana Mata, Sara Escalante, Virginia Lárez, Firas Saab, David Martínez, Japi, Laura Paraqueima, Anelí Luzón, Daniel Perdomo, Jesús Velazquez, Eduardo Muñoz, Jesús Williams, Alejandro Tovitto, Josué Salazar, Mafer Febres, Tatiana Melo, Daiana Guzmán, Cruz Quijada; gracias por compartir junto a mi tantos momentos inolvidables durante toda mi carrera, cada uno de ustedes de una u otra forma siempre estuvieron en el momento adecuado, a todos muchas gracias por brindarme su amistad, apoyo, compañía, ayuda y consejos hasta el final, siempre van a ser mis amigos de “La Clase” y nunca los olvidare porque seremos amigos para siempre; le doy gracias a Dios por haberlos puesto en mi camino y hacer que mi paso por la Universidad haya sido una de las experiencias más felices de mi vida. Crecí junto a ustedes, los quiero muchísimo, éxitos para todos!.

A la Prof. Belkis Sebastiani, por haberme dado su voto de confianza para realizar este trabajo de grado y por su valiosa ayuda y conocimientos brindados para la realización del mismo, gracias.

Josana Carolina Barrios.

DEDICATORIA

*A **Dios**, por iluminar mis pasos y guiarme en este camino, para alcanzar esta gran meta.*

*A **Mi Padre**, muy especialmente dedico este trabajo, quien fue mi ejemplo de inspiración y admiración. Gracias por tu apoyo y comprensión, por el amor que siempre me has brindado y por enseñarme que con humildad y sacrificio se logran las más altas metas. Te amo papa.*

*A **Mi Madre**, gracias por todo tu amor desde el primer instante de mi vida y por hacer de mí un hombre profesional y exitoso, hoy mi logro también es tuyo mama al igual que a mi padre te amo.*

*A **Mis Hermanos Nayib y Yanan**, hoy yo alcanzo esta meta con mucha perseverancia y deseo que ustedes muy pronto también logren este triunfo y seamos el gran anhelo de nuestros padres hecho realidad.*

Firas Saab.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a todos mis profesores por contribuir con su enseñanza a mi formación profesional y especialmente a la Profesora Belkis Sebastiani por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Así como también a mis compañeros de clase y amigos, especialmente a mi compañera de tesis, Josana Barrios por involucrarme en la realización de este trabajo y lograr alcanzar esta meta juntos. Gracias a todos ustedes por brindarme su amistad y todos esos buenos momentos, los cuales hoy forman gratos recuerdos de esta etapa de mi vida.

Y gracias también a mi nueva familia El Yamel por brindarme todo el apoyo durante estos 3 años que tenemos compartiendo y junto con ellos mi novia Natasha El Yamel por haber estado ahí conmigo cuando más la necesité, te amo futura esposa.

Así como también mis amistades más cercanas que son como hermanos a mi lado, como Usama Chaaban, Afif Zeid, Ihab Dakdouk, Ghasi Abdulkalek y Amin Abouchacra, gracias a ellos pase momentos inolvidables en mi carrera, de verdad a todos les deseo mis mas grandes deseos y espero que siempre sigamos unidos como estamos hoy en día.

Firas Saab.

INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
INDICE GENERAL	X
INDICE DE FIGURAS	XVI
INDICE DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XX
CAPÍTULO I.....	23
EL PROBLEMA.....	23
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	25
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	25
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	25
1.4 ALCANCE.....	27
1.5 LIMITACIONES	27
1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO	28
1.6.1 <i>Ubicación</i>	28
1.6.2 <i>Estructura de las Urbanizaciones</i>	31
1.6.3 <i>Población</i>	35
1.6.4 <i>Viviendas</i>	39
1.6.5 <i>Aseo Urbano</i>	41

CAPÍTULO II	43
MARCO TEÓRICO	43
2.1 ANTECEDENTES.....	43
2.2 BASES TEÓRICAS.....	47
2.2.1 <i>Definición de Residuos y Desechos Sólidos</i>	47
2.2.2 <i>Gestión Integral de los Residuos Sólidos</i>	48
2.2.3 <i>Origen de los Residuos Sólidos</i>	49
2.2.4 <i>Clasificación de los Residuos Sólidos</i>	50
2.2.5 <i>Características de los Residuos Sólidos</i>	55
2.2.6 <i>Composición de los Residuos Sólidos Municipales</i>	58
2.2.7 <i>Ciclo de Vida de los Residuos Sólidos Municipales</i>	59
2.2.7.1 <i>Ciclo de vida de los RSM desde el punto de vista social</i>	63
2.2.7.2 <i>Principales actores en el ciclo de vida de los RSM</i>	65
2.2.8 <i>Reacciones Químicas de los RSM en los Sitios de Disposición Final</i> ... 66	
2.2.9 <i>Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)</i>	69
2.2.10 <i>Aseo Urbano</i>	71
2.2.10.1 <i>Limpieza de Vías Públicas</i>	71
2.2.10.1.1 <i>Barrido</i>	71
2.2.10.1.1.1 <i>Conciencia Ciudadana</i>	72
2.2.10.1.1.2 <i>Barrido Manual</i>	73
2.2.10.1.1.3 <i>Barrido mecánico</i>	74
2.2.10.2 <i>Recogida y Transporte de los Residuos Sólidos</i>	75
2.2.10.2.1 <i>Métodos de Recogida o Recolección</i>	76
2.2.10.2.2 <i>Recolección Selectiva</i>	79
2.2.10.2.3 <i>Enfoque Económico-Financiero de la Recolección Selectiva</i>	82
2.2.10.2.4 <i>Beneficios de la Recolección Selectiva</i>	83
2.2.10.2.5 <i>Equipos de Recolección y Transporte Primario</i>	84
2.2.10.2.6 <i>Frecuencia de Recolección</i>	91
2.2.10.2.7 <i>Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección [20]:</i>	93
2.2.10.2.8 <i>Diseño de Rutas</i>	94
2.2.10.3 <i>Tratamiento de los Residuos Sólidos Municipales</i>	97
2.2.10.4 <i>Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales</i>	99
2.2.10.4.1 <i>Depósitos de Seguridad</i>	100

2.2.10.4.2 Vertederos.....	100
2.2.10.4.3 Rellenos Sanitarios.....	101
2.2.10.4.3.1 Criterios para la Clasificación de los Rellenos Sanitarios.....	101
2.2.10.4.3.2 Criterios Ambientales en la Construcción de Rellenos Sanitarios	108
2.2.10.4.3.3 Zonas de Exclusión.....	110
2.2.10.4.3.4 Actividad Biológica de un Relleno Sanitario	111
2.2.10.4.3.5 Lixiviados o Líquidos Percolados	112
2.2.10.4.3.6 Impermeabilización del Fondo del Relleno Sanitario	114
2.2.10.4.3.7 Control de los Lixiviados o Percolados.....	115
2.2.10.4.3.8 Producción de Biogás.....	116
2.2.10.4.3.9 Impactos Ambientales de los Rellenos Sanitarios.....	118
2.2.10.4.3.10 Medidas de Mitigación	120
2.2.10.5 El Uso de Tecnologías Limpias.....	122
2.3 BASE LEGAL	124
CAPÍTULO III.....	129
MARCO METODOLÓGICO	129
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	129
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	131
3.2.1 Población.....	131
3.2.2 Muestra	131
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	133
3.4 TÉCNICA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	135
3.5 PROCEDIMIENTO PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS.....	137
<i>Objetivo N° 1. Estudiar las fuentes y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad.....</i>	<i>137</i>
<i>Objetivo N° 2. Estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano.</i>	<i>138</i>
<i>Objetivo N° 3. Determinar la composición de los desechos sólidos generados por la comunidad y las tasas de producción de los mismos.....</i>	<i>140</i>
<i>Objetivo N° 4. Analizar los servicios, sistemas de recolección, los medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario</i>	<i>144</i>
<i>Objetivo N° 5. Diseñar rutas de recolecciones efectivas y posibles.</i>	<i>146</i>

<i>Objetivo N° 6. Proponer el manejo y disposición final de los desechos sólidos.</i>	149
3.6 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.....	149
CAPÍTULO IV	151
ANÁLISIS DE RESULTADOS	151
4.1 ESTUDIO DE LAS FUENTES Y TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS.....	151
4.1.1 <i>Generación de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.</i>	151
4.1.2 <i>Generación de los residuos y desechos sólidos en el relleno sanitario Cerro de Piedra.</i>	152
4.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN QUE ACTUALMENTE RECIBE EL SERVICIO DE ASEO URBANO.	154
4.3 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS.	155
4.3.1 <i>Composición de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.</i>	155
4.3.2 <i>Densidad de los residuos sólidos compactados en el área de estudio.</i>	164
4.3.3 <i>Composición de los residuos y desechos sólidos depositados en el relleno sanitario Cerro de Piedra.</i>	165
4.4 ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS, SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, MEDIOS Y MÉTODOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS POR EL ASEO URBANO DOMICILIARIO.....	166
4.4.1 <i>Almacenamiento temporal</i>	166
4.4.2 <i>Recolección y transporte</i>	166
4.4.3 <i>Sistema de transferencia</i>	172
4.4.4 <i>Tratamiento y/o aprovechamiento</i>	172
4.4.5 <i>Disposición final</i>	173
4.4.6 <i>Aspectos relativos al personal</i>	174
4.4.7 <i>Percepción, conocimientos y participación de los ciudadanos en el problema relacionado con el manejo de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.</i>	175
4.5 DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIONES EFECTIVAS Y POSIBLES.....	178

4.6 PROPUESTA DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	179
4.6.1 <i>Generación y almacenamiento</i>	181
4.6.2 <i>Limpieza vial y de lugares públicos</i>	182
4.6.3 <i>Recolección y transporte</i>	182
4.6.4 <i>Tratamiento y/o aprovechamiento</i>	183
4.6.5 <i>Disposición final</i>	184
CAPÍTULO V	185
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	185
5.1 CONCLUSIONES	185
5.2 RECOMENDACIONES	186
BIBLIOGRAFÍA.....	189
ANEXO N°1	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO N°2	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO N°3	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO N°4	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO N° 5.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO N° 6.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 MAPA POLÍTICO-TERRITORIAL DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.....	30
FIGURA 1.2 UBICACIÓN DE LA PARROQUIA EL CARMEN DENTRO DEL MUNICIPIO SIMÓN BOLIVAR.	31
FIGURA 1.3 SITUACIÓN POLÍTICA DE BOYACÁ IV Y V	32
FIGURA 1.4 UBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES BOYACÁ V Y BOYACÁ V DENTRO DE LA PARROQUIA EL CARMEN	33
FIGURA 1.5 PLANO DE LAS URBANIZACIONES BOYACÁ IV Y V	34
FIGURA 2.1. LÍNEA DE TIEMPO DE BIODEGRADACIÓN DE ALGUNOS RESIDUOS SÓLIDOS.	55
FIGURA 2.2 CICLO DE VIDA DE LOS RSM	63
FIGURA 2.3 CICLO DE VIDA DE LOS RSM DESDE EL PUNTO DE VISTA SOCIAL	64
FIGURA 2.4 PRINCIPALES ACTORES EN EL CICLO DE VIDA DE LOS RSM	66
FIGURA 2.5 BARRIDO MANUAL	74
FIGURA 2.6 EQUIPOS Y MEDIOS UTILIZADOS MUNDIALMENTE EN LA RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE LOS RESIDUOS	88
FIGURA 2.7 VERTEDERO	101
FIGURA 2.8 RELLENO SANITARIO	102
FIGURA 2.9 MÉTODO DE TRINCHERA	104
FIGURA 2.9 MÉTODO DE ÁREA	105
FIGURA 2.9 CORRIENTE DE LIXIVIADOS	114
FIGURA 2.10 EJEMPLO DEL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN LOS RELLENOS SANITARIOS	118
FIGURA 2.11 EJEMPLO DEL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN LOS RELLENOS SANITARIOS	118
FIGURA 2.12 COLECTORES SOLARES	123
FIGURA 4.1 COMPOSICIÓN FÍSICA PROMEDIO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LAS URBANIZACIONES BOYACÁ IV Y V.	158
FIGURA 4.2 CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS EN EL RELLENO SANITARIO CERRO DE PIEDRA.....	165
FIGURA 4.3 DIMENSIONES DEL EQUIPO RECOLECTOR.....	170
FIGURA 4.4 ITINERARIO DE RECOLECCIÓN BOYACÁ IV Y V.	177

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 ANZOÁTEGUI. MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR. PARROQUIA EL CARMEN. URB. BOYACÁ IV. POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD QUINQUENAL SEGÚN SEXO, CENSO 2001.....	36
TABLA 1.2 ANZOÁTEGUI. MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR. PARROQUIA EL CARMEN. URB. BOYACÁ V. POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD QUINQUENAL SEGUN SEXO, CENSO 2001.....	37
TABLA 1.3 INFORMACIÓN DE VIVIENDAS. URB. BOYACÁ IV.....	40
TABLA 1.4 INFORMACIÓN DE VIVIENDAS. URB. BOYACÁ V.....	40
TABLA 1.5 VIVIENDAS QUE RECIBEN EL SERVICIO DE ASEO URBANO URB. BOYACÁ IV.....	42
TABLA 1.6 VIVIENDAS QUE RECIBEN EL SERVICIO DE ASEO URBANO URB. BOYACÁ V.....	42
TABLA 2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS SEGÚN LAS CLASES DE RESIDUOS DEPOSITADOS.....	105
TABLA 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS SEGÚN LOS TERRENOS UTILIZADOS.....	107
TABLA 2.3 PRINCIPALES FACTORES INVOLUCRADOS EN LA SELECCIÓN DE LOS SITIOS PARA RELLENOS SANITARIOS.....	109
TABLA 2.4 ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE UN RELLENO SANITARIO.....	111
TABLA 2.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	120
TABLA 4.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS POR DÍA EN LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV Y V.....	151
TABLA 4.2 CANTIDAD DE DESECHOS DISPUESTOS EN EL RELLENO SANITARIO CERRO DE PIEDRA ENTRE LOS MESES MAYO-OCTUBRE DEL AÑO 2009.....	152
TABLA 4.3 DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE LA COMPOSICIÓN DIARIA DE LOS RSM EN LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV Y V DEL MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI.....	156
TABLA 4.4 DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE LA COMPOSICIÓN DIARIA DE LOS RSM EN LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV Y V DEL MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI.....	157
TABLA 4.5 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA PLÁSTICO.....	159
TABLA 4.6 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA PAPEL.....	160
TABLA 4.7 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA CARTÓN.....	160
TABLA 4.8 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA METALES.....	161
TABLA 4.9 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA VIDRIO.....	161

TABLA 4.10 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA MATERIA ORGÁNICA.	162
TABLA 4.11 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA ENVASES TIPO TETRA-PACK.	162
TABLA 4.12 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA OTROS.	163
TABLA 4.13 ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CATEGORÍA PAPELES O DESECHOS DE BAÑO.....	163
TABLA 4.14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE RECOLECCIÓN	169
TABLA 4.15 TIEMPOS PROMEDIO DE OPERACIÓN	171
TABLA 4.16 TIEMPOS DE RECOLECCIÓN	172
TABLA 4.17 EVALUACIÓN DE ENCUESTAS EN BOYACÁ IV Y V	176

INTRODUCCIÓN

La falta de programas de manejo de los residuos sólidos municipales (RSM), es un elemento importante de lucha que hoy se ha emprendido para protección del medio ambiente y la población. El incremento en la generación de residuos, su pérdida de potencial de utilización debido a que se manipulan en forma indiscriminada residuos orgánicos e inorgánicos, su gestión parcial sin considerar lo que sucede en la disposición final (botaderos a cielo abierto, disposición en fuentes de agua, entre otros), la falta de conocimiento sobre el problema ambiental que se ocasiona, el bajo desarrollo institucional del sector y la falta de cultura ciudadana son factores que agravan la situación ambiental y sanitaria ocasionada por el manejo inadecuado de los residuos.

El municipio Simón Bolívar del estado Anzoátegui no escapa de esa realidad donde el creciente desarrollo de la población ha traído consigo un aumento de la generación de residuos y desechos sólidos, donde principalmente debido a la falta de una gerencia eficaz y a la falta de participación ciudadana, la gestión de los residuos no está en concordancia con los requerimientos logísticos y técnicos que se requiere para prestar un servicio de mejor calidad a la comunidad.

Es por ello que surge la iniciativa de realizar este trabajo de grado en las comunidades Boyacá IV y V de dicho municipio, el cual contempla como objetivo general realizar una evaluación del sistema actual de gestión de los residuos y desechos sólidos que se generan en dichas comunidades, como instrumento que permita el establecimiento de estrategias y herramientas para enfrentar situaciones

que directa o indirectamente afecten el ambiente y el bienestar social de la población causado por el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos.

El tipo de investigación de acuerdo al propósito fue aplicada, según el nivel de conocimiento un proyecto factible y de acuerdo a la estrategia empleada fue de campo y documental.

El trabajo de grado está estructurado en capítulos. A lo largo de los capítulos sucesivos de este trabajo se describen las actividades realizadas para la obtención de recopilación de la información necesaria para la realización del mismo.

En el Capítulo I, se describe la situación general del problema, los objetivos y justificación de la investigación, así como su alcance y limitaciones.

En el Capítulo II, contiene el marco teórico referencial de la investigación, incluyendo antecedentes, bases teóricas y bases legales. De igual manera, en este capítulo se realiza una breve descripción del área sujeta a estudio.

En el Capítulo III, se presenta el marco metodológico empleado, indicando tipo de investigación, población y muestra, y el procedimiento seguido para el logro de cada uno de los objetivos definidos.

En el Capítulo IV, se exponen los resultados de la investigación de manera detallada de acuerdo de los objetivos planteados.

El Capitulo V, contiene las conclusiones y recomendaciones, originadas de los resultados obtenidos. Finalmente, las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación y los anexos de la misma.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En Venezuela muchas ciudades enfrentan grandes problemas y por ende grandes retos en el manejo de sus desechos sólidos. Estos problemas se generan a consecuencia de muchos factores, como lo son, el elevado índice de crecimiento demográfico, el crecimiento de comercios e industrias cuyos desechos son de alto impacto ambiental y producen menos contenidos de biodegradables y más contaminantes peligrosos, así como también la baja participación ciudadana que está orientada al consumo de artículos desechables, ya que no existen planes educativos y de concientización que haga al habitante protagonista activo en la disminución de la generación de residuos; todos estos factores se traducen en una ineficiencia del servicio de gestión y manejo de estos residuos; por lo que la generación per-cápita de residuos sólidos aumenta cada día. Esta problemática también está íntimamente relacionada con la forma de administración de los recursos, de la capacidad administrativa de los organismos responsables de su gestión y de la forma en que transcurre el desarrollo económico y social del país.

En muchos casos el tema de la recolección de basura no recibe la importancia que se merece. En la mayoría de las ciudades pequeñas y zonas rurales, la falta de abastecimiento de agua, energía eléctrica y vialidad, entre otros, suelen ser los servicios de mayor prioridad; mientras el ineficiente manejo de los residuos sólidos municipales (RSM) afecta el ambiente contaminando el aire, el suelo y el agua,

también en muchos casos colapsando los sistemas de drenaje, exponiendo así a la población a innumerables enfermedades.

En el Estado Anzoátegui, en particular la zona de Barcelona – Municipio Simón Bolívar, específicamente en las comunidades Boyacá IV y V, al transitar por calles, avenidas y veredas de esta zona residencial, la acumulación de basura es evidente presentando una gran problemática en lo que respecta a la recolección de basura y disposición final de los residuos sólidos.

Los desechos generados por estas comunidades tienen como sitio de disposición final el relleno sanitario “Cerro De Piedra” ubicado en el Municipio Simón Bolívar, el cual es el único relleno sanitario con el que cuenta el área urbana de los Municipios Bolívar, Urbaneja, Sotillo y Guanta del Estado Anzoátegui.

En éste trabajo de investigación, se realizó un diagnóstico y se estableció una planificación de un sistema integral y sostenible del manejo de los Residuos Sólidos Municipales generados por la comunidad de Boyacá IV y V. Para esto fue necesario realizar una evaluación del sistema actual de recolección para diseñar rutas de recolecciones posibles y efectivas, dicha evaluación se llevó a cabo observando los métodos, rutas y turnos de recolección así como también la velocidad y los tiempos utilizados por las unidades recolectoras.

Se efectuaron los pesajes de los desechos sólidos recolectados para determinar la cantidad producida por la comunidad en kilogramos por día, seguidamente se realizaron los cuarteos tomando muestras para conocer las fuentes y composición física de los desechos sólidos, todo esto con la finalidad de plantear un adecuado manejo y disposición final de los desechos sólidos. Posteriormente se revisó el funcionamiento y la situación actual del relleno sanitario “Cerro De Piedra”, para

ofrecer a este sitio una propuesta de manejo adecuado de los RSM en cumplimiento con las normativas técnicas existentes.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por las comunidades Boyacá IV y V, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos Específicos

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

1.3 Justificación e Importancia

Las municipalidades son las instituciones encargadas, por ley, de la protección ambiental y cooperación con el saneamiento ambiental del municipio, especialmente

lo relativo al servicio de aseo urbano y domiciliario, comprendidas todas las fases de gestión de los residuos y desechos sólidos como lo son la recolección, transporte, tratamiento, reciclaje, disposición final y gestión en general de los residuos y desechos urbanos. En base a los censos realizados en el 2001, para el presente año (2010) la población proyectada para el municipio Simón Bolívar, según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) es de 447.700 habitantes y su producción per cápita de desechos se estima entre el rango de 0,6 y 1,1 Kg/hab/día, cifra estimada según lo reporta el Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Venezuela realizado en el año 2000 por el Ministerio del Ambiente, para poblaciones entre 100.00 y 500.00 habitantes. Tomando en cuenta las proyecciones del INE, para el año 2015 la población del Municipio Simón Bolívar aumentara en un 6,9% aproximadamente lo que equivale a 478.461 habitantes y para el año 2020 un 13,1%, unos 506.399 habitantes; por lo que se puede concluir que, la tendencia del municipio es hacia el aumento progresivo de la producción de residuos y desechos sólidos de origen urbano y comercial, de manera proporcional al incremento de la población.

Debido a esta situación, la gestión de los residuos y desechos sólidos de las comunidades Boyacá IV y V, debe constituir una gran preocupación para la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, como organismo responsable de la prestación de estos servicios públicos. Considerando también el proyecto de “Ley para la Gestión del Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos no peligrosos” [25], que para el momento de esta investigación se encuentra aprobado en primera discusión por la Asamblea Nacional, y que establece en su Título IX, Capítulo II: “Los Estados, Distritos y Municipios deberán elaborar los proyectos de sus respectivos Planes de Gestión del Manejo Integral de Residuos y Desechos sólidos y presentarlos ante el Consejo Nacional para la Gestión del Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos no peligrosos, en un plazo no mayor de ciento ochenta días (180) a partir de la publicación de la presente ley”; se considera como pasos importantes para promover el desarrollo sustentable la formulación de este proyecto como una

herramienta para orientar, planificar y ejecutar un proyecto de Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Municipales en las comunidades en estudio.

1.4 Alcance

El trabajo de investigación comprenderá la caracterización de los residuos y desechos sólidos urbanos o municipales de origen domiciliario generados en las comunidades Boyacá IV y V del Municipio Simón Bolívar ubicado en el Estado Anzoátegui, considerando que esta población netamente es urbana. Se excluye de esta investigación los desechos hospitalarios, agrícolas e industriales por considerarse que requieren de un manejo especial y por separado, de acuerdo a los riesgos ambientales y sanitarios inherentes.

Se contempla que la descripción de la situación permitirá establecer las condiciones actuales de la prestación del servicio de aseo, en sus componentes técnicos y operativos, así como las características físicas, socioeconómicas y ambientales existentes en estas comunidades, en relación con la generación y manejo de los residuos sólidos.

1.5 Limitaciones

En la presente investigación las limitaciones están referidas a los siguientes aspectos:

Debido al crecimiento de las comunidades Boyacá IV y V, es complejo establecer un número de viviendas y establecimientos comerciales que sea fiel a la realidad, puesto que no existe información actualizada que haya sido levantada por los entes responsables de urbanismo en el Municipio, y aunque existe información

sobre el Censo 2001 realizado por el INE, esta no aporta la información conveniente y clara para este tipo de estudio. Se requiere en consecuencia, delimitar la población a través de diversos registros del INE, de la base de datos del servicio de aseo urbano de la municipalidad y otros que aporten la información más representativa y confiable que se pueda utilizar.

Las variables tiempo, recurso humano y apoyo logístico juegan un papel fundamental para el desarrollo de la investigación, puesto que una de las actividades de campo requiere una metodología que es aplicada por 6 días en las rutas de recolección de los residuos sólidos de las urbanizaciones en estudio; por ello es indispensable la coordinación efectiva entre los investigadores y el personal de aseo urbano, para que se brinde apoyo logístico, evitándose así pérdida de tiempo y eficiencia en las labores.

El último aspecto a considerar es la receptividad por parte las autoridades de la alcaldía del Municipio Simón Bolívar, MASUR y de los habitantes de las viviendas seleccionadas, para cooperar y colaborar con el desarrollo de la investigación.

1.6 Descripción General del Área en Estudio

1.6.1 Ubicación

El Municipio Simón Bolívar está ubicado en la Región Norte del Estado Anzoátegui, limitado por el Norte con el Mar Caribe, por el Este limita con el Estado Sucre y el Municipio Sotillo, por el Sur Limita con la Parroquia Santa Inés, Municipio Libertad y la Parroquia El Carito y por el Oeste limita con las Parroquias San Pablo y San Miguel como se observa en la figura 1.1; este Municipio es el más poblado de la entidad siendo su ciudad sede y también Capital del Estado la ciudad de Barcelona.

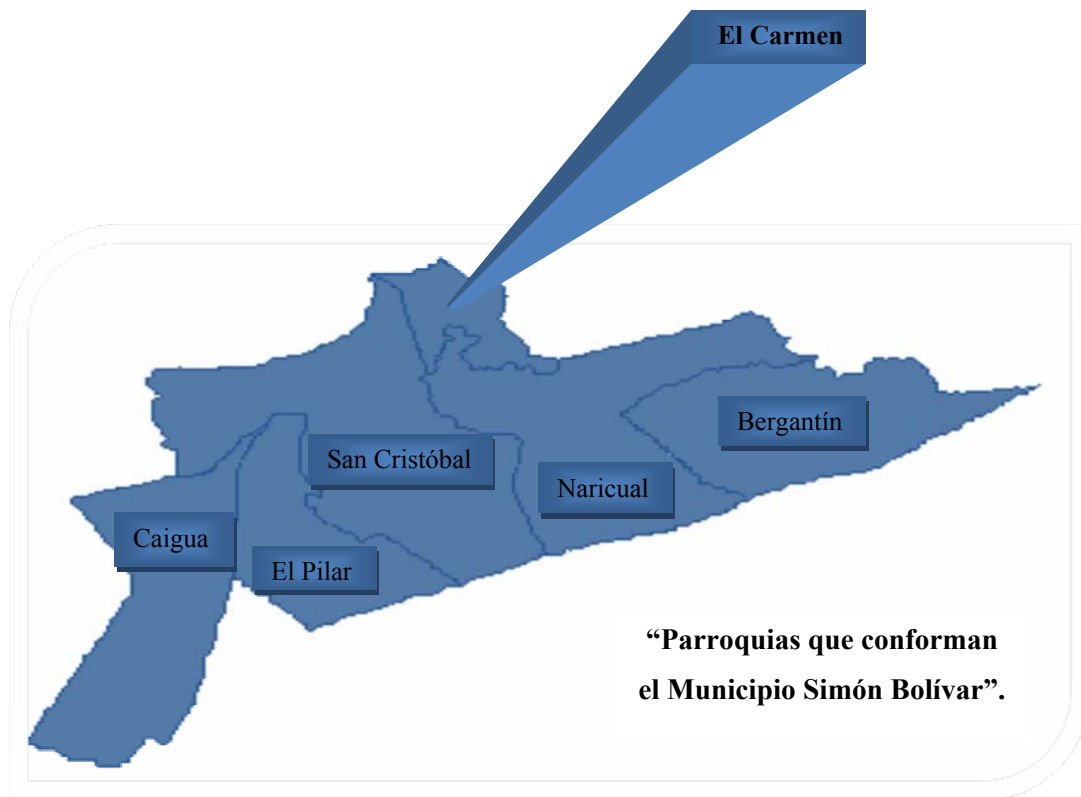
El Municipio Simón Bolívar se subdivide en 6 parroquias que son: El Carmen, San Cristóbal, Bergantín, Caigua, El Pilar y Naricual (ver figura 1.2), cubriendo una superficie de 1.706 Km², con una población de 427.485 habitantes y una densidad poblacional de 2501,10 hab./Km², según el INE (2007). El sector servicio y la industria petrolera son las principales fuentes de recursos del Municipio.

Específicamente en la Parroquia el Carmen de este Municipio (ver figura 1.3), se encuentran las comunidades de Boyacá IV y V, en la zona ejidal denominada popularmente “El Tronconal”, comprendida entre el poblado que lleva por nombre “Barrio Sucre” (Sur) y la vía que conduce al “Polígono de Tiro” (Norte); la Avenida Jorge Rodríguez (Oeste) y la fila montañosa donde enclava el otro lado de la Vía Argimiro Gabaldón (Este) (ver figura 1.3).



Fuente: www.a-venezuela.com

Figura 1.1 Mapa Político-Territorial del Estado Anzoátegui.



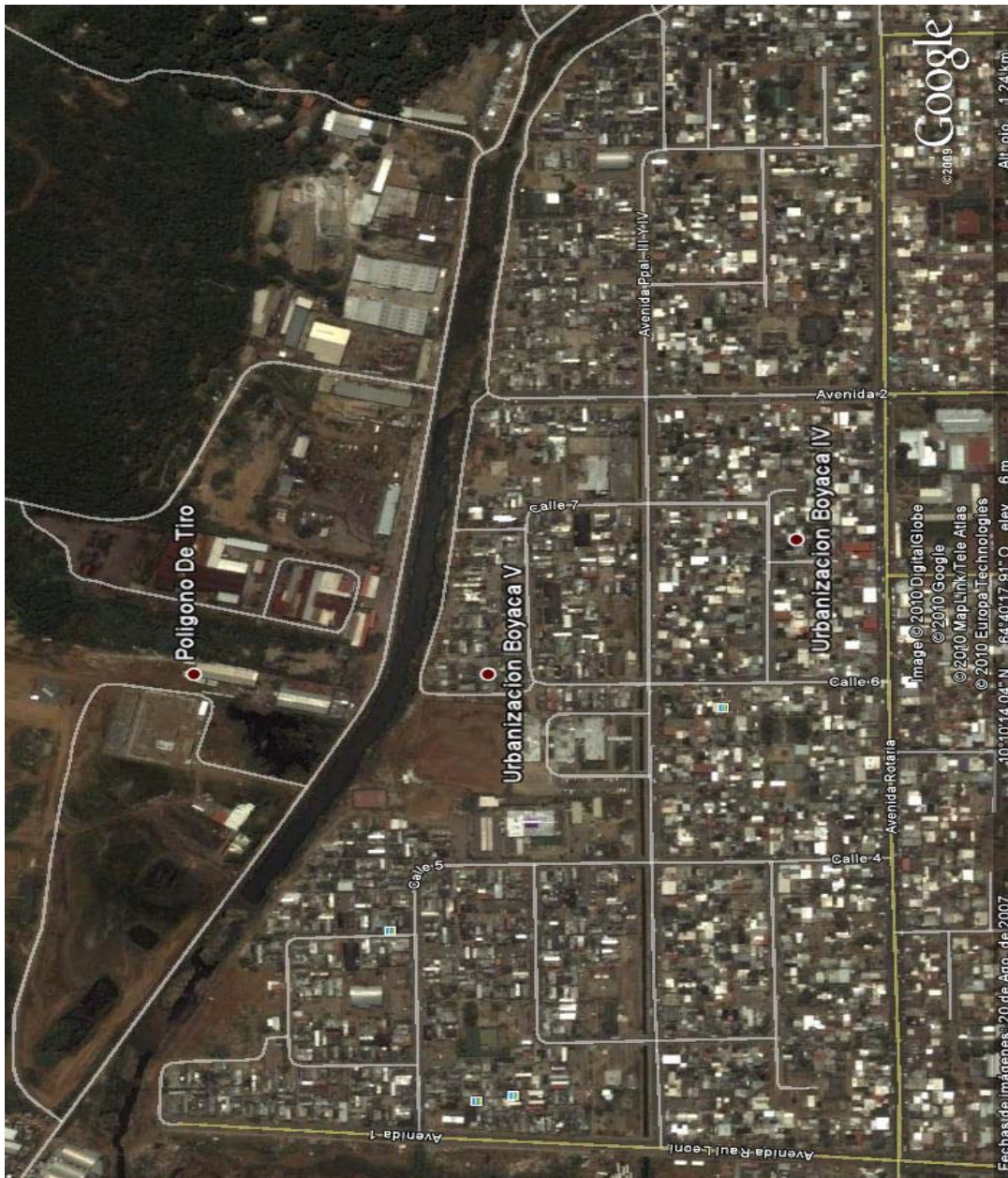
Fuente: www.a-venezuela.com

Figura 1.2 Ubicación de la Parroquia El Carmen dentro del Municipio Simón Bolívar.

1.6.2 Estructura de las Urbanizaciones

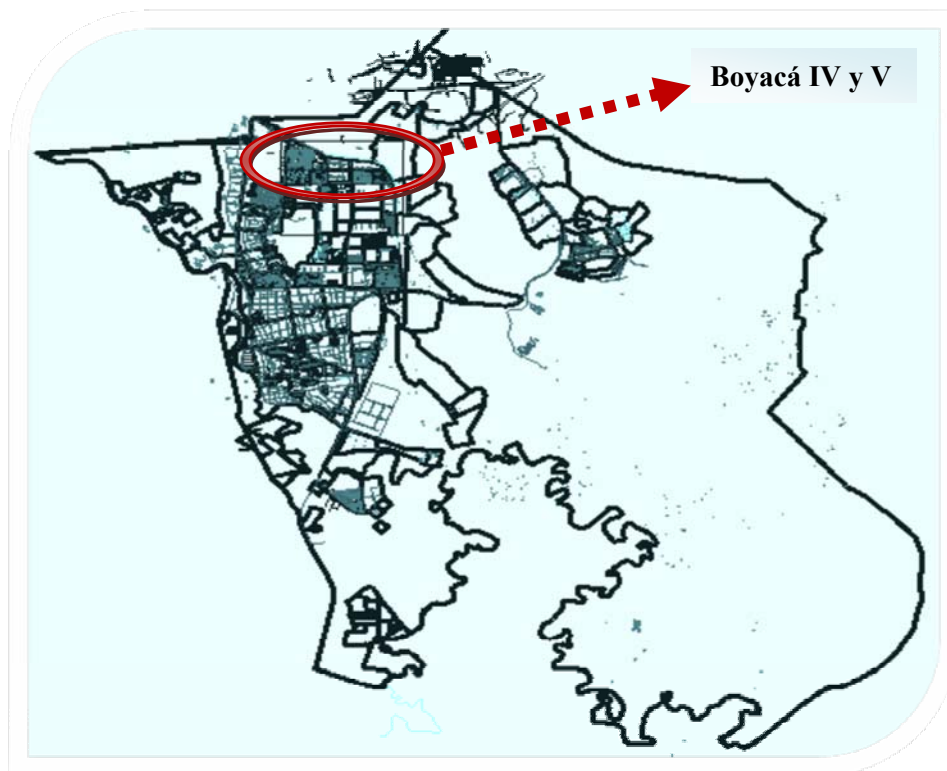
Las Urbanizaciones en estudio están separadas entre sí por la Avenida Principal Boyacá IV y V. Ambas están conformadas respectivamente por varias calles internas, amplias zonas de estacionamiento y un extenso ramal de veredas de diferentes longitudes. Es importante destacar que algunas personas que habitan en estas comunidades, han empleado sus casas en construir, preescolares, escuelas, kioscos, licorerías, carnicerías, auto-repuestos, cybers, abastos, mercales, panaderías,

cooperativas, etc.; generando residuos no solo de origen domestico, sino, también de origen comercial.



Fuente: www.googleearth.com

Figura 1.3 Situación política de Boyacá IV y V



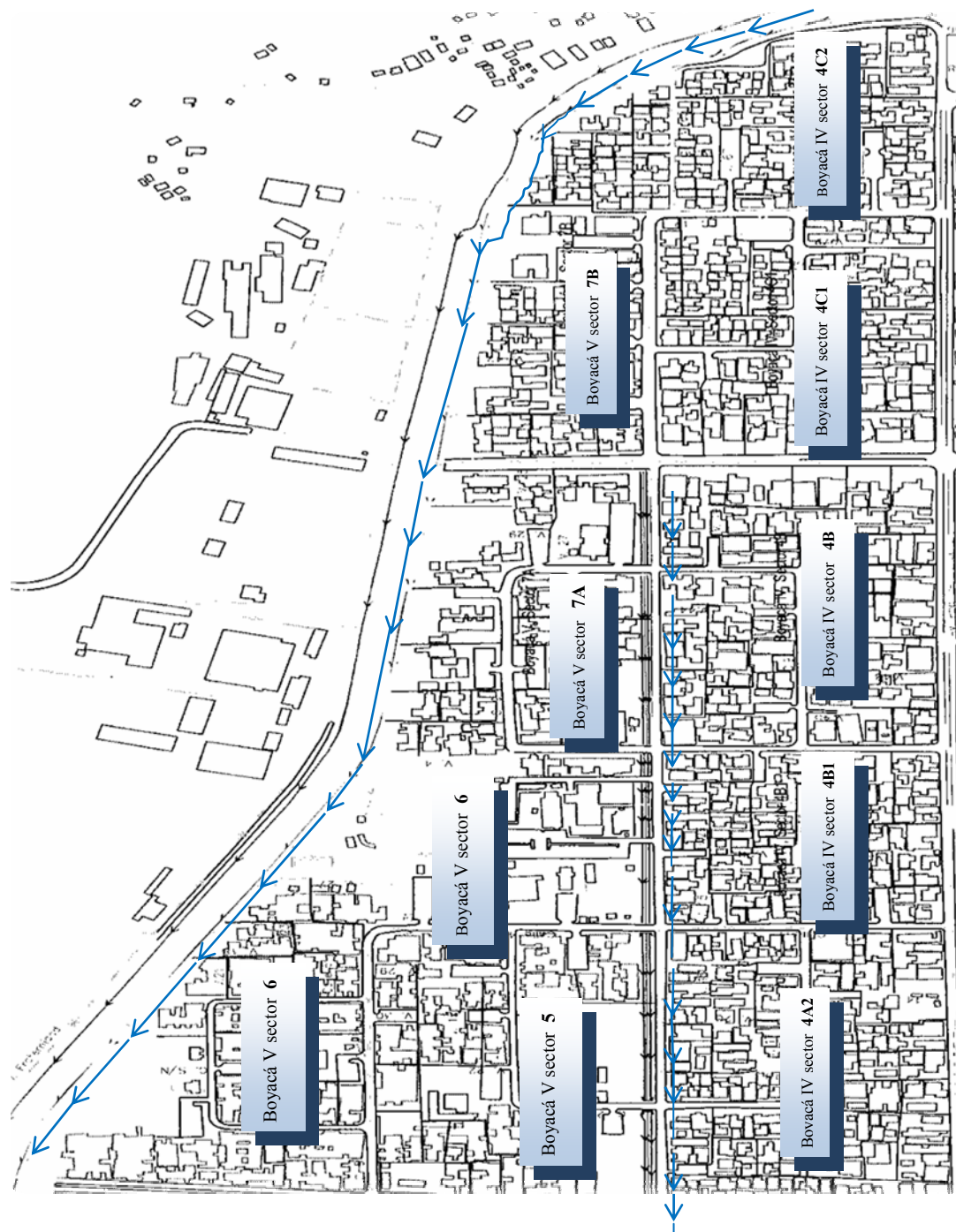
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Figura 1.4 Ubicación de las comunidades Boyacá V y Boyacá V dentro de la Parroquia El Carmen

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Boyacá IV posee un área aproximada de 32,81 Hectáreas y está conformada por los sectores: 4A2, 4B1, 4B, 4C1 y 4C2 (ver figura 1.4); como se muestra en el plano de la figura 1.4. En estos sectores están ubicadas múltiples canchas deportivas, escuelas, preescolares, una escuela para sordomudos, plazoletas, casillas policiales, una estación de bombeo de aguas residuales, además de locales comerciales tal como lo explicamos en el párrafo anterior.

Estas características casi se repiten en la Urbanización Boyacá V, la cual posee

un área de 33,21 Hectáreas aproximadamente y se encuentra conformada por los



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Figura 1.5 Plano de las Urbanizaciones Boyacá IV y V

sectores: 5, 6, 7A y 7B (ver figura 1.4). Estos sectores tienen una estructura muy similar a la que posee la Urbanización Boyacá IV, adicionando la existencia de una casa de cuidado, un estadio de beisbol, el ambulatorio Fabricio Ojeda y el edificio del Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI) donde además funcionan oficinas del Ministerio del Habilidad, del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), del Fondo Único Social y un consultorio de la Misión Barrio Adentro. Esta urbanización está rodeada casi en la totalidad de su perímetro por un canal de aguas de lluvia, el cual desemboca directamente en la laguna de oxidación que se encuentra ubicada al Oeste de estos sectores; es importante acotar que dicho canal se encuentra lleno de maleza y basura a causa de la inconsciencia de los habitantes de la comunidad, y la falta de mantenimiento de parte de la autoridad Municipal responsable de dicha limpieza.

1.6.3 Población

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el año 2001, la Urbanización Boyacá IV tiene una población de 5.911 habitantes y Boyacá V una de 14.870. En la tabla 1.1 y 1.2 se muestran la población por grupo quinquenal según sexo de cada comunidad.

El INE también nos suministro censos actualizados de algunos sectores de la Urbanización Boyacá IV que fueron realizados por sus mismos habitantes y concejos comunales, donde aportan información estadística acerca de: número de habitantes del sector, índice de masculinidad, envejecimiento, dependencia, población activa, población de 15 años o más, población Indígena, niveles educativos, situación en la fuerza de trabajo y características del jefe del hogar u su nivel educativo. Como estos censos solo son de algunos sectores, tomaremos en cuenta para esta investigación el censo general realizado en el 2001 en cada Urbanización, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 1.1 Anzoátegui. Municipio Simón Bolívar. Parroquia El Carmen. Urb. Boyacá IV. Población por grupo de edad quinquenal según sexo, censo 2001.

GRUPOS DE EDAD	SEXO		Total
	Hombre	Mujer	
Total	2858	3053	5911
1. Menos de 5 años	271	264	535
2. De 5-9 años	229	230	459
3. De 10-14 años	234	226	460
4. De 15-19 años	267	280	547
5. De 20-24 años	267	280	547
6. De 25-29 años	408	438	846
7. De 30-34 años	359	369	728
8. De 35-39 años	215	187	402
9. De 40-44 años	128	128	256
10. De 45-49 años	139	180	319
11. De 50-54 años	179	237	416
12. De 55-59 años	189	204	393
13. De 60-64 años	89	110	199
14. De 65-69 años	64	58	122
15. De 70-74 años	34	41	75
	21	42	63
	18	30	48
	8	21	29
	4	4	8
	2	3	5
	-	1	1

años	
16. De 75-79	
años	
17. De 80-84	
años	
18. De 85-89	
años	
19. De 90-94	
años	
20. De 95-94	
años	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001.

Tabla 1.2 Anzoátegui. Municipio Simón Bolívar. Parroquia El Carmen. Urb. Boyacá V. Población por grupo de edad quinquenal según sexo, censo 2001.

GRUPOS DE EDAD	SEXO		Total
	Hombre	Mujer	
Total	7198	7672	14870
1. Menos de 5 años	630	589	1219
2. De 5-9 años	560	544	1104
3. De 10-14 años	711	650	1361
4. De 15-19 años	929	963	1892
5. De 20-24 años	1014	1115	2129
6. De 25-29 años	745	678	1423
7. De 30-34 años	426	375	801
8. De 35-39 años	311	413	724
9. De 40-44 años	457	690	1147
10. De 45-49 años	551	686	1237
11. De 50-54 años	432	424	856
12. De 55-59 años	181	197	378
13. De 60-64 años	110	108	218
14. De 65-69 años	56	74	130
15. De 70-74 años	34	65	99
	23	49	72
	14	29	43
	6	15	21
	5	4	9
	3	4	7

16. De 75-79 años	
17. De 80-84 años	
18. De 85-89 años	
19. De 90-94 años	
20. De 95-94 años	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001.

1.6.4 Viviendas

Estas comunidades desde sus inicios hasta nuestro tiempo, han evolucionado bastante en el ámbito de infraestructura, actualmente las mayorías de las viviendas han sido construidas de bloques y platabanda, existen algunas quintas, casas de dos pisos, pequeños edificios, pensiones entre otras. Algunas personas han empleado sus casas como locales comerciales tal como lo mencionamos en la sección 1.5.2 de este capítulo. Según el censo del 2001 la Urbanización Boyacá IV posee un total de 1246 viviendas y Boyacá V un total de 3247; estos datos de muestran en las tablas 1.3 y 1.4.

**Tabla 1.3 Información de Viviendas. Urb. Boyacá IV
2001.**

TIPO DE VIVIENDA	Total	%
Total	1246	100
Casa	1225	98,31
Apartamento en Edificio	4	0,32
Otra Clase	2	0,16
Hoteles, Moteles, pensiones	10	0,80
Otro tipo de colectividad	5	0,40

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001.

Tabla 1.4 Información de Viviendas. Urb. Boyacá V.

TIPO DE VIVIENDA	Total	%
Total	3247	100
Quinta o casaquinta	15	0,46
Casa	3119	98,52
Apartamento en Edificio	6	0,18
Apartamento en quinta, casaquinta o casa	3	0,09
Otra Clase	5	0,15
Hoteles, Moteles, Pensiones	12	0,37
Otro tipo de colectividad	7	0,22

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001.

1.6.5 Aseo Urbano

Actualmente el servicio de aseo urbano es prestado por la Mancomunidad de Aseo Urbano (MASUR), que también es la empresa administradora del relleno sanitario “Cerro De Piedra” ubicado en el Sector Los Potocos del Municipio Simón Bolívar, el cual es el único sitio controlado de disposición final con el que cuenta el área urbana de los Municipios Bolívar, Urbaneja, Sotillo y Guanta del Estado Anzoátegui.

De acuerdo con las cifras arrojadas por el Censo 2001, en el 40,72% de las viviendas de la Urbanización Boyacá IV la basura es recogida por el servicio de aseo urbano, el 59,20% dispone la basura en container colectivo y el 0,09% no cuenta con el servicio. En el caso de Boyacá V el porcentaje de viviendas que reciben el servicio

de aseo urbano es de 69,52%, el 30,45% deposita la basura en container colectivo y las viviendas que no reciben el servicio de aseo urbano representan apenas el 0.03%.

Tabla 1.5 Viviendas que reciben el servicio de aseo urbano Urb. Boyacá IV.

DESECHOS SOLIDOS	VIVIENDAS	%
Total	1174	100
Recogida por el servicio de aseo urbano	478	40,72
Depositada en container colectivo	695	59,20
No hay servicio de aseo urbano	1	0,09

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001

Tabla 1.6 Viviendas que reciben el servicio de aseo urbano Urb. Boyacá V.

DESECHOS SOLIDOS	VIVIENDAS	%
Total	3087	100
Recogida por el servicio de aseo urbano	2146	69,62
Depositada en container colectivo	940	30,45
No hay servicio de aseo urbano	1	0,03

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2001.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El problema de la gestión y manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos ha constituido un aspecto de mucho estudio tanto a nivel internacional como nacional en el siglo XXI, ya que la agenda 21 de muchos países consideran las líneas estratégicas en este aspecto, por lo que se estableció por la ley, la formulación y aplicación de planes de gestión de los residuos y desechos sólidos en la mayoría de los Países de Latinoamérica, incluyendo a Venezuela. Entre los Planes de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos realizados en nuestro País, están:

El **Plan Operativo para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos Urbanos del Estado Nueva Esparta, Venezuela** [1], realizado en el año 2002 por la empresa Ingeniería y Consultoría IDOM, el cual se fundamenta en la concepción de un instrumento rector de planificación que oriente operativamente todos los factores involucrados en la Gestión integral de los Residuos y Desechos Sólidos a nivel regional, considerando principalmente, las particularidades geográficas del Estado, la situación actual del sector, la disponibilidad real de tecnología, fuentes de financiamiento, marco legal existente y las competencias de las instituciones involucradas. Los programas que comprende dicho plan se fundamentaron en la búsqueda de alternativas para el tratamiento y disposición de los desechos sólidos en el Estado Nueva Esparta. Para ello consideraron la construcción de una planta de compostaje, la instalación de high-baling o compactación en balas de desechos, el cierre del vertedero de “EL PIACHE” y construcción de un nuevo relleno sanitario.

La Autoridad Municipal Del Ambiente y Reciclaje (A.M.A.R) del Municipio Maturín, la ONG Ciudad Sustentable de Venezuela y la empresa Total Oil de Venezuela, B.V; formularon en la Parroquia Jusepin del Municipio Maturín un **Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos** ^[2], cuyos objetivos principales son optimizar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en dicha parroquia, fomentar valores ambientales en la comunidad, generando empleos dignos a sus habitantes y establecer métodos alternativos para la Gestión de residuos Sólidos, así como también realizar campañas de sensibilidad ambiental dirigida a la población de la parroquia.

En el Estado Anzoátegui, el tema de los residuos Sólidos ha sido objeto de pocos estudios a través del tiempo, a pesar de ser un aspecto relevante para la comunidad y sus municipalidades, destacándose para la investigación:

El **Diagnostico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos generados por la comunidad de Cantaura** ^[3], realizado en el año 1992, por Lara, Lusinchi y Marengo, estudio en el que analizaron y evaluaron el actual sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos, proveyeron un método de disposición final de los desechos sólidos, e igualmente, señalaron los objetivos y los elementos necesarios para la elaboración y la aplicación en la población de un Plan de Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos, todo enmarcado dentro de los conceptos básicos de la Ingeniería Ambiental.

En el año 1993, Reyes y Martínez realizaron un estudio acerca de los **Desechos Sólidos Generados en el Campus de la Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui** ^[4], 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 el Municipio Anaco, Sucre elaboro un **Plan de Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos** ^[5], estudio realizado en el año 2007 cuyo objetivo principal es la propuesta de dicho plan como instrumento que defina y oriente la gestión de los residuos sólidos del Municipio Anaco. Realizo la caracterización de los residuos sólidos de origen urbano y domiciliario generados por la comunidad de dicho Municipio, determino la percepción, conocimientos y participación de los ciudadanos en el problema relacionado con el manejo de los residuos sólidos, describió la situación actual del manejo de los residuos sólidos de origen urbano, domiciliario y comercial, así mismo analizo las causas que originan las inadecuadas condiciones sanitarias y ambientales en el municipio anaco, vinculadas con el manejo de los desechos sólidos; proporcionando así mecanismos y estrategias para enfrentar las situaciones que afecten el ambiente y el bienestar de la comunidad a causa del mal manejo de los residuos y desechos sólidos en el Municipio Anaco.

Actualmente en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, se vienen realizando proyectos de trabajo de grado formulados bajo criterios ambientalmente adecuados y socialmente aceptables, como herramientas de planificación para enfrentar y solucionar los problemas derivados del manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos, tomando en cuenta el aprovechamiento de los mismos. Para los momentos de esta investigación, se han aprobado en el Departamento de Ingeniería Civil los siguientes proyectos de trabajo de grado:

“Diagnostico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad de Boyacá I y Boyacá II, municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui” ^[6]. Realizado por Monagas y Rodríguez en el año 2007. El estudio se basa principalmente en analizar y evaluar el actual sistema de recolección y disposición final de los desechos que se generan en dichas comunidades, consta de una investigación exploratoria y descriptiva, fundamentada en el estudio de la composición física de los desechos sólidos generados a diario en ambas comunidades, en especial, se enfatizan en el porcentaje de los principales materiales recuperables contenidos en los desechos sólidos municipales, plantearon la posibilidad de dar inicio a un programa de reciclaje, de acuerdo a la composición física realizada, con el propósito de reducir al máximo la generación descontrolada de desecho y levantaron un diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario “Cerro De Piedra”, logrando establecer parámetros y datos uniformes que contribuyen a una gestión sustentable y al mejoramiento de las condiciones sanitarias del área de estudio.

Recientemente en el mes de Enero del presente año (2010), Luzón y Pérez presentaron su trabajo de grado ^[7], en el cual realizaron un **Diagnostico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Generados por la Comunidad de Boyacá III Zona Este**. La investigación es de tipo descriptiva y de campo, las técnicas empleadas fueron la observación directa y la encuesta, realizaron un muestreo de los tipos de desechos sólidos que genera esta comunidad, mediante su clasificación; analizaron los sistemas de almacenamiento de la basura, sistemas de transporte y rutas de recolección actuales, logrando elaborar un diseño de ruta de recolección efectiva y posible en el sector para servir a la comunidad de una manera eficiente.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Definición de Residuos y Desechos Sólidos

Comprenden todos los residuos que provienen de las actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos. El término “Residuo Solido Municipal (RSM)” comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales ^[8].

En la ley de Residuos y desechos Sólidos (2004), se establecen las definiciones de residuo y desechos, donde se considera lo siguiente ^[9]:

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

Residuos: Es todo material resultante de los procesos de producción, transformación y utilización, que sea susceptible de ser tratado, reusado, reciclado o recuperado, en las condiciones tecnológicas y económicas del momento.

Los residuos sólidos en la actualidad generalmente están siendo dispuestos en forma permanente en vertederos o rellenos sanitarios como si fueran desechos, sin tomar en consideración el valor económico, ambiental y social que implica su recuperación, reuso y/o reciclaje.

Al no existir en Venezuela un criterio unificado o establecido en la legislación vigente, se tomara en consideración las pautas internacionales.

Los residuos sólidos tienen como principal problemática el incremento exponencial de su volumen debido a ^[10]:

- El aumento progresivo de la población y su concentración en determinadas áreas
- Crecimiento progresivo de la generación per cápita de residuos
- Escasos programas educativos a la comunidad sobre la temática.
- Sistemas de tratamiento y/o disposición final inadecuados/inexistentes.
- Falta de una evaluación integral de costos y asignación de recursos.
- El uso de envases sin retorno (fabricados con materiales no degradables).

2.2.2 Gestión Integral de los Residuos Sólidos

Puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y disposición final de residuos sólidos, de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas. Dentro de su ámbito, la gestión de residuos sólidos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos. Un “Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos”, puede ser definido como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos ^[8].

En esta investigación solo se abarca 3 etapas de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, las cuales son:

1. Recolección y Transporte
2. Procesamiento o Manejo
3. Disposición final

Empleando los principios de ingeniería de acuerdo con las necesidades, capacidades y objetivos de las comunidades en estudio, lo cual permitirá establecer un diagnóstico actual que constituirá la base principal para proponer en un futuro, un plan de gestión integral de los residuos sólidos en las Urbanizaciones Boyacá IV y V.

2.2.3 Origen de los Residuos Sólidos

Los Residuos Sólidos son Originados por ^[11]:

A) Los Organismos Vivos: Este grupo incluye todos los residuos generados por los seres vivos como desechos de las funciones que estos realizan, por ejemplo; la caída de hojas, flores y frutos de las plantas, los residuos generados por las excretas de los animales, la descomposición de organismos muertos, etc.

B) Los Fenómenos Naturales: Aquí se incluyen todos los residuos derivados de los ciclos o fenómenos naturales, por ejemplo; la erupción de un volcán, la sedimentación y la erosión de suelos producto del viento o de la lluvia, entre otros

C) La Acción Directa del Hombre: En este grupo se encuentran los residuos más peligrosos para el medio ambiente pues muchos de ellos tienen un efecto negativo y prolongado en el entorno, lo cual viene dado en muchos casos por la propia naturaleza físico-química de los desechos; como ejemplo de esto tenemos los residuos domésticos, los hospitalarios, los constructivos, etc.

2.2.4 Clasificación de los Residuos Sólidos

Los Residuos Sólidos Municipales (RSM) se pueden clasificar de diversas formas y criterios, en dependencia de la importancia que revisten la utilidad, la peligrosidad, fuente de producción, posibilidades de tratamiento, tipo de materiales, entre otros. En el esquema siguiente, se resumen las distintas terminologías que se les aplican a los RSM, según el criterio de clasificación que se tome como referencia y la interconexión que existe entre ellos, pues para una mejor comprensión de su importancia en el manejo, se hace necesario integrar los distintos criterios de clasificación ^[11].

A) Por su Composición Química:

- Orgánicos
- Inorgánicos

B) Por su Origen:

- Domiciliarios
- Comerciales
- Municipales
- Hospitalarios
- Constructivos
- Industriales
- Agrícolas

C) Por su Utilidad o Punto de vista Económico:

- Reciclables o Reutilizables
- No reciclables

D) Por el Riesgo:

- Peligrosos
- Inertes
- No Inertes.

A continuación se describen brevemente:

A) Por su composición química: Orgánicos o Inorgánicos.

Orgánicos: Los residuos orgánicos generalmente tienen un origen biológico, el agua constituye su principal componente y están formados por los residuos y los desechos de origen alimenticio, estiércol y/o animales pequeños muertos; también proceden de las actividades domiciliarias, comerciales u hospitalarias. Estos productos, todos putrescibles, originan, durante el proceso de fermentación, malos olores y representan una fuente importante de atracción para los vectores.

Inorgánicos: Los materiales Inorgánicos los conforman aquellos residuos sólidos como el vidrio, el metal y el plástico cuya procedencia es de origen mineral, el papel y el cartón de origen vegetal. Se caracterizan por su alta resistencia a los procesos de biodegradación.

B) Por su Origen: Aproximadamente el 60% de los RSM que se generan en las ciudades son de naturaleza orgánica, pero estos también puede clasificarse atendiendo a su origen como se muestra a continuación:

Domiciliarios: Son originados por la actividad doméstica, como residuos de cocina, restos de alimentos, embalajes y otros. Se incluyen dentro de este grupo los procedentes de residencias colectivas como albergues, hoteles, etc. Por ejemplo:

cáscaras, hojas, tallos, restos de comidas, huesos, carnes, pescados, vegetales cocidos y demás. Todo esto mezclado con restos de materiales usados como papel, trapos, maderas, cueros, etc., y con una pequeña proporción de objetos determinados, tales como: vidrios, frascos, trozos de loza, latas, pedazos de metal, juguetes rotos, etc.; constituyen los residuos domésticos. A este grupo se adicionan un conjunto de desechos voluminosos, también de origen doméstico, como grandes embalajes y muebles, que debido a sus dimensiones, no son adecuados para su recogida por los servicios municipales.

Comerciales: Son generados por las actividades comerciales y del sector de servicios dentro del área urbana. En este grupo, por sus características especiales, no se incluyen los residuos de los hospitales.

Municipales: Son los generados por la comunidad, es decir, incluyen los residuos de origen doméstico, comercial y el de las limpiezas de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques, playas y otras zonas de recreo.

Hospitalarios: Son aquellos desechos producidos en centros de salud, generalmente contienen vectores patógenos de difícil control. El manejo de estos residuos debe ser muy controlado y va desde la clasificación de los mismos, hasta la disposición final de las cenizas pasando por el adecuado manejo de los incineradores y el correcto traslado de los residuos seleccionados para este fin.

Constructivos: Son originados por las construcciones, las remodelaciones, las excavaciones u otro tipo de actividad destinada a estos fines. Esta categoría incluye los grandes volúmenes de escombros y los restos de materiales en cada obra, que en ocasiones son depositados incorrectamente en lugares como cauces de ríos, generando daños a estos ecosistemas y sus respectivas consecuencias a los restantes componentes del medio ambiente.

Industriales: Son muy variados en dependencia del tipo de industria, pueden ser metalúrgicos, químicos, entre otros; y se pueden presentar en diversas formas como cenizas, lodos, plásticos y restos de minerales originales. El control de los depósitos de estos residuos, es muy importante ya que en ocasiones, en el proceso intervienen minerales como plomo, cadmio o mercurio, muy letales para los componentes vivos del medio ambiente.

Agrícolas: Por lo variado de su composición pueden ser clasificados como orgánicos o inorgánicos, puesto que mayormente son de origen animal o vegetal y son el resultado de la actividad agrícola. En este grupo se incluyen los restos de fertilizantes inorgánicos que se utilizan para los cultivos.

C) Por su Utilidad o Punto de Vista Económico: Muchos de los residuos mencionados pueden ser reutilizables en otras actividades económicas o sencillamente para la obtención de sustancias orgánicas que se incorporan nuevamente a los ciclos naturales de ahí que por su utilidad los residuos urbanos puedan clasificarse en:

Reciclables: Pueden ser reutilizados como materia prima al incorporarlos a los procesos productivos. Entre los residuos reciclables de encuentran papel, vidrio, aluminio, plástico y desechos orgánicos.

No reciclables: Por su característica o por la no-disponibilidad de tecnologías de reciclaje, no se pueden reutilizar; como por ejemplo: pañales, productos de higiene femenina, papel higiénico, entre otros.

El tratamiento, en ambos casos, es distinto, cuanto más recuperable pueda hacerse el procesamiento de los RSM, tanto mejor será su disposición sanitaria y

cuanto más rentable sea o menos gastos implique el proceso, mayor habrá de ser el uso que podamos dar a sus componentes.

Reutilizables: Otra forma de reducir la cantidad de desperdicios es usar varias veces un mismo elemento o darles diferentes usos. Por ejemplo, antes de tirar un papel debemos asegurarnos de que esté todo escrito, cuando compramos zapatos podemos utilizar la caja para guardar diferentes cosas.

D) Por su Peligrosidad: En cualquier medida tanto los residuos orgánicos como los inorgánicos, constituyen un problema de alta peligrosidad la que se hace mayor cuanto más sea el volumen de residuos que se generan.

Peligrosos: Los residuos peligrosos son los que representan mayor riesgo para la salud humana, los seres vivos y/o los restantes componentes del medio ambiente, si no se manejan adecuadamente, tienen características tales como inflamabilidad, corrosividad, reactividad, y toxicidad; un ejemplo de algunos de estos son: latas de pintura, solventes, pilas, baterías de auto, cartuchos y tóner de impresoras, trapos impregnados de aceites, lubricantes, pinturas, etc.

Inertes: Dentro de este grupo, existen algunos que son muy difíciles de degradar, por lo que se les considera como inertes o persistentes. Se consideran residuos inertes aquellos que no experimentan ningún tipo de transformación física, química o biológica, es por tanto que su toxicidad residual representa menor impacto medioambiental que los residuos No Inertes, pero de igual forma se han de tener en cuenta en la misma medida, llevándose a cabo acciones correctoras que limiten su impacto. Por ejemplo, escombros domésticos, derivados de obras, mobiliario de jardín tipo rocas, maquinaria en desuso, etc.

No Inertes: Residuos que no poseen propiedades inertes a la biodegradación.

En la figura 2.1.1 se observa el tiempo de biodegradación de algunos residuos Inertes y No Inertes:



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2.1. Línea de tiempo de biodegradación de algunos Residuos Sólidos.

2.2.5 Características de los Residuos Sólidos

Las propiedades químicas de los componentes de los RSM, constituyen un elemento de significativa importancia para el uso y manejo que se haga de ellos. A partir de las características de los RSM, se toman las decisiones pertinentes relacionadas con el sistema de tratamiento más adecuado para cada caso. Valoremos a continuación la relación **propiedad/característica/manejo** de los residuos sólidos urbanos ^[11].

A) Densidad: Este parámetro influye sobre los medios de recogida y sobre las posibilidades de tratamiento. El peso específico de las sustancias que encontramos en

los RSM, varía notablemente de unos a otros de ahí que existan diferentes técnicas para la separación y clasificación de los elementos, así como de los medios de transportación más idóneos para cada caso, según las dimensiones del volumen de recogida.

B) Solubilidad: Se debe tener en cuenta esta propiedad ya que puede considerarse una vía de ingreso de contaminantes al suelo y acuíferos, en dependencia de la solubilidad en agua de los productos que forman los RSM. Otros productos son liposolubles y se acumulan en el tejido adiposo de ciertos animales incluyendo el hombre, provocando efectos negativos en estos que pueden durar varios años pues quedan insertados en las cadenas de alimentación, provocando su acumulación y la generación de enfermedades.

C) Humedad: El grado de humedad de los RSM depende, además del propio residuo, del clima y de las estaciones del año. Los residuos orgánicos, son los más húmedos y se descomponen con facilidad y por la cantidad de materiales que incorporan al medio se utilizan generalmente para tareas de compostaje. Los inorgánicos por el contrario, son generalmente secos aunque algunas sustancias químicas que los componen, tienen un alto poder higroscópico por lo que absorben la humedad, favoreciendo el proceso de descomposición de otros elementos que estén a su alrededor y provocando reacciones químicas colaterales en las que se pueden formar otros agentes contaminantes. Debido a esta propiedad de los RSM es que se requiere rapidez en su recogida.

D) Poder Calorífico: Parámetro fundamental para decidir sobre el sistema de tratamiento a emplear para los RSM, especialmente si es factible o no emplear el proceso de incineración. Durante la descomposición de los RSM, el desprendimiento de energía en forma de calor es elevado y su valor depende de la cantidad y el tipo de sustancia que se descompone, este aumento de temperatura promueve otras

reacciones colaterales en la que otros elementos, térmicamente inestables, también se descomponen, contribuyendo a la putrefacción de los residuos y generando condiciones de insalubridad. El poder calorífico inferior (PCI) de los RSM varía entre 800 y 1600 Kcal/kg, elemento a tener en cuenta para la generación de energía eléctrica a partir de éstos.

E) Relación Carbono/Nitrógeno (C/N): La materia orgánica está constituida fundamentalmente por carbono, hidrógeno y otros elementos como el nitrógeno y el oxígeno. En dependencia de la proporción en que se encuentren el carbono y el nitrógeno en los residuos, serán sus propiedades ácidas o básicas, esto definirá la calidad del compost que se produzca con estos residuos y su potencial uso en dependencia de los requerimientos del tipo de suelo o cultivo que se vaya a tratar. El valor óptimo de la relación Carbono/Nitrógeno para labores de compostaje está entre 25 y 30, puesto que con valores superiores a esta cifra, el compost resultante no es óptimo para el desarrollo de los cultivos.

Otros productos presentes en los RSM, tales como papeles, cartones, cueros, gomas, botellas, metales, tierra, etc. no presentan peligro sanitario de consideración, aunque su acumulación en grandes cantidades sirve de refugio a ratas, cucarachas, moscas y de depósitos para larvas de mosquitos. También se incluyen en este grupo los residuos recogidos durante el barrido de calles, los que generalmente están constituidos por cajetillas de cigarros, cerillas, polvo y papeles, entre otros.

Las cenizas, por su parte, son productos de desecho del carbón y otros combustibles usados con fines industriales o domésticos para cocinar y/o calentar, se consideran molestas por el polvo que producen el que, en alguna medida, puede afectar la salud de los ciudadanos. Finalmente, las excretas que se encuentran excepcionalmente en los residuos, son procedentes de gatos, perros y otros animales, pero estas se descomponen rápidamente, por lo que no se considera que tengan un

efecto negativo en el medio ambiente, todo lo contrario, cuando son bien depositados contribuyen a la incorporación de nutrientes al suelo.

2.2.6 Composición de los Residuos Sólidos Municipales

La composición de los Residuos Sólidos Municipales es muy variada debida fundamentalmente a los diferentes factores relacionados con la actividad humana. En sentido general, la composición de los RSM puede estar determinada por ^[10]:

A) Las características de la población que los genera: Así por ejemplo, difieren grandemente según las particularidades poblacionales de las distintas áreas en las que se generan, como son la urbana, la rural, la turística, la industrial, etc.

B) Estar determinada por la época del año en que se generan: En tal sentido, la influencia de las variaciones del clima en la agricultura, los cambios de actividad en períodos vacacionales, entre otros, inciden en la composición de los residuos.

C) Estar determinada por el nivel cultural y económico de la población que los genera: Lo anterior está muy relacionado con las características de los productos del primer grupo. Las características de los productos dependen de los hábitos de consumo y generación de residuos de los habitantes de las determinadas zonas.

D) Leyes ambientales y actitudes del público.

La caracterización de los residuos es la clave para su manejo y disposición responsables. Al cuantificar las concentraciones de elementos potencialmente dañinos se pueden tomar decisiones acerca de su reutilización, reciclaje, tratamientos y/o

eliminación. El conocimiento de la composición de estos es importante al decidir sobre la elección del sistema de tratamiento. La composición de los residuos sólidos urbanos es enormemente variable y en ella influyen una serie de factores muy diversos.

2.2.7 Ciclo de Vida de los Residuos Sólidos Municipales

Los sistemas naturales que operan en los ecosistemas, lo hacen en forma cíclica, así por ejemplo, los especialistas han determinado las regularidades inherentes a los ciclos del agua, el carbono, el nitrógeno y el relacionado con las grandes cadenas de alimentación basadas en las relaciones tróficas que se establecen entre los organismos, evidenciándose la estrecha dependencia entre, productores, consumidores y descomponedores, en la que cada uno de ellos juega el rol protagónico. De igual forma ocurre en las sociedades, desde el punto de vista dialéctico, el desarrollo social es comparado con una espiral ascendente, en la que cada etapa es cualitativamente superior a la anterior, llevando al incremento en los niveles de la producción material y la calidad de vida, pero inevitablemente, a este progreso se suma el aumento en los volúmenes de RSM que se generan en la sociedad, cuyos parámetros de cantidad, también presentan variaciones cíclicas.

El ciclo de vida de los residuos, está compuesto de una serie de etapas que abarcan desde la generación, el transporte, el almacenaje y la disposición final de estos. El conocimiento de este ciclo, nos permite determinar los momentos en los que podemos actuar correctamente en el manejo y gestión de los residuos, nos ayuda además, a tomar conciencia sobre nuestra responsabilidad ciudadana al respecto ^[11]. Una representación esquemática del ciclo de vida de los RSM y sus etapas, puede ser la que se representa en la Figura 2.2, en la que:

Generación: Es la primera etapa del ciclo de vida de los residuos y está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población. La generación de residuos abarca las actividades en la que los materiales con identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para la evacuación. Es importante acotar en la generación de residuos que hay un paso de identificación y que este paso varia con cada residuo en particular ^[8].

Transporte y Recolección: En esta etapa los residuos son retirados de la vía mediante la recogida manual o mecanizada y transportados hacia las plantas de clasificación o hacia los vertederos de disposición final. Consiste en el proceso de recolección separativa por unidades vehiculares motorizadas o no. Las ventajas de esta forma de trabajo, son la optimización del personal y el vehículo de transporte. En las áreas de difícil acceso o en pendientes pronunciadas, los residuos deben ser transportados en contenedores asignados a tal propósito.

Clasificación: Los residuos útiles como fuente de materia prima son clasificados según su composición e incluye además la separación selectiva de los residuos según su naturaleza y/o su destino final.

Reutilización: Es el uso que podemos darle a algunos residuos antes de confinarlo a la etapa de almacenamiento, logrando alargar su ciclo de vida y el ahorro de materiales.

Almacenamiento: Es una etapa muy importante, ya que en dependencia de cómo depositamos los residuos, los mismos podrán ser usados como materia prima en la etapa de reciclaje. El almacenamiento se realiza primeramente en nuestras casas, centros de trabajo o escuelas para después ser colocados en los depósitos públicos y retirados en la etapa de recolección y transportación.

Tratamiento: Consiste en la transformación de los residuos orgánicos e inorgánicos en instalaciones destinadas a este fin y con la tecnología apropiada, en base al volumen de productos y a las demandas del comprador de estos una vez transformados. Por ejemplo:

- A los residuos orgánicos, se les aplican distintas técnicas de separación de las impurezas para que puedan ser reciclados.
- Los residuos inorgánicos son seleccionados, triturados, lavados y embolsados según las demandas del comprador. Las latas sólo serán comprimidas y embaladas.
- Los residuos tóxicos y de alta peligrosidad como los hospitalarios se eliminan, con las debidas medidas de seguridad, en los rellenos sanitarios u otro sitio seleccionado para ello.

Las ventajas del tratamiento son: aumentar el valor agregado de las materias recuperadas, generación de empleos, prolongación de la vida útil del relleno sanitario y posibilidades de mejoramiento continuo del proceso.

Reciclaje: Es el aprovechamiento de los RSM como materia prima y su incorporación nuevamente a los ciclos tecnológicos de la industria. Incluye además el tratamiento que reciben algunos desechos orgánicos al ser reutilizados como alimento para animales.

Disposición Final: Es el confinamiento y encapsulamiento de los RSM inservibles, tóxicos y peligrosos, para evitar el contacto eventual de estos residuos con el exterior, principalmente con los organismos vivos. La disposición final de los residuos se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, de forma tal que los

productos no presenten riesgos para la salud ni para los componentes de los ecosistemas.

Para la localización de los rellenos sanitarios se deben evaluar 3 ó 4 áreas alternativas aplicando un método de criterios múltiples que tenga en cuenta los aspectos económicos, los impactos ambientales, la cercanía a la ciudad, la accesibilidad, los criterios de vida útil de entre 10 y 15 años, y finalmente las condiciones climáticas.

Para garantizar el diseño correcto y eficiente operación de cualquier relleno sanitario deben observarse los requisitos listados a continuación:

- Vías de acceso bien definidas y transitables de las áreas de relleno y los suelos,
- una cerca de protección adecuada.
- un método correcto de disposición de celdas.
- existencia de canales de lixiviación y de canalización.
- cantidades y calidades adecuadas de los materiales de recubrimiento.
- construcción de chimeneas de gases, pozas de lixiviados y adecuado sistema de protección y control de la zona.

El personal que trabaja en el relleno, debe contar con ropa y herramientas de trabajo apropiadas, equipos de seguridad y todos los demás medios según lo estipulado en las leyes de protección e higiene laboral aprobadas por el Estado.

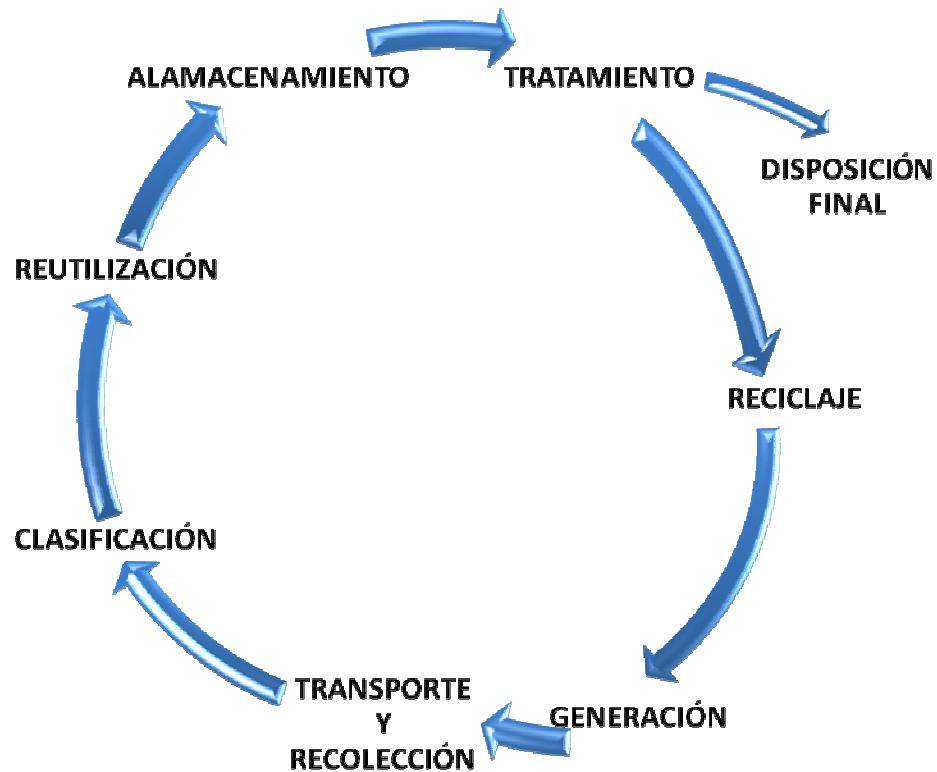


Figura 2.2 Ciclo de vida de los RSM ^[11].

2.2.7.1 Ciclo de vida de los RSM desde el punto de vista social

Al analizar el ciclo de vida de los residuos desde el punto de vista social (ver figura 2.3), vemos que éste es más amplio, pues comienza desde la producción de los bienes incluyendo los materiales para envases y embalajes, los que posteriormente se convertirán en desechos. Se debe tomar en consideración además la cultura del consumidor, ya que es él quien decide en que momento se deshace del producto y lo desecha. Obsérvese además la interconexión entre cada etapa y de estas con la de reutilización y valorización de los residuos ^[11].

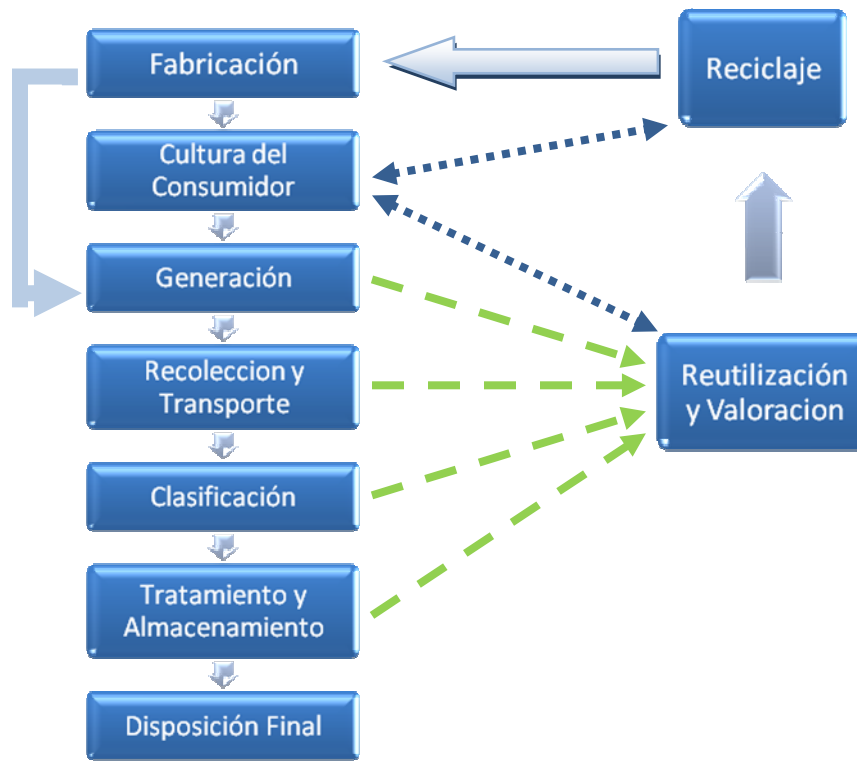


Figura 2.3 Ciclo de vida de los RSM desde el punto de vista social ^[11].

La figura 2.3 muestra claramente que una de las mejores maneras de reducir la cantidad de residuos sólidos que tienen que ser evacuados es limitar el consumo de materias primas e incrementar la tasa de recuperación y reutilización de los materiales residuales. Aunque el concepto es sencillo, la realización de este cambio en una sociedad tecnológica moderna ha resultado ser extremadamente difícil. Cabe destacar que a diferencia de los residuos vertidos a cursos fluviales o a la atmósfera, los residuos sólidos no desaparecen; donde se tiran es donde se encontrarán en el futuro ^[8].

Para contribuir a optimizar la gerencia de los RSM se debe tener en cuenta y aplicar los principios siguientes:

1. Evitar el derroche de materias primas y energía.
2. Pasar de un sistema de producción, consumo y eliminación lineal a un proceso circular reintroduciendo los materiales en los ciclos productivos.
3. Evitar sistemas de eliminación de residuos que supongan un riesgo para el medio ambiente y la salud de la población.

2.2.7.2 Principales actores en el ciclo de vida de los RSM

Según las características de este nuevo ciclo, se pueden distinguir cuatro tipos de actores en el proceso (ver figura 2.4), ellos son:

Los productores: Son los responsables de la elaboración del producto nuevo o recuperado y de ponerlo a disposición de los consumidores.

Los consumidores: Quienes, voluntariamente, deciden hacer uso del producto por el tiempo que estimen necesario y luego desecharlo.

Los recolectores y transportistas: Son el personal autorizado y debidamente capacitado para la recogida y transportación de los desechos.

Los recuperadores: Son los que con variada dificultad, extraen de los desechos aquella porción reutilizable de estos y la ponen nuevamente a la disposición del primer actor.

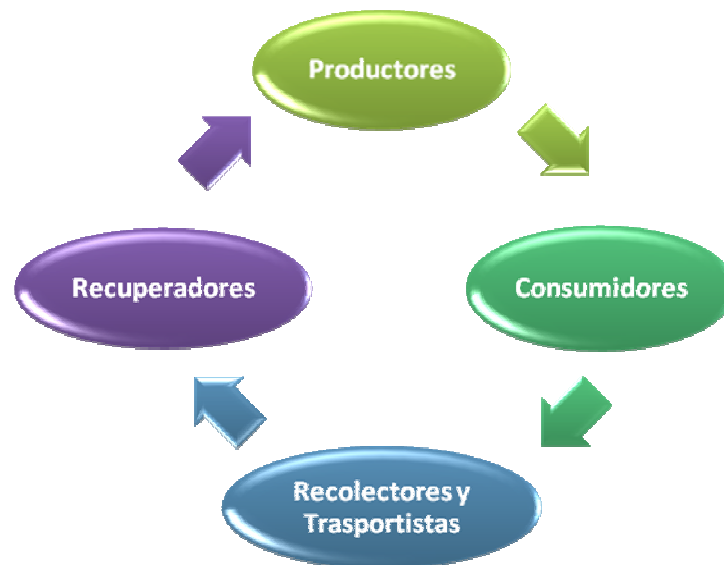


Figura 2.4 Principales actores en el ciclo de vida de los RSM ^[11].

De una forma u otra, a través de las diferentes actividades cotidianas consumimos productos y, por lo tanto, también contribuimos a la generación de residuos. Continuamente compramos, usamos y desecharnos bienes de consumo; si todos los productos que utilizáramos fueran biodegradables y libres de sustancias tóxicas, los procesos naturales los podrían degradar y devolver a la naturaleza, sin embargo, éste no es el caso ^[11].

2.2.8 Reacciones Químicas de los RSM en los Sitios de Disposición Final.

Una vez los desechos hayan sido depositados en los vertederos o en los rellenos sanitarios, la descomposición de los Residuos Sólidos Urbanos o Municipales, conduce a la emisión de variados compuestos químicos, provocando la migración de sustancias peligrosas resultantes del proceso de acidificación de la degradación

biológica. Estos métodos de eliminación de los RSM contribuyen a la contaminación del aire, la tierra y las aguas; los residuos emitidos también provocan efectos perjudiciales para la salud y la degradación del medio ambiente en general, además de impactos paisajísticos. Asimismo, suponen un derroche de recursos naturales y humanos, que podrían aprovecharse en un espacio que ya no logrará ser recuperado. Los gases emitidos por los rellenos y vertederos están compuestos por una mezcla de sustancias que incluyen el metano, el dióxido de carbono y otros compuestos orgánicos, como el tricloroetileno, el tolueno y el benceno. Algunas de estas sustancias son tóxicas y/o cancerígenas.

El gas metano es producto del proceso de fermentación anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de la materia orgánica presente en el relleno y supone aproximadamente el 50% de las emisiones de gases producidas en los rellenos. El gas metano es el responsable de los incendios accidentales que se producen en los rellenos. Los rellenos sanitarios contribuyen aproximadamente en un 20% a las emisiones antropogénicas globales de metano. El metano es uno de los gases que contribuyen a incrementar el efecto invernadero en el planeta, junto al dióxido de carbono.

Durante los incendios accidentales o provocados, y durante la combustión de compuestos clorados eventualmente depositados en los rellenos sanitarios, en especial los plásticos compuestos por cloruro de polivinilo (PVC) de amplio uso (envases de alimentos y bebidas, embalajes, juguetes, caños, etc.), se liberan a la atmósfera sustancias altamente tóxicas como las dioxinas y los furanos, catalogados como contaminantes orgánicos persistentes (COPs). En un estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en el año 1998, se identificaron las principales fuentes de dioxinas al aire de ese país; se determinó que del total de emisiones, el 20% de estos provenía de incendios accidentales en rellenos y el 23% de la quema a cielo abierto de la basura domiciliaria.

La emisión de gases es particularmente preocupante debido a que los basureros y rellenos, son el destino de diferentes sustancias tóxicas de uso doméstico o industrial. Donde por ejemplo desde envases de pinturas o de solventes y hasta cáscaras de frutas son depositados indistintamente.

Los efectos sobre la salud debido a la exposición prolongada a niveles bajos de gases emitidos por un relleno sanitario no son de fácil estudio y evaluación, en gran parte por la falta de datos e información estadística. Nadie puede asegurar con rigor científico que los gases de un determinado relleno no afectan la salud de la comunidad vecina si no se ha realizado un estudio de ésta. Las personas que habitan en las cercanías de los rellenos no están expuestas solamente a las emisiones de un solo gas por vez sino a una mezcla de gases; lo cual dificulta realizar los estudios al respecto, así como la predicción de posibles afectaciones en el futuro.

La lluvia, los residuos líquidos eliminados en el relleno y, a veces, las capas subterráneas que entran en contacto con el relleno tienen un papel importante en la generación de lixiviados que arrastran las sustancias tóxicas presentes en los residuos; estudios realizados por el Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos, indican que se han encontrado altos niveles de metales pesados como plomo, cadmio, arsénico y níquel en los lixiviados provenientes de los rellenos. La exposición a estos metales puede provocar enfermedades en la sangre y los huesos, así como daños en el hígado, reducción de las capacidades mentales y otros daños neurológicos a los humanos. También se han encontrado compuestos orgánicos volátiles como benceno y cloro bencenos, tetracloroetileno, tricloroetileno, xileno y tolueno. La exposición a estas sustancias ha sido asociada con enfermedades como cáncer, leucemia, y daños neuronales y hepáticos. Por otra parte es importante señalar que debido a la acidez de la masa de los rellenos sanitarios, los metales pesados allí presentes puedan disolverse y migrar con el lixiviado.

Otras reacciones químicas que se producen en el relleno pueden también influir para que los metales allí presentes formen diferentes sustancias químicas que pueden desplazarse hacia las capas internas del suelo. Cuando los lixiviados llegan a los acuíferos o a los cursos de aguas superficiales, las sustancias tóxicas contenidas en los lixiviados contaminan las aguas con consecuencias perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.

Actualmente en algunas ciudades del mundo, los rellenos y vertederos existentes están completamente saturados y las autoridades confrontan dificultades para encontrar sitios nuevos para ubicar rellenos sanitarios, entre otras causas debido al impacto social de los RSM. Por otra parte, la incineración no ha resultado ser la alternativa óptima, desde los puntos de vista económico y medioambiental, para tratar los enormes volúmenes de residuos que se generan. Esta situación claramente insostenible, es el resultado de años sin políticas serias para solucionar el problema ambiental generado por los RSM ^[11].

2.2.9 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)

Son productos contaminantes, químicamente estables que se liberan al medio y se caracterizan por su alta peligrosidad debido al carácter tóxico, persistente, semivolátil y bioacumulable de estos productos.

- **Tóxicos:** Por la cantidad de efectos perjudiciales que producen en los seres vivos, lo cual impone un alto índice de riesgo.
- **Persistentes:** Porque al no ser biodegradables, soportan por largos períodos condiciones severas de temperatura, humedad y presión.

- **Semivolátiles:** Porque presentan un elevado potencial de transporte al ser capaces de trasladarse a largas distancias por aire y por agua, prueba de ello es que se han encontrado COPs en los cascos polares.
- Son además **Bioacumulables** por su poca solubilidad en agua y alta solubilidad en la “grasa” del tejido adiposo de muchos animales incluido el hombre. Por tal motivo es frecuente encontrar estas sustancias en la cadena alimenticia de los humanos.

Los efectos principales de los COPs para la salud humana y el medio ambiente son:

- La elevada lipofilia determina su acumulación y persistencia en el medio.
- El derrame o combustión de estos productos, además de afectar al medio ambiente, provocan la formación de nuevas sustancias aún más tóxicas.
- Altas dosis de COPs en el organismo, ocasionan varios tipos de cáncer y en bajas dosis, afectan el sistema inmunológico.
- Se transmiten de madre a feto y de madre a lactante, lo que los hace aún más persistentes.
- Provocan desequilibrios hormonales al imitar, sustituir o inhibir la acción de alguna hormona, ocasionando reacciones no controladas en el organismo como, malformaciones congénitas, problemas de esterilidad; daños en los sistemas urinario y respiratorio; disfunciones de los sistemas inmunológico, nervioso y reproductivo ^[11].

2.2.10 Aseo Urbano

El Aseo Urbano y Manejo Integral de los Residuos Sólidos comprende una serie de acciones tendientes a reducir o a eliminar aquellos elementos que afectan el medio ambiente y perjudican la salud humana. Entre las acciones que es necesario realizar, podemos mencionar las siguientes ^[11]:

1. Limpieza de vías públicas.
2. Recogida y transporte de los residuos.
3. Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.
4. Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos.
5. Uso de tecnologías Limpias.

Para efectos de esta investigación se omitirá la acción n°4 referente al reciclaje, por no estar contemplado dentro de los objetivos de la misma, como lo mencionamos en la sección 2.2.2 del presente capítulo.

2.2.10.1 Limpieza de Vías Públicas

2.2.10.1.1 Barrido

La recolección de residuos de las calles y lugares públicos (plazas, playas, parques), se puede hacer manual o mecánicamente. El barrido tiene como objetivo ^[11]:

- Minimizar riesgos a la salud pública.
- Mantener limpia la ciudad.
- Prevenir inundaciones y desbordamiento de ríos y cursos de aguas.

El costo del barrido puede ser significativamente alto. El desarrollo de un plan de barrido de acuerdo a un mapa diseñado previamente contribuye a la reducción de los costos. El plan de barrido debe definir:

- Los sectores de la ciudad con las respectivas frecuencias de barrido
- Las rutas de barrido y el número necesario de barrenderos y equipos
- La productividad esperada por equipo y operario
- Análisis de costos.

2.2.10.1.1 Conciencia Ciudadana

Limpiar las calles es algo diferente a mantenerlas permanentemente limpias. Calles limpias, cestos para residuos colocados en sitios convenientes, campañas permanentes de educación y una rigurosa fiscalización del cumplimiento de las ordenanzas municipales funcionan como elementos inhibidores para quienes están acostumbrados a tirar residuos, indiscriminadamente por todas partes.

La limpieza de las veredas y calles no depende solo de las iniciativas de la administración pública, sino principalmente, de la educación y conciencia ciudadana.

Se deben promover campañas educativas para la ciudadanía, en cooperación con la municipalidad, para que los residuos sólidos sean colocados en tachos. Papeles, embalajes, palitos, cigarros y otros objetos que suelen echarse a la acera, pueden ser fácilmente colocados en cestos especialmente ubicados en lugares específicos para ellos, para mantener las calles limpias y valorizar la ciudad como un todo. El grado de limpieza de las calles y ciudades es inmediatamente notado por los turistas, que suelen valorar positivamente esos detalles en los lugares que visitan.

Existen países donde las personas que tiran residuos fuera de los cestos son penalizadas con multas que pueden ascender a cientos de dólares. Estas medidas coercitivas generalmente se aplican conjuntamente con campañas de concienciación.

Además de contribuir al bienestar de las áreas urbanas, la realización de campañas del tipo "mantenga limpia su ciudad" reduce los costos del barrido, ya que entonces los residuos sólidos se encontrarán concentrados en los cestos especialmente destinados para ello ^[11].

2.2.10.1.1.2 Barrido Manual

Para la elaboración de un plan de barrido, es necesario disponer de información gráfica sobre la ^[11]:

- Delimitación de las áreas
- Topografía
- Tipo de pavimentación
- Uso de los suelos
- Extensión de las vías
- Circulación de peatones
- Localización de los cestos de basura
- Cualquier otra información que pueda tener relación con el barrido, como, por ejemplo, localización de los mercados, parques, paradas, etc.

2.2.10.1.1.3 Barrido mecánico

Se realiza con máquinas barrenderas, las cuales, según el chasis, pueden ser ^[11]:

- Normales, con cuatro ruedas
- Triciclos más fáciles de manejar y con posibilidades más amplias para alcanzar áreas de difícil acceso.

En cuanto al sistema para recoger los residuos sólidos, las máquinas barrenderas se pueden clasificar en:

- Mecánicas: recogen los desechos por medio de una escoba que barre y acumula los residuos dentro de la máquina
- Aspiradoras: absorben los residuos directamente hacia la máquina.



Figura 2.5 Barrido manual ^[11].

2.2.10.2 Recogida y Transporte de los Residuos Sólidos

La recolección de los RSM y su transporte a las áreas de tratamiento o destino final, son actividades realizadas por el servicio público municipal, muy a la vista de la población, con el objetivo de impedir el desarrollo de vectores transmisores de enfermedades, los que generalmente encuentran alimento y protección en los depósitos de residuos sólidos.

Los residuos sólidos urbanos o municipales pueden ser transportados mecánicamente o por tracción animal, desde el lugar en que son generados hasta su destino final. Ese servicio se caracteriza por la participación directa de los ciudadanos, quienes deben acondicionar los residuos sólidos adecuadamente y sacarlos a la calle para su recolección en los días, sitios y horarios preestablecidos ^[11].

Las normas técnicas para la recolección de los RSM vigentes en muchos países de nuestra región, definen los diferentes tipos de servicios de recolección de residuos en la siguiente forma:

- Recolección domiciliaria (o convencional), que consiste en la recolección de los residuos sólidos de residencias, establecimientos comerciales e industriales, cuyo volumen no sobrepase al previsto en la correspondiente legislación.
- Recolección en mercados, playas, calles y demás sitios públicos
- Recolección de residuos de servicios de salud, los que incluyen los residuos de hospitales, ambulatorios, puestos de salud, laboratorios, farmacias, clínicas veterinarias, etc.

La recolección especial o saneamiento se refiere a aquella organizada para coleccionar los residuos no recogidos por el sistema regular, tales como escombros, animales muertos y poda de jardines y árboles. La recolección especial puede ser regular o programada para los lugares donde existan residuos que deban ser retirados con urgencia.

2.2.10.2.1 Métodos de Recogida o 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 ^[12].

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 ^[13].

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).

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.

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.

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.

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.

2.2.10.2.2 Recolección Selectiva

La recolección selectiva consiste en la clasificación, en origen de los componentes, que pueden ser recuperados, mediante un acondicionamiento diferente para cada uno o grupo de ellos. La recolección selectiva está precedida de la clasificación de los residuos sólidos urbanos por la población y los usuarios en general, en depósitos previamente establecidos. Por lo que cuando se realiza la recolección, ésta debe efectuarse de forma tal, que mantenga la selección hecha previamente sin mezclar los diferentes tipos de materiales, imponiéndose la condición de disponer anticipadamente de los tres factores siguientes:

- Tecnología, para efectuar la recolección, clasificación y el reciclaje.
- Información, para motivar al ciudadano.
- Mercado, para que absorba el material recuperado.

Entre las ventajas de la recolección selectiva de los RSM se puede mencionar la optimización de los servicios del personal recolector y del vehículo dedicado al transporte de los residuos. La recolección selectiva en áreas de difícil acceso se puede realizar utilizando diferentes cilindros o contenedores identificados correctamente.

La recolección y el transporte, se pueden llevar a cabo en unidades vehiculares motorizadas o no, para lo cual se pueden utilizar cualquiera de los sistemas abajo mencionados:

- Uso de vehículos adaptados con compartimientos separados o con una carreta adosada al vehículo.
- Recolección de los RSM colectados separadamente utilizando diferentes vehículos. Para lo cual se proponen las siguientes frecuencias de recolección: los residuos orgánicos cada 48 horas como máximo. Los residuos no orgánicos una vez a la semana como máximo y los residuos inservibles, tóxicos o peligrosos (domésticos) cada 48 horas como máximo. Los residuos de establecimientos de salud o industrias, se sugiere sean colectados cada 24 horas.
- Recolección de cilindros o contenedores en una misma unidad de recolección.

Independientemente de la forma en que se lleve a cabo la recogida de los RSM, la selección del tipo de vehículo o medio a utilizar para este fin, siempre responderá a criterios preestablecidos que se relacionan a continuación:

- De acuerdo a la cantidad de residuos generados: Para ciudades de baja densidad poblacional, los vehículos sin compactador pueden transportar, por viaje, hasta 15 m³, ó 3.7 t de residuos. Se estima que el peso específico medio de los residuos sólidos sueltos es aproximadamente de 250 kg/m³.
- De acuerdo a la forma de acondicionamiento de los residuos: En caso de que los residuos sólidos estén acondicionados en contenedores, será necesario que estos últimos sean compatibles con el sistema de basculamiento del vehículo.
- De acuerdo con las condiciones de acceso al punto de recolección: Vehículos como un tractor agrícola, una motocicleta o vehículos de tracción animal, son algunas alternativas para el acceso a áreas restringidas a los vehículos tradicionalmente utilizados para la recolección de los RSM.

La aplicación de los criterios arriba mencionados contribuirá al éxito del sistema de recolección seleccionado.

Ventajas de la recolección selectiva:

- Óptima calidad de los materiales recuperados pues no están contaminados con otros materiales presentes en los residuos sólidos.
- El estímulo a la ciudadanía refuerza el sentimiento de pertenencia de la comunidad.
- Alta flexibilidad del proceso, pues permite comenzar en pequeña escala y ampliar los servicios gradualmente.
- Alta posibilidad de organizar la recolección selectiva a nivel de empresas, organizaciones ambientalistas, escuelas, etc.

- Reducción del volumen de los residuos sólidos que deben ser eliminados.

Desventajas de la recolección selectiva:

- Mayor costo en la recolección y transportación de las diferentes fracciones de RSM.
- Necesidad, inclusive con la clasificación en origen, de un centro donde los materiales reciclables sean separados por tipo;
- La operación de recolección selectiva puede ser:
 - Domiciliaria, realizada por un camión que recolecta algunos materiales bien definidos. Esta operación se le identifica como preclasificación domiciliaria.
 - Centros de Entrega Voluntaria, donde la población pueda llevar los materiales previamente separados.

2.2.10.2.3 Enfoque Económico-Financiero de la Recolección Selectiva

Desde el punto de vista estrictamente financiero, la viabilidad de un sistema de recolección selectiva se puede determinar a través de un análisis costo-beneficio. Los costos de recolección se clasifican en: costos de inversión o capital y costos de operación y mantenimiento (O&M). Los costos de inversión o capital incluyen los costos de terrenos, instalaciones, vehículos, de recipientes para la recolección selectiva, el diseño del sistema y otros.

Los costos de O&M incluyen: salarios y cargas sociales, combustibles y lubricantes, agua, energía, mantenimiento, administración, propaganda, servicios a terceros, alquiler y contratación de equipos, entre otros.

Los beneficios se clasifican en ingresos y ahorros. Los ingresos son el resultado de la venta de las materias primas recolectados. Los ahorros incluyen la reducción en el costo de traslado y disposición final de esos materiales en los rellenos sanitarios. El ahorro en costos de eliminación es inversamente proporcional a la reducción de la cantidad de material a eliminar.

2.2.10.2.4 Beneficios de la Recolección Selectiva

Como la meta principal de un programa de recolección selectiva es la reducción de la cantidad de residuos sólidos enterrados, es importante medir su impacto. El número que resulta de ese cálculo se llama "tasa de recuperación de residuos sólidos".

Para calcular la tasa de recuperación se debe usar como base la generación de residuos sólidos domiciliarios de los barrios donde hay recolección selectiva y compararla con el total recuperado. Es importante observar que el análisis costo-beneficio no es el único indicador de factibilidad, ya que no toma en cuenta el bien social y ambiental que se deriva del subsiguiente reciclaje.

Lo que hasta aquí se ha expuesto, recoge de modo general, las particularidades del proceso de recogida de los residuos en las comunidades. Es válido destacar que no en todos los casos ocurre en la misma forma, pues existen algunos, como los hospitalarios, por ejemplo, que requieren de condiciones especiales para su recolección, transporte y almacenamiento.

La recolección de los residuos de los servicios de salud debe ser hecha de forma diferenciada, procurando:

- Un destino apropiado para ellos.

- Evitar la contaminación de los residuos comunes.
- El manejo seguro de los residuos contaminantes.
- La gestión adecuada de la recolección, en especial para los residuos más peligrosos (infecciosos, químicos o radioactivos), lo cual es fundamental, para evitar riesgos a la salud de los trabajadores y de la población.

De igual modo, se deben clasificar aquellos residuos que, a fin de prevenir la contaminación del medio ambiente y/o por sus potenciales ventajas económicas, justifican la recuperación de materiales, tales como: películas de radiografía y productos de revelado, termómetros, papeles, cartones y restos de alimentos. Al proceso que permite la recuperación y reutilización de dichos materiales se le denomina reciclaje.

2.2.10.2.5 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 ^[14]; en la figura 2.6 se pueden observar algunos de estos.

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:

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.

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.

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.

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 22m³). 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.

Vehículos Compactadores de Carga Trasera, Frontal y Lateral:

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m³ 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.



Figura 2.6 Equipos y medios utilizados mundialmente en la recogida y transportación de los residuos ^[11].

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 16m³, 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.

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 m³ 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.

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 m³. 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^[15].

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^3 . No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos, mecanismos para la carga y descarga de contenedores.

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 alimentar 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.

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.

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.

2.2.10.2.6 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 ^[16].

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 ^[17].

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.

Recolección Cada Tercer Día:

El camión recolector pasa un día sí 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^[18].
- 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^[19].

- 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, 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.

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.

2.2.10.2.7 Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección [20]:

- 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.

2.2.10.2.8 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^[21].

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.

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^[22].

- 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.

Características de las áreas a rutear:

La división en “n” áreas de recolección, requiere de tener en consideración los siguientes factores^[23]:

- 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^[24].

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.

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:

$$\text{N}^\circ \text{ viajes} = \frac{\text{Td}}{\text{Trecolección} + \text{Ttransporte} + \text{Tdisposición}} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

Td = Tiempo de la jornada de trabajo en minutos.

Trecolección = Tiempo de recolección de la ruta en minutos.

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

Tdisposición = Tiempo en sitio de disposición final en minutos.

2.2.10.3 Tratamiento de los Residuos Sólidos Municipales

El sistema de tratamiento que se seleccione para los RSM estará condicionado por el grado de dispersión territorial de estos últimos y por factores técnicos y económicos ^[11].

Un aspecto fundamental que debe resolverse para garantizar el correcto tratamiento de los RSM es el de la correcta recogida y transporte. En las ciudades, junto al modelo más extendido (contenedores públicos, camiones para la transportación hasta los centros de transferencia cercanos a la ciudad, tráileres para el transporte a las plantas o vertederos), aparecen sistemas automáticos que simplifican la recogida, como la concentración de residuos en depósitos de barrio mediante redes de conducción neumática desde las viviendas.

En general, el tratamiento de los residuos consiste en:

- Convertirlos en materias relativamente inocuas para la vida y la salud (por estabilización, mineralización, aislamiento o dilución).
- Aprovecharlos para obtener energía o reintroducirlos en los ciclos productivos mediante el reciclaje.

En los últimos años se han desarrollado numerosos sistemas que permiten el tratamiento integral y racional de los RSM, estos procesos de tratamiento consisten en transformar los residuos en instalaciones apropiadas y con las tecnologías óptimas, tomando en consideración el volumen de desechos que se generan y la demanda en el mercado de los productos transformados. Los procesos indicados contribuyen a reducir la cantidad y la peligrosidad de los materiales desechables.

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

- Limitado espacio para la disposición final de los residuos sólidos.
- Disputas por el uso de los espacios disponibles para la disposición final de los RSM con las poblaciones vecinas a ellos.
- Valorización de los componentes de los residuos sólidos como forma de promover la conservación de los recursos naturales.
- Necesidad de reducir el impacto negativo de los residuos contaminados sobre el medio ambiente.

Entre las ventajas del tratamiento de los residuos sólidos urbanos o municipales podemos mencionar las siguientes: aumentar el valor agregado de las materias recuperadas, generar empleos estables, formalizar el trabajo de los “buzos” o traperos, aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y facilitar los trabajos de investigación y desarrollo de tecnologías propias para el manejo de residuos.

Para la disposición final de los residuos tóxicos y peligrosos se utilizan rellenos sanitarios especiales que deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Los rellenos sanitarios especiales deben ser suficientemente espaciosos para poder almacenar los residuos generados por las diferentes comunidades durante el plazo de tiempo definido por el diseño y de acuerdo a las características de los residuos que se depositen.
- Los rellenos sanitarios especiales deben ser diseñados, localizados y operados de forma que se garantice la salud de la población y de los trabajadores. Las condiciones de operación de

estos rellenos sanitarios deben ser respetuosas con el medio ambiente y no conspirar contra el bienestar de las comunidades.

- Los rellenos sanitarios especiales deben estar localizados de forma que permitan disminuir la incompatibilidad con las características de los alrededores y minimizar el eventual efecto negativo hacia los suelos y los terrenos aledaños.
- Los planes de operación de los rellenos sanitarios especiales deben elaborarse para garantizar minimizar el riesgo de fuegos, derrames y otros accidentes operacionales que puedan afectar los alrededores.
- El diseño de los planes de acceso a los rellenos sanitarios especiales debe contribuir a minimizar los impactos eventuales de los flujos de los productos que vayan a depositarse en ellos.

2.2.10.4 Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales

La disposición final de los residuos sólidos municipales puede afectar de forma general a las comunidades y sus actividades socio-económicas. La disposición final de los RSM se ha convertido en un problema económico y medioambiental no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente dificultad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto, seguro y confiable^[11].

Los residuos sólidos urbanos comúnmente son depositados en:

- Depósitos de seguridad.
- Vertederos.
- Rellenos sanitarios.

2.2.10.4.1 Depósitos de Seguridad

Son cámaras altamente controladas en las que se almacenan residuos, que por su alto nivel de peligrosidad, es imprescindible que sean controlados y aislados correctamente, y que se garantice su eliminación en condiciones seguras. Es necesario realizar la identificación y evaluación de los sitios contaminados, con miras a la aplicación de medidas de mitigación ^[11].

2.2.10.4.2 Vertederos

Los vertederos son áreas utilizadas para la disposición final de los residuos sólidos urbanos o municipales. La disposición final en vertederos se caracteriza generalmente por la simple descarga (vertido) de los residuos sobre el terreno, sin medidas de protección para el medio ambiente o la salud pública. Simplemente se descargan los residuos a cielo abierto sin haber sido sometidos a tratamiento alguno. Los residuos así eliminados contribuyen a provocar problemas de salud ambiental, como proliferación de transmisores de enfermedades (moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, entre otros vectores), generación de malos olores y, principalmente, la contaminación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas a través del lixiviado, comprometiendo la calidad de los recursos hídricos y de las superficies destinadas a la agricultura y por tanto de todos los productos que en ellos se cultiven.

A esta situación se añade la absoluta falta de control en cuanto a los tipos de residuos recibidos en estos sitios, donde se acumulan inclusive desechos originados por los servicios de salud y las industrias. Comúnmente se asocian a los vertederos situaciones altamente indeseables, como la cría de cerdos y el desarrollo de

actividades ilícitas por personas que, muchas veces, son residentes de la localidad ^[11] ver figura 2.7.



Figura 2.7 Vertedero ^[11].

2.2.10.4.3 Rellenos Sanitarios

Los rellenos sanitarios se utilizan para la disposición final de RSM en el suelo sin perjudicar al medio ambiente y sin producir molestias o peligro para la salud y seguridad pública. Este método utiliza los principios de la ingeniería sanitaria para confinar los RSM en un área lo más pequeña posible, reducir el volumen de los residuos al mínimo practicable y posteriormente cubrir los residuos depositados con una capa de tierra que debe ser compactada con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada. Como puede apreciarse de la definición anterior, un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los RSM, los cuales se eliminan en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población. Esta obra de ingeniería consiste en preparar el terreno correctamente seleccionado, colocar los

residuos y extenderlos en capas delgadas, aplanarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo con una capa de tierra de espesor adecuado. El relleno sanitario es un sistema de tratamiento y a la vez de disposición final de los RSM bajo condiciones controladas para que la actividad microbiana que ocurrirá para la descomposición de los residuos sea de tipo anaeróbico (ausencia de oxígeno). Este método de tratamiento de residuos sólidos es el más recomendado para realizar la disposición final de los RSM ^[11].



Figura 2.8 Relleno Sanitario ^[11].

El parámetro básico a tener en cuenta para diseño de un relleno sanitario es el volumen. Éste depende del área cubierta, de la profundidad a la cual los residuos son depositados, de la cantidad de material de cobertura y de residuos. Debido a que la cantidad de residuos a tratar en los rellenos sanitarios es usualmente definida en unidades de masa, la densidad in situ de RSM y las características del material de cobertura son parámetros adicionales que influirán en la capacidad del relleno sanitario específico.

Generalmente todo diseño de relleno sanitario incluye algunas obras comunes. Zonas búfer y pantallas perimetrales son necesarias para aislar el área seleccionada y evitar el acceso de intrusos. Son necesarias cercas que impidan la entrada de personas no autorizadas al lugar y también es necesario un cuidadoso mantenimiento del área de trabajo. Cuando sea necesario trabajar bajo condiciones climáticas extremas (lluvias persistentes, tormentas, huracanes, etc.) podría ser necesario contar con tractores para apoyar el trabajo de los camiones. El barro y suciedad que se adhieren a los camiones que operan en el relleno sanitario deben ser retirados de los equipos antes de que éstos abandonen el relleno sanitario.

Entre los métodos más utilizados para la construcción de rellenos sanitarios podemos mencionar los métodos de trinchera y de área.

a) Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos a tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor oruga. Existen experiencias de excavación de trincheras de hasta 7 metros de profundidad para la construcción de rellenos sanitarios. La tierra que se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos urbanos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra. La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados para rellenos tipo trinchera por el riesgo de que puedan ocurrir contaminaciones de los acuíferos. Los terrenos rocosos no son apropiados para la construcción de trincheras para rellenos sanitarios debido a las dificultades para los trabajos de excavación en ellos.

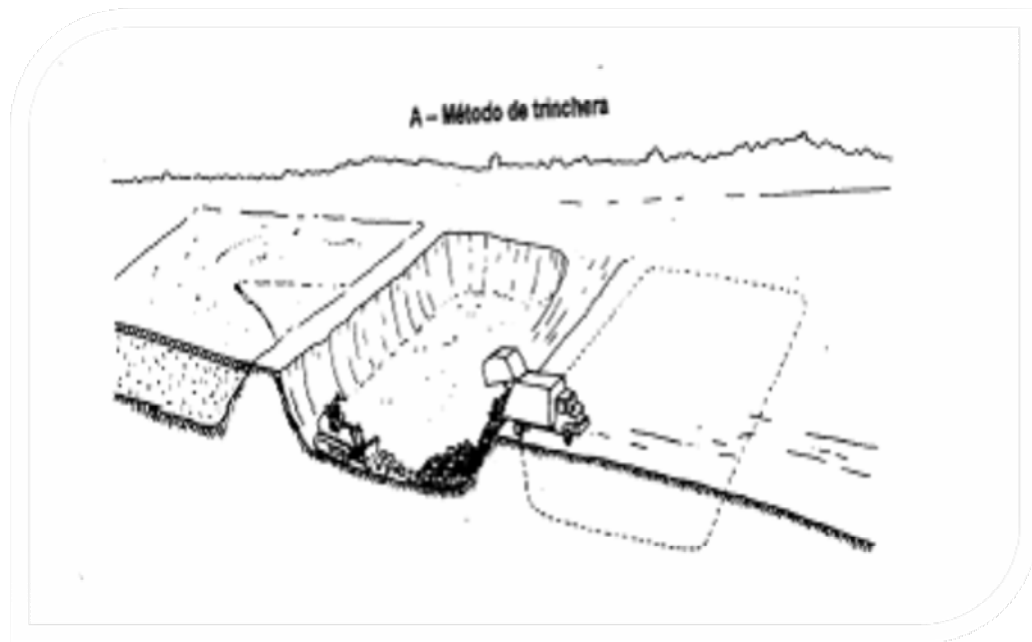


Figura 2.9 Método de Trinchera ^[11].

b) Método de área

En áreas relativamente llanas, donde no sea posible excavar fosas o trincheras para enterrar los RSM, estos pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el terreno.

Este método se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras de algunos metros de profundidad ya abandonadas. El material de cobertura se excava en las laderas del terreno, o de no ser posible se debe obtener de lugares en la proximidad del relleno para reducir el peligro de afectar el medio ambiente y evitar el

encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

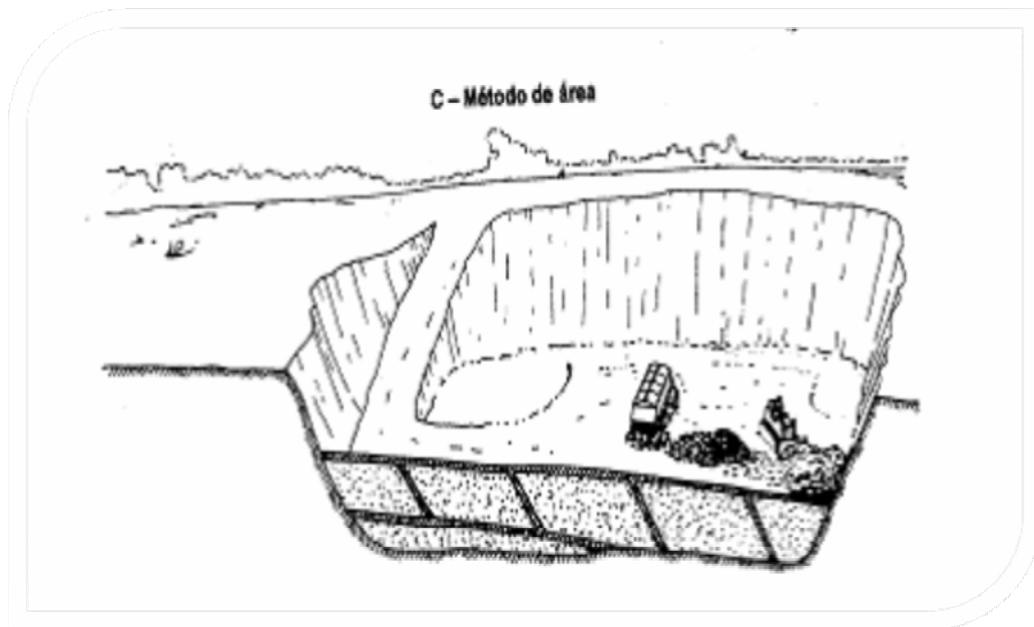


Figura 2.9 Método de área ^[11].

2.2.10.4.3.1 Criterios para la Clasificación de los Rellenos Sanitarios

En las tablas 2.1 y 2.2 se muestran la clasificación de los rellenos sanitarios según las clases de residuos depositados.

Tabla 2.1 Clasificación de los Rellenos Sanitarios según las Clases de Residuos Depositados.

Tradicional con residuos sólidos urbanos seleccionados	No acepta ningún tipo de residuo de origen industrial, ni tampoco lodos.
Tradicional con residuos sólidos urbanos no seleccionados	Acepta además de los residuos típicos urbanos, residuos industriales no peligrosos y lodos previamente acondicionados.
Para residuos triturados	Recibe exclusivamente residuos triturados, los que aumentan la vida útil del relleno y disminuyen el material de cobertura.
De seguridad	Recibe residuos que por sus características deben ser confinados siguiendo estrictas medidas de seguridad.
Para residuos específicos	Son rellenos que se construyen para recibir residuos específicos (cenizas, escorias, borras, etc.).
Para residuos de construcción	Son rellenos que se hacen con materiales inertes y que son residuos de la construcción de viviendas u obras industriales.

Fuente: ONUDI, 2007 [11].

Tabla 2.2 Características de los Rellenos según los Terrenos Utilizados.

En áreas llanas	Más que un relleno es un depósito en una superficie. Las celdas no tienen una pared o una ladera donde apoyarse, por lo que es necesario construir pendientes adecuadas. No es conveniente hacer este tipo de relleno en zonas con alto riesgo de inundación.
En quebrada	Se debe acondicionar el terreno estableciendo niveles para brindar una base adecuada que sustente las celdas. Se deben realizar las obras necesarias para captar las aguas que normalmente escurren por la quebrada y entregarlas a su cauce aguas abajo del relleno.
En laderas de cerros	Normalmente se construyen partiendo de la base del cerro y se va ganando altura poco a poco apoyándose en sus laderas. Este tipo de relleno es similar al relleno de quebrada. Se deben aterrizar las laderas del cerro aprovechando la tierra sacada para la cobertura y tener cuidado de evitar que las aguas de lluvias ingresen al relleno.
En ciénagas, pantanos o marismas	Método muy poco usado por lo difícil de llevar a cabo la operación, sin generar condiciones insalubres. Es necesario aislar un sector, drenar el agua y una vez seco proceder a rellenar. Se requiere equipo y mano de obra especializada.
En depresiones	Se realiza la acumulación normal de los residuos en el área. Se debe evitar el ingreso de las aguas a la depresión, tanto las provenientes de la superficie como las que se puedan infiltrar por las paredes. La forma que se seleccione para la construcción del relleno dependerá de la solución que se pretenda dar al biogás y a los lixiviados.

2.2.10.4.3.2 Criterios Ambientales en la Construcción de Rellenos Sanitarios

Los problemas sanitarios causados por la eliminación de los RSM en el suelo se deben fundamentalmente a la reacción de los residuos con el agua y a la producción de gases, así como al riesgo de incendios y explosiones.

Los RSM contienen aproximadamente un 50 - 60% de productos tales como agua, residuos vegetales, animales, plásticos, desechos combustibles y vidrios. Químicamente, los RSM están formados por sustancias orgánicas, compuestos minerales y residuos sólidos peligrosos.

Las sustancias líquidas y los sólidos disueltos y suspendidos tienden a percolarse a través de la masa de residuos y posteriormente a través del suelo. Éste está constituido por materia sólida, aire y agua. A partir de determinada profundidad del suelo, se encuentra el manto freático donde el agua se mueve horizontalmente a baja velocidad de alta a baja presión y en dirección vertical por efecto de la gravedad entre los granos del suelo.

Las sustancias contaminantes contenidas en el lixiviado al percolarse a través del suelo, adquieren gran movilidad al llegar al nivel del manto freático y pueden contaminar las aguas de los manantiales. Las aguas subterráneas al pasar por las fisuras de las rocas pueden, a la vez causar un efecto negativo en la calidad del suelo.

Es importante también tener en cuenta las características del microclima de la zona de ubicación del relleno sanitario. Así por ejemplo la lluvia influye en la velocidad y desarrollo de los fenómenos biológicos y químicos en el transporte de contaminantes y puede ocasionar dificultades para el óptimo funcionamiento de las vías de acceso y dificultar el desempeño del trabajo en el relleno sanitario. Por lo tanto, el relleno debe ser drenado superficialmente por la periferia y el fondo. En ocasiones, el viento también causa molestias, llevando los malos olores y el polvo a

las vecindades. Es muy importante tener en cuenta la dirección predominante de los vientos durante el diseño y construcción de los rellenos sanitarios ^[11]; en la tabla 2.3 se muestra los principales factores involucrados en la selección de los sitios para rellenos sanitarios.

Tabla 2.3 Principales Factores Involucrados en la Selección de los Sitios para Rellenos Sanitarios.

Criterios	Detalle
Factibilidad técnica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ morfología del sitio adecuado ▪ centro generador ▪ de exclusión <p>Volumen y Distancia al Fuera de zonas</p>
Riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de las aguas subterráneas ▪ ▪ materiales <p>Contaminación Calidad del aire Transporte de</p>
Aspectos económicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ propiedad ▪ construcción y operación ▪ industria local ▪ compensación <p>Efectos en la Costos de Impacto en la Planes de</p>
Aspectos sociales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ selección del sitio ▪ imagen de la comunidad <p>Equidad en la Efecto en la</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de exclusión 	Fuera de zonas
Aspectos políticos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ locales ▪ inversionistas de grupos locales ▪ para el manejo del relleno sanitario ▪ 	Elecciones Intereses Responsabilidad Control local

Fuente: ONUDI, 2007 ^[11].

2.2.10.4.3.3 Zonas de Exclusión

Se entenderá por zona de exclusión cualquier área, que por alguna característica, tanto humana, social, ecológica, política o económica, no pueda ser considerada para la habilitación de un relleno sanitario. Los casos más típicos son los siguientes ^[11]:

- **Distancias mínimas:** La distancia mínima del sitio de disposición a la residencia más cercana, pozo de suministro de agua, fuente de agua potable, hotel, restaurante, procesador de alimentos, colegios, iglesias o parques públicos debe ser como mínimo de 300 metros o la indicada por la regulación vigente. En ocasiones, y en contra de las regulaciones, se establecen áreas de rellenos en lugares donde se han creado pozos.
- **Distancias a aeropuertos:** La distancia entre el aeropuerto comercial y el punto seleccionado es importante si en el relleno sanitario van a recibirse residuos de alimentos (tanto domiciliarios como de algún proceso industrial), pues estos pueden atraer aves en un radio de varios kilómetros. Si la operación del relleno es correcta, el riesgo de impacto con aves se reduce. Se recomienda establecer distancias de 8 kilómetros

desde los rellenos hasta el aeropuerto más cercano, sin embargo, este valor puede reducirse si se presentan elementos que así lo justifiquen.

- **Distancias a cursos de agua superficial:** La distancia entre la carga de los residuos y el curso de agua superficial más cercano debe ser a lo mínimo de 100 m (o la establecida por la regulación correspondiente). Este parámetro dependerá fundamentalmente de las condiciones hidrogeológicas del sitio.
- **Distancias a áreas inestables:** El sitio seleccionado debe estar a un mínimo de 100 m de áreas inestables (por ejemplo área de derrumbes) para asegurar la estabilidad estructural del sitio.
- **Distancias a áreas de exclusión:** El sitio debe estar localizado fuera de los límites de cualquier área de exclusión delimitada por la autoridad correspondiente.

2.2.10.4.3.4 Actividad Biológica de un Relleno Sanitario

La actividad biológica dentro de un relleno sanitario se presenta en dos etapas relativamente bien definidas ^[11] que se muestran en la tabla 2.4:

Tabla 2.4 Actividad Biológica de un Relleno Sanitario

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

Fuente: ONUDI, 2007^[11].

Algunos de los productos mencionados pueden reaccionar químicamente entre ellos dentro y fuera del relleno. También pueden ocurrir simultáneamente reacciones químicas similares como resultado de la interacción de algunos subproductos de descomposición, entre ellos mismos o con los RSM con que entran en contacto. Muchos de estos productos, en la eventualidad de emerger libremente del relleno, como gases o líquidos, podrían provocar serios trastornos ambientales.

2.2.10.4.3.5 Lixiviados o Líquidos Percolados

Los RSM, especialmente los orgánicos, al ser compactados por maquinaria pesada liberan agua y otros líquidos orgánicos, contenidos en su interior. Estos líquidos se escurren preferentemente hacia la base de la celda.

Los RSM, que actúan en cierta medida como una esponja, recuperan lentamente parte de estos líquidos al cesar la presión de la maquinaria, pero una parte de los líquidos permanece en la base de la celda.

Por otra parte, la descomposición anaeróbica comienza a actuar rápidamente en un relleno sanitario, produciendo cambios en la materia orgánica, primero de sólidos a líquido y luego de líquido a gas, pero es la fase de licuefacción la que produce el aumento del contenido de líquido en el relleno, contribuye a aumentar su potencial contaminante.

En ese momento se puede considerar que los RSM están completamente saturados y cualquier agua, ya sea subterránea o superficial, que se infiltre en el relleno, lixiviará a través de los desechos arrastrando consigo sólidos en suspensión, y compuestos orgánicos en solución. A esta mezcla heterogénea, con un elevado potencial contaminante, se denomina lixiviado o líquidos percolados ^[11]; en la figura 2.9 se observa una corriente de lixiviados.



Figura 2.9 Corriente de lixiviados ^[11].

2.2.10.4.3.6 Impermeabilización del Fondo del Relleno Sanitario

Teniendo en consideración las características de los contaminantes en los líquidos percolados, es indiscutible que estos puedan contaminar las aguas y los suelos con los cuales entran en contacto.

Sería ideal evitar todo tipo de contacto entre líquidos percolados, el agua y suelos subterráneos, pero, para ello habría que realizar inversiones considerables que encarecerían la construcción del relleno en tal forma que sería imposible construir este tipo de obras. Sin embargo, es posible tomar algunas medidas que posibiliten reducir la contaminación del medio ambiente con los percolados a niveles mínimos durante la operación de los rellenos sanitarios. Estas medidas evitarían que los contaminantes sean diluidos en las aguas subterráneas y afecten las fuentes de abasto de agua, ya que una vez que las aguas y suelos han sido contaminados es extremadamente difícil remediar el daño que puedan causar al medio ambiente. El escurrimiento de las aguas subterráneas, por lo general, es laminar, lo que hace que la dispersión de los contaminantes sea por difusión y no por dilución. Las tasas de difusión son generalmente bajas, lo que hace que se configuren zonas de contaminación bastante peligrosas.

Los contaminantes de origen orgánico son los más abundantes en los líquidos percolados, pero ellos van perdiendo esa característica en el transcurso del tiempo. Por otra parte, es un hecho comprobado que gran parte de los contaminantes quedan retenidos al tener que pasar por un medio arcilloso, contribuyendo en gran medida a aumentar la impermeabilidad del medio.

El uso de arcilla como medio impermeabilizante es bastante común en América Latina. A continuación se describe una forma alternativa eficiente de colocar la arcilla para lograr esta condición impermeabilizante.

Sobre el terreno emparejado se colocarán 60 cm de material arcilloso, homogéneo, sin contenido de materia orgánica, este material se colocará en capas de 20 o 30 cm, compactándose cada capa hasta obtener una densidad no inferior a 90% de la densidad seca del material. La capa de arcilla compactada deberá mantenerse permanentemente húmeda para evitar su agrietamiento, hasta que se cubra con basura, por lo que se recomienda impermeabilizar solamente la extensión necesaria para construir el relleno sanitario requerido.

Últimamente se ha empleado bastante la arcilla en espesores de 20 a 30 cm y se colocan capas de entre 1 y 2 mm de polietileno de alta densidad entre las capas de arcilla para construir rellenos sanitarios que operan generalmente de forma eficiente [11].

2.2.10.4.3.7 Control de los Lixiviados o Percolados

Como consecuencia de la impermeabilización de los rellenos sanitarios, se acumulan en ellos volúmenes importantes de líquidos percolados, los cuales deben ser manejados correctamente. Es importante que los rellenos sanitarios cuenten con los elementos necesarios para mantener el control total de los lixiviados. Entre las formas de control de lixiviados se pueden mencionar las siguientes: almacenamiento en lagunas para luego recircularlos con equipos de bombeo, sistemas de drenaje al interior del relleno, depósitos de almacenamiento y tratamiento químico y/o biológico de lixiviados.

Es importante establecer un sistema de monitoreo rutinario que permita detectar y anticipar el eventual paso de líquidos percolados a través del terreno y subsecuentemente adoptar las medidas preventivas y correctivas que corresponda para evitar riesgos a la población, por consumo de agua de mala calidad ^[11].

2.2.10.4.3.8 Producción de Biogás

Como resultado de la descomposición de los RSM en condiciones anaeróbicas, se generan ciertos gases de mayor o menor utilidad económica e impacto sobre el medio ambiente. En un relleno sanitario, la cantidad de gases producidos y su composición depende de las características de los residuos orgánicos, de su estado y de las condiciones del medio que pueden favorecer o desfavorecer el proceso de descomposición.

Por lo general, los componentes principales del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), en proporciones de aproximadamente 65-35%. Estos gases constituyen aproximadamente el 97% del gas. Tanto el metano como el dióxido de carbono son incoloros e inodoros, siendo otros gases, tales como el ácido sulfhídrico y el amoníaco los que le otorgan el olor característico al biogás y permiten su detección por medio del olfato. El gas metano se produce en los rellenos en concentraciones dentro del rango de combustión, lo que confiere al biogás ciertas características de peligrosidad con riesgos de incendio o explosión y de ahí, la necesidad de mantener un control estricto sobre él ^[11].

Algunos componentes del biogás:

- Metano (CH₄)
- Dióxido de Carbono (CO₂)

- Ácido sulfhídrico
- Amoníaco
- Otros

Control del biogás:

En los rellenos sanitarios, se utilizan varios niveles de celdas para la disposición de los residuos, a fin de lograr una producción continua de biogás en el transcurso de algunos años.

Por esta razón resulta conveniente instalar chimeneas de drenaje, distantes entre sí a unos 20 ó 25 metros. En realidad la distancia exacta entre las celdas debe ser definida una vez que se hayan realizado estudios detallados de los terrenos seleccionados para la construcción de los rellenos sanitarios, lo que permitirá determinar el llamado “radio de influencia” (distancia medida desde el centro de la chimenea que es influenciada por el drenaje). En la figura 2.10 y 2.11 se observa imágenes de una planta de procesamiento biogás en un relleno sanitario.



Figura 2.10 Ejemplo del aprovechamiento del biogás en los rellenos sanitarios ^[11]

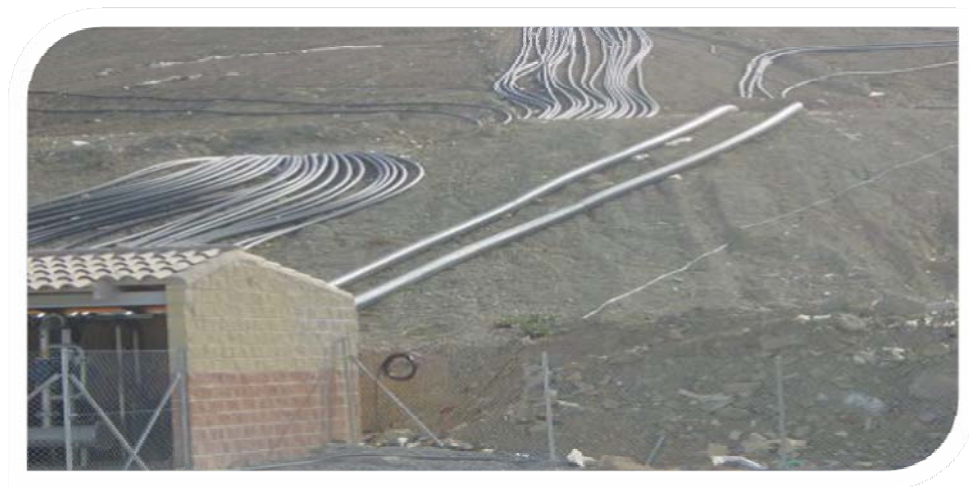


Figura 2.11 Ejemplo del aprovechamiento del biogás en los rellenos sanitarios ^[11]

2.2.10.4.3.9 Impactos Ambientales de los Rellenos Sanitarios

Los impactos que puede sufrir el medio ambiente como resultado del desarrollo de las tres etapas de los rellenos sanitarios pueden ser diversos y quizás el impacto más relevante es el que se produce en las etapas de operación y construcción de los

rellenos. Los efectos de los variados impactos pueden verse incrementados o disminuidos por las condiciones climáticas del lugar y por el tamaño de la obra que se ejecute ^[11].

A. Impactos ambientales en la etapa de construcción:

- Remoción de la capa superficial del suelo (alteración de la vegetación y la fauna);
- Movimientos de tierra;
- Interceptación y desviación de aguas de lluvias superficiales;
- Interferencia al tránsito (efectos barreras);
- Alteración de la permeabilidad propia del terreno;
- Alteración del paisaje;
- Fuente de trabajo (corto plazo);
- Actividades propias de las faenas de obras civiles: ruido, polvo, tránsito, movimiento de maquinaria pesada.

B. Impactos ambientales en la etapa de operación:

- Impactos por incremento del movimiento.
- Contaminación atmosférica: malos olores y ruidos.
- Contaminación de aguas: líquidos percolados.
- Contaminación y alteración del suelo: diseminación de papeles, plástico, y materiales ligeros, extracción de tierra para ser utilizada como material de cobertura.
- Impacto paisajístico: cambio en la topografía del terreno, modificación en la actividad normal del área.
- Impacto social: fuente de trabajo, incremento de la actividad vial.

C. Impactos ambientales en la etapa de clausura

- Impacto paisajístico; recuperación de la vegetación y de la fauna.
- Impacto social; integración de las áreas a la comunidad, disminución eventual de fuentes de empleo.

2.2.10.4.3.10 Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación empleadas para reducir los impactos ambientales negativos de un relleno sanitario dependen de una serie de factores, entre los cuales destacan: las características del proyecto, la tecnología usada, la localización y el tamaño del relleno, las condiciones de operación y las características del clima, entre otras. No obstante, es posible identificar los impactos más frecuentes de los rellenos sanitarios y las medidas que normalmente se emplean para su mitigación ^[11], estas se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Medidas de Mitigación

<p>Olores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización de pantallas vegetales, (árboles y arbustos) ▪ Tratamiento de los líquidos percolados ▪ Quema del biogás cuando se genere suficiente cantidad de metano
----------------------	---

Ruidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pantallas vegetales ▪ Utilizar equipos de baja emisión de ruidos
Alteración del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adecuada impermeabilización del relleno sanitario, para evitar filtraciones ▪ Vegetación para evitar erosión y material de relleno para nivelar zonas con asentamiento diferencial o pendientes fuertes
Diseminación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Configurar barreras para evitar que el viento incida sobre el frente de trabajo. ▪ Utilizar mallas interceptoras. ▪ Desprender los residuos de camiones antes de que estos abandonen el relleno.
Control de vectores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener aislado sanitariamente el recinto mediante la formación de un cordón sanitario que impida la infestación del relleno por roedores y el paso de especies animales desde y hacia el relleno sanitario. ▪ Realizar fumigaciones y desratizaciones, como mínimo cada 6 meses. ▪ Los elementos químicos que se empleen en esta actividad, deben estar aceptados por la legislación.

Continuación de la Tabla 2.5 Medidas de Mitigación

Incremento del movimiento vehicular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratar de que la recolección se haga en horas diferidas. ▪ En caso de que se reciban vehículos de estaciones de transferencia tratar que estos lleguen en forma secuencial.
--	--

Líquidos Percolados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Almacenamiento en depósitos cerrados. ▪ Recirculación. ▪ Tratamiento físico, químico y/o biológico.
Biogás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracción con fines de utilización. ▪ Quema controlada.

Fuente: ONUDI, 2007 ^[11].

2.2.10.5 El Uso de Tecnologías Limpias

Las tecnologías limpias, denominadas también, tecnologías alternativas son aquellas que son diseñadas para obtener mayor rendimiento de los recursos utilizados reduciendo o eliminando los daños al medio ambiente. Entre estas tecnologías limpias se encuentran las desarrolladas para producir energías alternativas.

¿A qué se denomina fuentes renovables de energía? Son las fuentes de energías no agotables, nada o poco contaminantes, tan conocidas como la radiación solar, el viento, los combustibles vegetales, las mareas o las aguas termales y que vuelven hoy a ser la reserva más importante de energía. Entre ellas también se puede mencionar el hidrógeno y la fusión nuclear.

Exceptuando la termal o geotérmica, tales fuentes de energía son denominadas inagotables. Sin embargo, es necesario detenernos en un ejemplo para entender mejor lo importante de la evolución de estos conceptos y cómo deben ser interpretados. Si la ya escasa agua que existe en el planeta para el consumo humano se contamina, ¿podemos continuar diciendo que este recurso es inagotable? Claro que no, por lo que

hay que redimensionar estos términos y hacer un uso adecuado de los recursos naturales, porque al final, todos se pueden agotar si pierden sus cualidades.



Figura 2.12 Colectores solares ^[11].

Los biocombustibles y el hidrógeno son fuentes de alta densidad energética y, por consiguiente, pueden sustituir los combustibles fósiles en la producción de calor y electricidad o como carburantes para vehículos, con la ventaja de no ser contaminantes. Las dificultades técnicas que plantea su uso son mínimas en cuanto a la adaptación de quemadores, calderas y motores, pero ya no lo son tanto en lo que respecta a la obtención eficiente de hidrógeno.

La energía del mar se puede convertir en electricidad siguiendo los mismos principios que en las centrales hidroeléctricas; ahora bien, aún están por desarrollar

soluciones apropiadas a las condiciones de dureza del medio marino y mejorar el conocimiento de la dinámica del mar en las zonas litorales. En cambio, la energía geotérmica y, sobre todo, la solar y la eólica ya tienen una aplicación inmediata a gran escala para calefacción e instalaciones eléctricas de baja potencia, o sea, para usos locales y descentralizados ^[11].

2.3 Base legal

El desarrollo de este trabajo de investigación se sustenta en las siguientes normativas legales vigentes en el país:

- A. **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999):** en su título III capítulo IX “De los Derechos Ambientales” establece en el artículo 127: Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. (...) “Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono. Las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”.

Asimismo, es de interés que de los 350 artículos numerados de la Constitución Nacional, 130 hacen referencia directa o indirecta a la libre participación ciudadana en los asuntos públicos. El Artículo 168 señala que: ...Las actuaciones del municipio en el ámbito de su competencia se cumplirá incorporando la participación ciudadana al proceso de

definición y ejecución de la gestión pública y al control y evaluación de los resultados, en forma efectiva, suficiente y oportuna...

- B. Ley Orgánica del Ambiente (Gaceta Oficial N° 5.833 de fecha 22 de Diciembre de 2006):** tiene por objeto establecer las disposiciones y mecanismos para desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, en su artículo 63 contempla: A los fines de la conservación, prevención, control de la contaminación y degradación de los suelos y subsuelos, las autoridades ambientales deberán velar por: La utilización de prácticas adecuadas para la manipulación de sustancias químicas y en el manejo y disposición final de desechos domésticos, industriales, peligrosos o de cualquier otra naturaleza que puedan contaminarlos suelos.
- C. Ley Orgánica del Poder Publico Municipal (Gaceta Oficial N° 38.204 de fecha 08 de Junio de 2005):** en su Título III, Capítulo I “De la Competencia de los Municipios y Demás Entidades Locales” contempla en el Artículo 64 que: A los municipios les corresponde la protección del medio ambiente y de la salubridad pública, el suministro de agua y el tratamiento de las aguas residuales. Igualmente (...) “La administración municipal tendrá a su cargo la gestión de la materia de los residuos urbanos”...
- D. Ley de Residuos y Desechos Sólidos (Gaceta Oficial N° 38.068 de fecha 18 de Noviembre de 2004):** tiene por objeto el establecimiento y aplicación de un régimen jurídico a la producción y gestión responsable de los residuos y desechos sólidos, cuyo contenido normativo y utilidad práctica deberá generar la reducción de los desperdicios al mínimo, y

evitará situaciones de riesgo para la salud humana y calidad ambiental. A sus efectos en el Artículo 2 establece que los intereses generales del objeto son: 1) Garantizar que los residuos y desechos sólidos se gestionen sin poner en peligro la salud y el ambiente, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos. 2) Dar prioridad a las actuaciones tendentes a prevenir y reducir la cantidad de residuos y desechos sólidos, así como evitar el peligro que puedan causar a la salud y al ambiente. 3) Promover la implementación de instrumentos de planificación, inspección y control, que favorezcan la seguridad y eficiencia de las actividades de gestión del manejo de los residuos y desechos sólidos. 4) Asegurar a los ciudadanos el acceso a la información sobre la acción pública en materia de gestión de los residuos y desechos sólidos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas. 5) Mejorar el ambiente y la calidad de vida, con disposiciones eficientes en cuanto a la seguridad sanitaria.

Es importante acotar que el 7 de enero del presente año, la Asamblea Nacional aprobó en primera discusión el proyecto de Ley para la Gestión del Manejo Integral de Desechos Sólidos no Peligrosos, presentado por la Comisión Permanente de Ambiente, Recursos Naturales y Ordenación Territorial ante la necesidad de acometer con eficacia la solución del grave problema ambiental del manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

El proyecto de ley profundiza en la competencia nacional, en todos los aspectos relacionados con el trazado de políticas públicas y directrices sobre el manejo de residuos y desechos sólidos, la supervisión, la fiscalización y sanción en la sede administrativa, de las actividades realizadas en contravención de la normativa técnica sobre la materia. La ley crea una Superintendencia Nacional de Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos, bajo la figura de Instituto Público Nacional, instancia a

la cual se le asignan competencias para supervisar, fiscalizar, sancionar en todas las fases del manejo de los residuos y desechos sólidos, a nivel nacional; asimismo se le adjudican funciones en la formulación de políticas públicas sobre la materia y facultades para la contratación y ejecución de obras destinadas a servir como rellenos sanitarios.

Otra innovación del proyecto de ley que se propone es la labor preventiva y cautelar, en aplicación de los principios de gestión ambiental establecidos en la Ley Orgánica del Ambiente (2006) y en derecho ambiental internacional para evitar el daño al ambiente o la salud. En tal sentido, se consagra la restricción a la generación de residuos y desechos sólidos incluyendo la regulación de las acciones previas a la generación de los residuos y desechos, tanto por incentivos a la reutilización, recarga, retorno y biodegradabilidad de los materiales que conforman los envases o envoltorios en forma general, empaques, envoltorios y recipientes, como por la restricción de los que tengan ciclos de vida o desechables, especialmente si son productos de consumo masivo inmediato. Con ello se encaminan acciones directas sobre las causas del problema y no solo sobre sus efectos, como hasta ahora. Las regulaciones incorporadas a la ley permiten combatir las prácticas frecuentes de importar desechos indirectamente, muchas veces de naturaleza peligrosa como las baterías de juguetes, envases con polímeros o pigmentos peligrosos, vidrios mezclados con polímeros o minerales que los hacen no reciclables.

En el mismo orden de ideas sobre la prevención, se incorpora un título específico para fomentar la formación de conciencia ciudadana ambientalista y de consumo con responsabilidad ambiental, a través de la educación de manera de incidir en la modificación de los hábitos de consumo, y al mismo tiempo lograr actuar en su rol de contraloría social de manera de allanar el camino hacia la participación protagónica de la ciudadanía.

El proyecto de ley contiene un conjunto sistemático de normas, con relación a la utilización de tecnologías aplicadas a la disposición final, al estudio de factibilidad de las mismas y al aval que requieren para ser ofertadas públicamente en el país; se definen las conductas y obligaciones a cargo de los generadores, prestadores de servicios y usuarios, con las respectivas sanciones pecuniarias y corporales, que conllevan el incumplimiento de aquellas. Se establecen disposiciones sancionatorias, en las cuales se incluye la obligatoriedad de reparación del daño causado al ambiente o la salud, la limpieza y el ornato público, para lo cual será taxativamente exigida la responsabilidad civil que garantice tales reparaciones o restauraciones ambientales [25].

Cabe destacar que el mencionado proyecto de Ley para la Gestión del Manejo Integral de Desechos Sólidos no Peligrosos, será anexado a este trabajo de investigación y también será tomado en cuenta para el desarrollo del mismo, ya que dicho proyecto de ley se realizó con la participación activa de entes públicos y privados basándose en los problemas relacionados con el manejo de los desechos sólidos que presenta nuestro país actualmente, además de que incorpora a la comunidad e incentiva la participación popular para realizar proyectos que le den solución al problema.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

La investigación de acuerdo al propósito es **aplicada**, ya que el desarrollo de la propuesta, tiene como finalidad generar información que sirva de sustento para la formulación de alternativas para mejorar el manejo y disposición final de los residuos y desechos sólidos en las comunidades de las urbanizaciones Boyacá IV y V. Según sabino [26], la investigación aplicada persigue fines directos e inmediatos para la solución de un problema, y la define como “...cualquier estudio que se proponga evaluar los recursos humanos o naturales con que cuenta una región para lograr su mejor aprovechamiento o en las investigaciones encaminadas a conocer las causas...”.

De acuerdo, al nivel de conocimiento de investigación constituye un **proyecto factible** teniendo como finalidad establecer estrategias para solucionar el problema social, ambiental y sanitario de la gestión inadecuada de los residuos y desechos sólidos, que se están presentando en el área de estudio. De igual manera, permitió dar soporte a la fase diagnóstica de la investigación y llevar a cabo la propuesta que es el objetivo general de la misma, valiéndose de la planificación para hacer probable un futuro deseado.

Por lo tanto, se considera que cubre con los requerimientos de un proyecto factible según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador citada por Hurtado [27] que lo define como:

La elaboración de una propuesta o de un modelo, los cuales constituyen una solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social o de una institución, o de un área particular del conocimiento a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos causales involucrados y las tendencias futuras.

Finalmente, de acuerdo a la estrategia es **de campo y documental**. Se considera de campo, debido a que se recopilaban los datos directos de la realidad para así obtener los indicadores más comunes sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos en las comunidades en estudio permitiendo determinar las características de los residuos y desechos sólidos que se generan y ponderan las opciones de los pobladores.

Según Mercado, ^[28] “la investigación de campo es la observación, anotación y obtención de datos conseguidos directamente de las personas, objetos o fenómenos sujetos a estudios”.

Para Fernández ^[29] la estrategia documental “... se va a efectuar en función de fuentes documentales, restos y evidencias concretas recopiladas o identificadas por el investigador”. En esta investigación se aplicó una estrategia de tipo documental, porque se obtuvo información relativa al sistema operativo y técnico del manejo de los residuos y desechos sólidos de las urbanizaciones Boyacá IV y V, así como de la disposición final de los mismos, a través de la revisión y recopilación de las diversas fuentes documentales internas y públicas de la Mancomunidad de Aseo Urbano (MASUR), así como la revisión de registros estadísticos para el Municipio Simón Bolívar y las comunidades de Boyacá IV y V realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Para Tamayo (cit. Castro ^[30]) “la población es la totalidad del fenómeno estudiado en donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

Para fines de esta investigación existen dos (2) poblaciones de estudio, la población Boyacá IV y la población Boyacá V, que comprenden todas personas que habitan en las viviendas u hogares de cada urbanización respectivamente. La población Boyacá IV está conformada por 5.911 habitantes, mientras la población Boyacá V posee 14.870 habitantes de acuerdo a la base de datos del Instituto Nacional de Estadística para el año 2001.

$$\mathbf{Población}_{(2001)} = \mathbf{Población}_{\text{Boyacá IV}} + \mathbf{Población}_{\text{Boyacá V}}$$

$$\mathbf{Población}_{(2001)} = 5.911 \text{ habitantes} + 14.870 \text{ habitantes}$$

$$\mathbf{Población}_{(2001)} = 20.781 \text{ habitantes.}$$

3.2.2 Muestra

Fernández [29], define la muestra como “el subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”.

Para el cálculo de las muestras representativas de las encuestas realizadas a población que reflejen un alto grado de confiabilidad y reducido porcentaje de error, se empleó la fórmula estadística recomendada por Cantanhede y colaboradores ^[31] para la caracterización de residuos y desechos sólidos, la cual se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{(N + 1)E^2 + (Z^2 \cdot p \cdot q)} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

Z = 1,96. Para un grado de confianza de 95%

N = total de la población

E = error permisible para el investigador

p = probabilidad de que ocurra un evento

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

Para el estudio de utilizaron los siguientes valores:

Z= 1,96. Para un grado de confianza de 95%

N = 28.570 habitantes (población actual calculada en el subcapítulo 3.5)

E = 5%

p = 0,50.

q = 0,50.

Al aplicar la ecuación n° 2, el número de viviendas a muestrear mediante encuestas sería de:

$$n = \frac{1.96^2 \times 28570 \times 0.50^2}{(28570 + 1)(0.05)^2 + [1.96^2 \times 0.50^2]}$$

$$n = 379.049 \approx 380 \text{ encuestas}$$

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El método empleado para esta investigación fue la observación, ya que en la investigación todos los datos fueron obtenidos a través de apreciaciones observadas in situ en el área de estudio, así como el empleo de varias técnicas, instrumentos y actividades de apoyo. Se utilizaron tres técnicas de recolección de datos: la observación estructurada, la encuesta y el análisis documental.

La **observación estructurada** constituyó una herramienta para los investigadores ya que permitió el establecimiento de una lista de los aspectos a considerar durante las visitas y entrevistas con funcionarios de MASUR en sus tres departamentos (relleno sanitario, garaje de control y mantenimiento y en las oficinas administrativas), para describir la situación actual del manejo de los residuos y desechos sólidos en las urbanizaciones de estudio, evitándose prescindir de algún elemento o aspecto relevante para la investigación.

Para Hurtado ^[27], en la observación estructurada, “el investigador utiliza instrumentos más detallados para la recopilación de los datos, estableciendo con anterioridad los aspectos que se han de observar (categorías y subcategorías)”.

Los instrumentos utilizados fueron la guía de observación y la lista de chequeo. Para la investigación se entiende como guía de observación y lista de chequeo una hoja donde se codificaron las categorías a observarse en un contexto social o natural. Este fue empleado para registrar los datos obtenidos de la caracterización de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V durante 6 días, y para la descripción del manejo actual de los mismos.

La **técnica de encuesta** fue empleada por los investigadores para registrar la percepción conocimiento y participación de los pobladores sobre la gestión de los

residuos y desechos sólidos en el sitio de estudio. Se toma en consideración la encuesta es una técnica definida por Fernández ^[29], como la “obtención de información a través de las preguntas formuladas a otras personas”.

El instrumento utilizado fue el cuestionario el cual constituye una encuesta estructurada que fue dirigida a las personas que conforman los concejos comunales de cada comunidad en estudio. El cuestionario es un instrumento de recolección de datos que agrupa una serie de pregunta o ítems relativos a una situación temática particular, sobre la cual, el investigador debe obtener información.

Según Castro ^[30], el **análisis documental** “es la técnica mediante el cual se examinan un documento destacándose los elementos más resaltantes del mismo”. Esta técnica fue utilizada por los investigadores en la recopilación de información de interés relacionada con la situación de la gestión de los residuos y desechos sólidos del Municipio Simón Bolívar y de las urbanizaciones Boyacá IV y V, a través de la revisión detallada de trabajos previos, informes y datos expresos de la Universidad de Oriente, MASUR y otras instituciones. Así mismo, la aplicación de esta técnica fue de gran utilidad para discriminar la información relevante para la investigación, obtenida en los datos estadísticos poblacionales del Instituto Nacional de Estadísticas y otros recursos.

Para la elaboración de los instrumentos se considero el alcance de los objetivos de la investigación con el fin de recabar información según la población y la muestra a estudiar.

Instrumento #1: es una guía de observación denominada planilla de campo que recopila y codifica la información general de las urbanizaciones en estudio.

Instrumento#2: es una guía de observación que tuvo como propósito registrar los datos de generación y composición de los residuos y desechos sólidos muestreados en las comunidades en estudio, durante el periodo de muestreo.

Instrumento #3: es una lista de chequeo que sirvió de guía para la recolección de la información general sobre la situación de la gestión, de los residuos y desechos sólidos del área en estudio, obtenidas a través de la observación directa e información suministrada por funcionarios de MASUR y otras instituciones.

Instrumento #4: es un cuestionario dirigido a los habitantes de las comunidades Boyacá IV y V, para la obtención de datos indicativos de la percepción y conocimiento de la población en relación a la gestión de los residuos y desechos sólidos en su comunidad y determinar la participación social en este aspecto. Se estructura a través de ítems de forma abierta o cerrada

3.4 Técnica de Análisis de Resultados

Toda investigación requiere análisis de datos el cual conducirá a las interrogantes planteadas en el estudio, para elaborar registros y cuadros de la realidad estudiada que permita sintetizar e interpretar los datos, y a su vez, orientar las decisiones y el tratamiento analítico de la información.

Para proceder a examinar los datos se utilizaron varias técnicas para el análisis descriptivo de acuerdo a las características reflejadas en los diferentes instrumentos, tales como:

El Análisis de contenido, es una técnica que permitió hacer deducciones válidas y confiables de datos con respecto a su contexto, “en virtud de cual las

características relevantes del contenido de un mensaje se transforma a unidades que permitan descripción y análisis precisos” (Hernández ^[33]). Esta técnica fue de gran utilidad para realizar la descripción de la situación de la gestión de los residuos y desechos sólidos de las comunidades Boyacá IV y V, y agrupar contenidos significativos de las observaciones registradas en las listas de chequeo y el cuestionario a utilizarse en esta investigación para describir la situación del manejo de los residuos y desechos sólidos en el área de estudio; y determinar la percepción y opiniones de los ciudadanos referentes al manejo de los mismos.

Análisis situacional, es una técnica que permite establecer un vínculo para ordenar y analizar todas las causas que contribuyen a la deficiente gestión de los residuos y desechos sólidos en las urbanizaciones Boyacá IV y V, basándose en la descripción de la realidad que se presenta a través de dos dimensiones, una interna y otra externa. En la interna, se estudiaron las fortalezas y debilidades que tiene la situación o sistema, y en la externa, se analizaron las amenazas que provienen del entorno, así como las oportunidades que ofrece.

Para Tréllez (2001:44) en el caso de situaciones ambientales se recomienda aplicar este análisis en su versión modificada, en la cual se le agregan a los elementos diagnósticos algunas alternativas estratégicas. Así, a las fortalezas se les añadió la forma de consolidarlas, a las debilidades, la manera de superarlas, a las oportunidades la forma de aprovecharlas, y a las amenazas, las vías para contrarrestarlas.

Análisis estadístico descriptivo, tiene como finalidad “describir los datos, los valores, o las puntuaciones obtenidas para cada variable” (Hernández, 2006:425), a través de los datos recabados en los diferentes instrumentos utilizados en la investigación. Para realizar el análisis descriptivo, se utilizaron la **distribución de frecuencia**, que permitió ordenar las puntuaciones en sus respectivas categorías, además de facilitar que se agreguen los porcentajes de casos en cada una de las

categorías. **Las medidas de tendencia central**, como son la mediana y la media, permitiendo la obtención de valores medios o centrales de la distribución de los datos dentro de la escala de medición, facilitando así el análisis del conjunto de datos recolectados, de igual manera fueron complementado con **La medida de variabilidad de desviación estándar**, la cual fue empleada para medir el grado de dispersión de los datos. Los índices obtenidos del análisis descriptivo representarán de manera sencilla la forma como se manifiesta el evento en estudio. La presentación de la información se realizó en cuadros, gráficos de barra y circulares para facilitar su comprensión.

3.5 Procedimiento para el Logro de los Objetivos

Para alcanzar el objetivo general planteado en la presente investigación, fue necesaria la ejecución de actividades de manera secuencial y coordinada para garantizar el éxito de las mismas. Para facilitar la planificación de este trabajo de investigación esta se dividió de acuerdo al alcance de los objetivos planeados, los cuales se explican detalladamente a continuación:

Objetivo N° 1. Estudiar las fuentes y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad.

Las actividades comprendidas para este objetivo involucraron como primer paso realizar la caracterización de los residuos y desechos sólidos, que comprende la generación, composición y clasificación de los mismos. Para realizar esta caracterización se aplicó la metodología para la caracterización y el análisis de los residuos y desechos sólidos utilizados por el Centro Panamericano Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), la Asociación Interamericana de

Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y la Organización Panamericana de la Salud la cual consiste en el siguiente procedimiento

Para la Generación:

1. Se visito por seis (6) días continuos la ruta de recolección actual del área en estudio. El primer día del periodo de muestreo, se recolectaron las bolsas que contenían los residuos generados antes de ese día (2 días).

2. Una vez definido el tamaño de la muestra (alrededor de 100 kg. aproximadamente) representativa se seleccionaron de manera aleatoria las bolsas de desechos sólidos a muestrear, antes de que fueran compactadas por el camión recolector.

3. Los días de recolección, después de la recogida y traslado de los residuos sólidos generados del día anterior, se habilitó un sitio para realizar la composición, se procedió a pesar cada una de las bolsas anotando su valor en la guía de observación, señalando el día en que fue generado. En función de los datos recopilados en la guía de observación, y a través de una relación matemática se obtuvo la generación per cápita o tasa de generación diaria de residuos de las comunidades en estudio y del relleno sanitario.

Objetivo N° 2. Estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano.

Como es necesario conocer la cantidad de habitantes que en la actualidad hacen vida en los sectores en estudio, se realizo la proyección de la población para el

presente año (2010), la cual se determinó aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el CEPIS.

Un crecimiento de la población en forma geométrica, 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:

$$N_t = N_0(1+r)^n$$

(Ec. 3)

Donde:

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

n = número de años

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:

$$r = \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{1/t} - 1$$

(Ec. 4)

Donde:

$1/t$ = Tiempo intercensal invertido.

Para este caso, se empleó la tasa de crecimiento geométrica equivalente a 3.60%, ya que según el INE este es el valor para el Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui. De acuerdo a la población actual (2001) y aplicando la fórmula del método geométrico [Ec. 3] se obtuvo para el año 2010 una proyección de la población:

$$\begin{aligned} Pf_{2010} &= P_{\text{actual}}(2001) \times (1 + 0,036)^9 \\ Pf_{2010} &= 20.781 \times (1 + 0,036)^9 \\ Pf_{2010} &= 28.569,6053 \approx 28.570 \text{ habitantes.} \end{aligned}$$

Este número de habitantes fue el utilizado para calcular la muestra en el punto 3.2.2 de este capítulo.

La población proyectada para la urbanización Boyacá IV dio como resultado un total de 8.127 habitantes y para Boyacá V 20.443 habitantes.

Objetivo N° 3. Determinar la composición de los desechos sólidos generados por la comunidad y las tasas de producción de los mismos.

1. Para determinar la composición física de los residuos sólidos se utilizaron las muestras correspondientes a 6 días al finalizar cada jornada diaria de recolección. Se tomo una muestra de 10 a 14 bolsas plásticas para luego esparcirla en el sitio seleccionado, el peso de las muestras variaban desde 99,10 kg hasta los 114,89 kg las cuales son consideradas representativas.

2. Se colocaron en un área sobre una lona plástica y se vertió el residuo formando un montón, con el objetivo de homogenizar la muestra y que resulte manipulable. En este procedimiento se obviaron los desechos de baños, ya que en sí constituyen una categoría de clasificación, y que de mezclarse por no ser reutilizables podrían interferir en el porcentaje de los otros productos o categorías.

3. Se observó que algunas bolsas estaban húmedas, por lo que se procedió esparcirlas con una pala y dejarlas al sol durante una hora aproximadamente para que se secaran un poco.

4. Luego de constatar que los materiales se encontraban secos se inicio con la clasificación de cada grupo de los materiales, donde al separar los componentes se clasificaron de acuerdo a las siguientes características:

- Papel
- Cartón
- Materia orgánica: madera, residuos de alimentos, residuos de jardinería.
- Metal
- Vidrio
- Plástico
- Papeles o Desechos de baño
- Envases tipo Tetra-pack
- Otros (caucho, textiles, escombros, etc.)

5. Para clasificar los componentes se utilizaron bolsas de polietileno donde se fueron colocando directamente cada uno de los componentes y al final de la recolección fueron pesados en una balanza, registrándose el valor en la guía de observación señalando el día en el que se realizó el muestreo. Posteriormente, mediante cálculos matemáticos se obtuvo el porcentaje de cada componente de acuerdo al peso total de los residuos recolectados en un día y el peso de cada componente.

6. Este procedimiento se repitió durante los seis (6) días que duró el muestreo. Finalmente, por promedio simple se determino el porcentaje promedio de los componentes y se estableció estadísticamente el valor de los mismos para toda la comunidad. Las ecuaciones empleadas para calcular dichos valores fueron las siguientes:

Para el calculo de la media aritmetica:
$$\bar{X} = \sum X_i / N$$
 (Ec. 5)

Para el calculo de la Varianza:
$$v = \sum (X_i - \bar{X})^2 / N - 1$$
 (Ec. 6)

Para calcular la Desviacion Standar:
$$d = (v)^{1/2}$$
 (Ec. 7)

Donde:

X_i = Peso observado para cada muestra.

\bar{X} = Media Aritmética.

N = Número de pruebas.

d = Desviación Standard.

v = Varianza.

7. Para la determinación de la tasa generación o producción per cápita (ppc), primero se conoció la cantidad de los desechos sólidos generados por día y la población del Municipio Simón Bolívar. Esta tasa se calculará de manera práctica y teórica.

La tasa de generación o producción per cápita (ppc) 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:

$$T_g = \frac{D_s}{hab} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

T_g : Tasa de generación o ppc por habitante por día.

D_s : Producción total de residuos sólidos por día (Kg/ día).

Si los valores conocidos son la tasa de generación y el número de población, la ecuación 3 queda modificada en la expresión:

$$D_s = T_s * \text{Habitantes} \quad (\text{Ec. 9})$$

En base a los censos realizados en el 2001, para el presente año (2010) la población proyectada para el municipio Simón Bolívar, según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) es de 447.700 habitantes y su producción per cápita de desechos se estima entre el rango de 0,6 y 1,1 Kg/hab/día, cifra estimada según lo reporta el Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Venezuela realizado en el año 2000 por el Ministerio del Ambiente, para poblaciones entre 100.00 y 500.00 habitantes.

En base a trabajos anteriormente realizados en la zona y tomando el valor más crítico de producción per cápita, la tasa de generación teórica para el Municipio Simón Bolívar se asumió en 1,1 Kg/hab/día.

8. Para 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.

Por ejemplo para el día Martes 11 de mayo de 2010, se tomó una muestra de 107,56 Kg. clasificaron las muestras tomadas y el peso total se obtuvo de la siguiente manera:

Peso total clasificado = 7,90 Kg. + 12,80 Kg. + 7,20 Kg. + 1,78 Kg. + 17,35 Kg. + 48,73 Kg. + 1,50 Kg. + 8,20 Kg. + 2,10 Kg.

Peso total clasificado = 107,56 Kg.

Diferencia = Peso total muestreado – Peso total clasificado

Diferencia = 108,94 Kg. – 107,56 Kg.

Diferencia = 1,38 Kg

9. El valor de la densidad se realizo para residuos sólidos compactados y se obtuvo dividiendo el peso de los desechos recolectados por el camión durante los seis días de seguimiento de la ruta, entre el volumen diseñado para la carga de material de dicho vehículo.

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad (\text{Ec. 10})$$

Objetivo N° 4. Analizar los servicios, sistemas de recolección, los medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario.

En esta fase se describieron las condiciones actuales de la prestación del servicio de aseo, en todos los elementos que lo conforman, así como las características físicas, y ambientales existentes en las comunidades Boyacá IV y V, en relación con la generación y el manejo de los residuos. Definiéndose una línea base que describe el estado actual de la prestación del servicio, para ello se recopiló toda la información disponible, utilizándose una lista de chequeo que sirvió de guía para la recolección de la información general sobre las situación de gestión actual de los residuos sólidos en las urbanizaciones en estudio, tomando en cuenta los elementos que integran el manejo de los mismos.

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. Igualmente, se realizaron recorridos por las comunidades Boyacá IV y V para obtener una visión general de la situación. Así mismo se realizaron entrevistas a funcionarios de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, INE y MASUR, para recabar toda la información necesaria con la mayor objetividad y precisión sobre los aspectos técnicos y operativos.

Se aplicó una encuesta a los habitantes de las urbanizaciones en estudio, con el objetivo de obtener una percepción y opiniones de la población en torno al manejo de los residuos sólidos, sus conocimientos sobre el tema, indagar acerca de la forma de almacenamiento temporal de los residuos sólidos en las viviendas y determinar su receptividad a recibir recomendaciones en cuanto al manejo de los residuos y desechos sólidos.

En el Anexo n° 4, se presentan 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; 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. 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, martes, jueves y sábado, 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.

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, sillas, etc.).
- Acceso y movilidad a las calles.

Objetivo N° 5. Diseñar rutas de recolecciones efectivas y posibles.

Para el cumplimiento de este objetivo no existe regla fija alguna, pues el diseño de las rutas depende de una serie de factores que deben ser tomados en consideración. Algunos de estos factores incluyen:

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

Tomando en consideración los aspectos propuestos por George Tchobanoglous en el libro “Desechos Sólidos” 1986, los procedimientos generales para el diseño de las rutas se realizaron de la siguiente manera:

Paso 1: Sobre un mapa de escala relativamente grande, del área residencial se dibujaron los datos de:

- Localización
- Frecuencia de recolección
- Capacidad del vehículo de recolección
- Densidad de compactación
- Número de días de la semana en que se realiza la recolección
- Número de viajes por día.

Paso 2: se estimó la cantidad de desechos recolectados de cada día que se realizó la operación de recolección y se calculó la densidad de compactación, con estos valores se proponen algunas combinaciones de recogida, coordinando los días de recolección con las producciones de desechos de cada subsector del área a servir.

Paso 3: una vez que se conoció la información anterior se pudo proceder a trazar las rutas de recolección como sigue:

Partiendo del sitio del garaje de los vehículos, se trazaron varias alternativas de recolección de manera que unieran todos los puntos de recogida a ser atendidos durante cada día de la recolección. Estas rutas se trazaron de manera que el último de estos lugares sea el más próximo al área de disposición final.

Paso 4: en algunos casos fue necesario reajustar la ruta de recolección para balancear la carga de trabajo. Después se establecieron las rutas más efectivas.

Para realizar la diagramación de la ruta se tomo en consideración el procedimiento recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 1998.

La diagramación consiste en desarrollar una ruta de recorrido para cada subsector, de manera que permita a cada equipo llevar a cabo el trabajo de recolección de basura con una menor cantidad de tiempo y recorrido.

Para realizar el trabajo de diagramación se requirieron los siguientes datos:

- Lugar del garaje.
- Lugar de disposición final.
- Sentidos de circulación.
- Vías servibles y vías no servibles.
- Tipo de trazo de ruta.

En cuanto al tipo de trazado de rutas del CEPIS, se utilizo el sistema de “peine”; en este tipo de recorrido la cuadrilla de recolección, recoge simultáneamente en ambos lados de la vía por lo que solo recorre una vez cada vía. Este sistema es el más indicado en las calles de un solo sentido de circulación y de poca densidad de población.

Reglas comunes de diagramación:

- Deben evitarse duplicaciones, repeticiones y movimientos innecesarios.
- Deben tomar en cuenta las disposiciones de transito.
- Debe contener el menor número posible de vueltas a la izquierda y redondas (en “U”). con el propósito de evitar pérdidas de tiempo al cargar, evitar riesgos al personal y minimizar la obstrucción al tráfico.

- Deben comenzar lo más cerca del garaje y terminar lo más cerca al sitio de disposición final, de manera de invertir menos tiempo de acarreo.
- Cuando se realiza el trazo de peine se recomienda hacer trazos largos y rectos.

Objetivo N° 6. Proponer el manejo y disposición final de los desechos sólidos.

Luego de obtener los resultados del análisis este permitió establecer una línea de acción prioritaria, facilitando la toma de decisiones de estrategias para mejorar la gestión de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V. Los objetivos propuesto constituyen un reflejo de la situación real de la gestión integral de los residuos sólidos en relación con la que se desea alcanzar a través de la ejecución de programas que corresponderán a la solución de las problemática identificadas, teniendo en consideración las perspectivas futuras acerca del crecimiento de la población y por ende de la prestación de servicio.

La selección de las acciones, actividades o programas propuestas se encuentran enmarcadas en los aspectos técnicos, legales, de educación ambiental, y de planificación aplicables en la comunidad

3.6 Materiales, Herramientas y Equipos

Los materiales y equipos empleados en esta investigación, son los siguientes:

Materiales y herramientas:

- Guantes plásticos

- Tapa bocas
- Bragas
- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad
- Rastrillos
- Pala
- Escobas
- Bolsas plásticas
- Plano de los sectores Boyacá IV y V.

Equipos:

- Cámara fotográfica digital. Marca: Kodak 10 mega pixel 3x Optical Zoom.
- Balanza. Marca: Precizzo. Clase: IIII. Modelo: M2A. Capacidad: 100 Kg. x 250 gr. Carga Mínima: 10 Kg. Apreciación: 1 Kg.
- Cronómetro Marca Casio apreciación: 0,01seg.
- Cinta Métrica. Marca: Stanley. Capacidad: 3 m. Apreciación: ± 1 mm.
- GPS. Marca: Garmin Nuvi. Modelo: 2300. Pantalla 4.3''

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Estudio de las fuentes y tipos de desechos sólidos generados.

La caracterización de los residuos y desechos sólidos comprendió la obtención de información tanto de su generación, como la composición; permitiendo calcular la tasa de generación o producción per cápita (ppc) de los residuos y desechos sólidos generados en las comunidades en estudio y los dispuestos en el relleno sanitario.

4.1.1 Generación de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.

De acuerdo a las cantidades de residuos y desechos sólidos recolectados durante los seis días que duro el muestreo, se pudo obtener la generación de residuos y desechos sólidos por día, la cual en promedio da como resultado 7.615 Kg/día como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4.1 Generación de residuos y desechos sólidos por día en las comunidades Boyacá IV y V.

RECOLECCIÓN	PESO DE LOS DESECHOS GENERADOS [Kg.]				
	Martes	Jueves	Sábado	TOTAL	Kg/día
SEMANA 1	18.468	17.814	17.490	53.772	7.681,71
SEMANA 2	18.184	16.912	17.742	52.838	7.548,29
PROMEDIO Kg. Generados por día					7.615

Fuente: elaboración propia.

Sabiendo que la población proyectada para el año 2010 de las comunidades en estudio es de 28.570 habitantes; obtenemos una tasa de generación o ppc de 0,27 Kg/hab.día.

4.1.2 Generación de los residuos y desechos sólidos en el relleno sanitario Cerro de Piedra.

De acuerdo con los datos estadísticos proporcionados por la empresa MASUR, entre los meses de Mayo y Octubre del año 2009 fueron dispuestas las siguientes cantidades de residuos y desechos sólidos en el relleno sanitario:

Tabla 4.2 Cantidad de desechos dispuestos en el relleno sanitario Cerro de Piedra entre los meses Mayo-Octubre del año 2009.

Mes	Municipio	Toneladas de desechos y residuos sólidos	
		Ton/mes	Ton/día
Mayo	Bolivar	11.623,65	387,46
	Sotillo	6.173,04	205,77
	Guanta	642,62	21,42
	Urbaneja	1.671,08	55,70
	Empresas privadas/particulares	3.518,95	117,30
	Total Ton. Mayo:	23.641,34	788,04
Junio	Bolivar	13.132,37	437,75
	Sotillo	6.990,38	233,01
	Guanta	395,84	13,19
	Urbaneja	1.992,70	66,42

	Empresas privadas/particulares	1.721,87	57,40
	Total Ton. Junio:	24.236,16	807,87
Julio	Bolivar	11.970,74	399,02
	Sotillo	7.470,77	249,02
	Guanta	486,93	16,23
	Urbaneja	2.018,56	67,28
	Empresas privadas/particulares	1.126,50	375,50
	Total Ton. Julio:	23.073,50	1.107,05
Agosto	Bolivar	9.627,78	320,93
	Sotillo	7.107,30	236,91
	Guanta	439,58	14,62
	Urbaneja	1.997,16	66,57
	Empresas privadas/particulares	1.428,23	47,61
	Total Ton. Agosto:	20.600,05	686,64
Septiembre	Bolivar	9.911,15	330,37
	Sotillo	6.754,27	225,14
	Guanta	468,79	15,63
	Urbaneja	1.761,43	58,71
	Empresas privadas/particulares	1.071,22	35,71
	Total Ton. Septiembre:	19.966,86	665,56
Octubre	Bolivar	9.694,40	323,15
	Sotillo	6.197,60	206,59
	Guanta	619,49	20,65

	Urbaneja	2.151,13	71,70
	Empresas privadas/particulares	1.170,23	39,01
	Total Ton. Octubre:	19.832,85	661,10
Total Ton. Producidas Mayo-Octubre 2009:		131.350,76	4.716,26
Promedio ton. Producidas Mayo-Octubre 2009:		21.891,79	786,00

Fuente: Masur.

Según datos del INE la población proyectada para el año 2009 en los municipios Simón Bolívar, Juan Antonio Sotillo, Guanta y Diego Bautista Urbaneja es de 757.115 habitantes, y tomando en cuenta el promedio de la cantidad de desechos y residuos sólidos producidos en el relleno sanitario entre los meses Mayo-Octubre del año 2009, la tasa de generación es de 1,04 Kg/hab.día.

4.2 Estimación de la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano.

Como lo describimos en el capítulo 1, de acuerdo con las cifras arrojadas por el Censo 2001, en el 40,72% de las viviendas de la Urbanización Boyacá IV la basura es recogida por el servicio de aseo urbano, el 59,20% dispone la basura en container colectivo y el 0,09% no cuenta con el servicio. En el caso de Boyacá V el porcentaje de viviendas que reciben el servicio de aseo urbano es de 69,52%, el 30,45% deposita la basura en container colectivo y las viviendas que no reciben el servicio de aseo urbano representan apenas el 0,03%.

La población actual y proyectada es indispensable para formular un plan para el manejo de los RSM. Existe una relación directa entre la cantidad de los RSM que se genera y el número de habitantes asentados en determinada localidad. Además, ello permite conocer los niveles de cobertura actual y proyectada del sistema de manejo de los RSM ^[13]. Como no es necesario conocer la cantidad de habitantes que en la actualidad hacen vida en los sectores en estudio, se realizó la proyección de la población para el presente año (2010), la cual se determinó aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el CEPIS; el cual arrojó como resultado 8.127 habitantes para Boyacá IV y 20.443 habitantes para Boyacá V.

Estos datos nos llevan a concluir que la población atendida por el servicio de aseo urbano en las comunidades en estudio es de 28.570 habitantes.

4.3 Determinación de la composición de los desechos sólidos generados.

4.3.1 Composición de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.

La selección y cuantificación de los residuos y desechos sólidos en las urbanizaciones en estudio, se realizó con los datos obtenidos en campo, a los cuales se les realizó un análisis estadístico para la obtención de la media aritmética, varianza, desviación estándar y porcentaje de cada uno de los 9 tipos de residuos y desechos sólidos considerados. Los resultados alcanzados se muestran en la tabla 4.3 y se representan gráficamente en la figura 4.1.

Tabla 4.3 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los RSM en las comunidades Boyacá IV y V del Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
	11 de Mayo de 2010		13 de Mayo de 2010		15 de Mayo de 2010	
Categoría	Peso Clasificado [Kg]	Peso %	Peso Clasificado [Kg]	Peso %	Peso Clasificado [Kg]	Peso %
Plástico	7,90	7,34	8,73	8,81	7,91	7,77
Papel	12,80	11,90	9,27	9,35	11,75	11,54
Cartón	7,20	6,69	6,05	6,10	7,50	7,37
Metales	1,78	1,65	1,07	1,08	1,87	1,84
Vidrios	17,35	16,13	9,10	9,18	16,45	16,16
Materia orgánica	48,73	45,30	56,70	57,21	46,30	45,48
Tetra-Pack	1,50	1,39	0,66	0,67	1,02	1,00
Otros	8,20	7,62	5,83	5,88	6,68	6,56
Papeles o desechos de baño	2,10	1,95	1,69	1,71	1,81	1,78
Peso total clasificado	107,56	100	99,10	100	101,79	100
Peso total muestreado	108,94	-	99,97	-	103,25	-
Diferencia	1,38	-	0,87	-	1,46	-

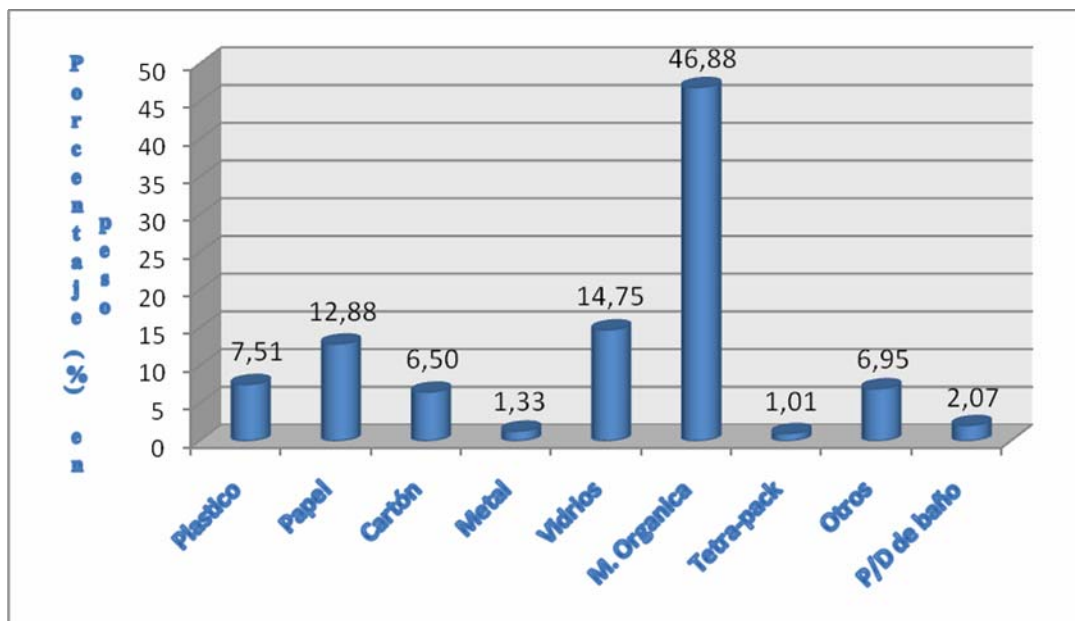
Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.4 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los RSM en las comunidades Boyacá IV y V del Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
	18 de Mayo de 2010		20 de Mayo de 2010		22 de Mayo de 2010	
Categoría	Peso Clasificado [Kg]	Peso %	Peso Clasificado [Kg]	Peso %	Peso Clasificado [Kg]	Peso %
Plástico	8,82	7,68	7,63	7,25	6,58	6,19
Papel	14,10	12,27	15,30	14,55	18,81	17,69
Cartón	6,15	5,35	5,95	5,66	8,31	7,82
Metales	1,54	1,34	1,31	1,25	0,86	0,81
Vidrios	15,23	13,26	14,97	14,23	20,78	19,54
Materia orgánica	55,68	48,47	52,05	49,49	37,53	35,30
Tetra-Pack	1,85	1,61	1,05	0,99	0,40	0,38
Otros	8,95	7,79	4,61	4,38	10,05	9,45
Papeles o desechos de baño	2,57	2,24	2,03	1,93	3,01	2,83
Peso total clasificado	114,89	100	105,17	100	106,33	100
Peso total muestreado	116,49	-	106,28	-	107,26	-
Diferencia	1,60	-	1,11	-	0,93	-

Fuente: elaboración propia.

Figura 4.1 Composición física promedio de los residuos y desechos sólidos generados en las urbanizaciones Boyacá IV y V.



Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos de la clasificación y cuantificación de los RSM en el área en estudio, los residuos orgánicos constituyen el principal componente de los residuos sólidos domésticos, constituyendo el porcentaje relativo más alto con respecto a los otros componentes, en el orden de 35,30% a 57,21%. El segundo componente con mayor porcentaje en peso son los desechos de vidrios, el cual varía en el orden de 9,18% a 19,54%.

La composición promedio de los RSM, de acuerdo a las estimaciones está caracterizada por un 46,88% de residuos orgánicos del total generado, compuestos principalmente por residuos de alimentos; el 53,12% restante está compuesto por papel, cartón, diversos plásticos, metales, desechos sanitarios y otros. El otro componente que le sigue en porcentaje es el vidrio con 14,75%. Se destaca que el papel como grupo, representa un 12,88% de los residuos del área en estudio,

considerándose que el 100% de este componente es reciclable, donde dentro de esta categoría esta el papel periódico, papel blanco con o sin impresión, entre otros. Es importante mencionar que no se encontró durante las actividades de muestreo papel no reciclable que comprende al papel carbón, papel plastificado, papel encerado, entre otros. El componente plástico representa un 7,51% los cuales están compuestos por plásticos PEAD y PP (envases y bolsas), PET (envases), y otros plásticos (animes, plásticos desechables, otros). Otros residuos representan el 6,95% del peso del total, estuvo comprendido por residuos textiles, zapatos, bisutería, escombros, entre otros. El cartón en su mayoría generado por los establecimientos comerciales representan el 6,50%; los desechos sanitarios que comprende pañales, toallas femeninas y papel sanitario representa el 2,07% el cual constituye un desecho de rechazo que no puede ser reciclado, mientras que los componente metal y tetra-pack representan solo el 1,33% y 1,01% respectivamente del peso total muestreado. En las siguientes tablas (de la 4.5 a la 4.13) se muestra los parámetros estadísticos obtenidos de las muestras.

Tabla 4.5 Elementos estadísticos de la categoría Plástico.

Categoría: Plástico			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - X}$	$\overline{(X_i - X)^2}$
1	7,90	-0,0283	0,0008
2	8,73	0,8017	0,6427
3	7,91	-0,0183	0,0003
4	8,82	0,8917	0,7951
5	7,63	-0,2983	0,0889
6	6,58	-1,3483	1,8179
Σ Total	47,57	-	3,3457

Fuente: Elaboración propia.

Media: 7,9283

Varianza: 0,6691

Desviación Standard: 0,33457

Tabla 4.6 Elementos estadísticos de la categoría papel.

Categoría: Papel			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	12,80	-0,8716	0,7597
2	9,27	-4,4016	19,3741
3	11,75	-1,9216	3,6925
4	14,10	0,4284	0,1835
5	15,30	1,6284	2,6517
6	18,81	5,1384	26,4032
Σ Total	82,03	-	53,0647

Fuente: Elaboración propia.

Media: 13,6716 **Varianza:** 10,6129 **Desviación Standard:** 5,3065

Tabla 4.7 Elementos estadísticos de la categoría cartón.

Categoría: Cartón			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	7,20	0,34	0,1156
2	6,05	-0,81	0,6561
3	7,50	0,64	0,4096
4	6,15	-0,71	0,5041
5	5,95	-0,91	0,8281
6	8,31	1,45	2,1025
Σ Total	41,16	-	4,6160

Fuente: Elaboración propia.

Media: 6,86 **Varianza:** 0,9232 **Desviación Standard:** 0,4616

Tabla 4.8 Elementos estadísticos de la categoría metales.

Categoría: Metales			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	1,78	0,375	0,1406
2	1,07	-0,335	0,1122
3	1,87	0,465	0,2162
4	1,54	0,135	0,0182
5	1,31	-0,095	0,0090
6	0,86	-0,545	0,2970
Σ Total	8,43	-	0,7932

Fuente: Elaboración propia.

Media: 1,405

Varianza: 0,1586

Desviación Standard: 0,0793

Tabla 4.9 Elementos estadísticos de la categoría vidrio.

Categoría: Vidrio			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	17,35	1,7033	2,9012
2	9,10	-6,5467	42,8593
3	16,45	0,8033	0,6453
4	15,23	-0,4167	0,1736
5	14,97	-0,6767	0,4579
6	20,78	5,1333	26,3508
Σ Total	93,88	-	73,3881

Fuente: Elaboración propia.

Media: 15,6467

Varianza: 14,6776

Desviación Standard: 7,3388

Tabla 4.10 Elementos estadísticos de la categoría materia orgánica.

Categoría: Materia Orgánica			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	48,73	-3,2883	10,8129
2	56,70	4,6817	21,9183
3	46,30	-5,7183	32,6989
4	55,68	3,6617	13,4080
5	52,68	0,6617	0,4378
6	52,02	0,0017	2,89x10-06
Σ Total	312,11	-	79,2759

Fuente: Elaboración propia.

Media: 52,0183 **Varianza:** 15,8552 **Desviación Standard:** 7,9275

Tabla 4.11 Elementos estadísticos de la categoría envases tipo tetra-pack.

Categoría: Tetra-Pack			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	1,50	0,42	0,1764
2	0,66	-0,42	0,1764
3	1,02	-0,06	0,0036
4	1,85	0,77	0,5929
5	1,05	-0,03	0,0009
6	0,40	-0,68	0,4624
Σ Total	6,48	-	1,4126

Fuente: Elaboración propia.

Media: 1,08 **Varianza:** 0,2825 **Desviación Standard:** 0,1413

Tabla 4.12 Elementos estadísticos de la categoría otros.

Categoría: Otros			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	8,20	0,8133	0,6615
2	5,83	-1,5567	2,4233
3	6,68	-0,7067	0,4994
4	8,95	1,5633	2,4439
5	4,61	-2,7767	7,7101
6	10,05	2,6633	7,0932
Σ Total	44,32		20,8314

Fuente: Elaboración propia.

Media: 7,3867

Varianza: 4,1663

Desviación Standard: 2,0831

Tabla 4.13 Elementos estadísticos de la categoría papeles o desechos de baño.

Categoría: Papeles o Desechos de Baño			
Prueba	X_i (Kg)	$\overline{X_i - \bar{X}}$	$\overline{(X_i - \bar{X})^2}$
1	2,10	-0,1017	0,0103
2	1,69	-0,5117	0,2618
3	1,81	-0,3917	0,1534
4	2,57	0,3683	0,1356
5	2,03	-0,1717	0,0295
6	3,01	0,8083	0,6533
Σ Total	13,21	-	1,2439

Fuente: Elaboración propia.

Media: 2,2017

Varianza: 0,2488

Desviación Standard: 0,1244

Las categorías con un valor alto de varianza, como por ejemplo, el caso de los residuos de materia orgánica, indica que la generación de ellas puede variar 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 estándar 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.

4.3.2 Densidad de los residuos sólidos compactados en el área de estudio.

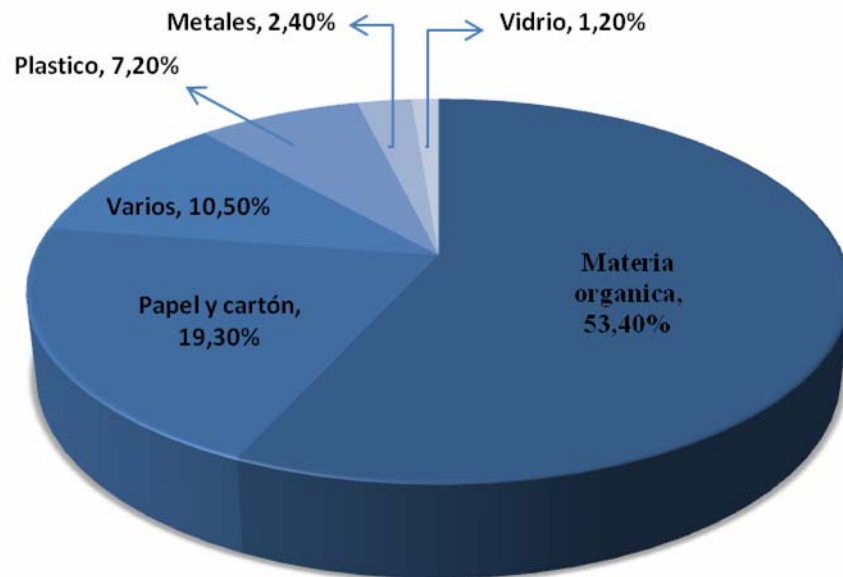
La densidad compactada de los residuos y desechos sólidos se obtuvo durante los seis días de duración de las actividades de caracterización de los mismos. La relación entre el peso y el volumen de los desechos sólidos es de gran importancia porque permite considerar cuales son los recipientes más adecuados para su almacenamiento, la capacidad necesaria de los camiones recolectores, entre otras. La densidad de los residuos y desechos sólidos es bastante diferente en cada una de las etapas del manejo, existiendo una tendencia a nivel mundial de ir en aumento la densidad a medida que aumenta el manejo, es decir que la densidad es mayor en la etapa de compactación en un relleno sanitario que en el almacenamiento suelto en un recipiente.

Para los efectos de la presente investigación la densidad se calculó para residuos sólidos compactados. Tomando en cuenta que el promedio de residuos y

desechos sólidos generados por día es de 7.615 y que la capacidad geométrica de la caja del camión es de 20 yardas o 15,29 m³, la densidad compactada promedio en el área en estudio es de 498,04 Kg/m³.

4.3.3 Composición de los residuos y desechos sólidos depositados en el relleno sanitario Cerro de Piedra.

Según información suministrada por MASUR la caracterización de desechos sólidos urbanos en el relleno sanitario Cerro de Piedra está representada en primer lugar por el 53,40% de materia orgánica, en segundo lugar se encuentra el componente papel y cartón con un 19,30%, seguido de 10,50% del componente denominado como varios, 7,20% plástico, 2,40% metales y por último un 1,20% del componente vidrio.



Fuente: MASUR.

Figura 4.2 Caracterización de desechos sólidos urbanos en el relleno sanitario Cerro de Piedra

4.4 Análisis de los servicios, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario.

La situación actual del manejo de los residuos y desechos sólidos se ha analizado en base a la información recabada en la lista de chequeo, encuestas y recorridos de campos realizados por los investigadores. Dicha descripción abarca los elementos del manejo de los residuos sólidos como son el almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y/o aprovechamiento y disposición final. Cabe resaltar que fue imposible analizar el componente de limpieza vial y de lugares públicos debido a que la información suministrada por MASUR acerca de este aspecto fue nula.

4.4.1 Almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal de los residuos y desechos sólidos domiciliarios dentro de los inmuebles en el área en estudio es realizado generalmente en dos tipos de recipientes: pipotes plásticos y en bolsas plásticas.

En los establecimientos comerciales e institucionales, generalmente los residuos y desechos sólidos son almacenados en bolsas plásticas.

4.4.2 Recolección y transporte

Como ya hemos mencionado anteriormente el servicio de recolección y transporte de los residuos y desechos sólidos generados en el municipio Simón Bolívar y por ende en el área en estudio, es realizado por la Mancomunidad de Aseo Urbano (MASUR) mediante administración directa. El servicio de recolección es de

tipo residencial, realizan el método de acera y la frecuencia es de tres veces por semana.

De manera general, el componente de recolección y transporte es el que demanda mayor atención y esfuerzos a la Mancomunidad de Aseo Urbano, pero a pesar de ello, la información relativa a la cobertura y calidad del servicio de recolección de los residuos y desechos sólidos no se encuentra registrada de manera sistemática, y solo existe un registro de distribución de trabajo de recolección por sectores.

El horario de recolección empleado es diurno, saliendo del garaje a las 7 am para comenzar las actividades de recolección culminando alrededor de las 12 pm, realizando dos viajes desde el área en estudio hasta el relleno sanitario.

El equipo utilizado es el equipo recolector compactador de basura Farid modelo Titanomatic fabricado en Venezuela por la empresa Farid de Venezuela C.A., y montado sobre un chasis Iveco modelo 150 EH, el cual tiene apenas 7 meses de uso.

El Titanomatic puede ser utilizado para carga manual de bolsas, gracias a la baja altura de la boca de carga o para un rápido vuelco desde medios auxiliares (eleva-contenedores). El sistema de carga (patentado Farid) Bi-Pala de tres compresiones, está compuesto fundamentalmente por dos Palas de acero, una con movimiento rotativo y otra con movimiento oscilatorio, sincronizadas entre ellas. El proceso comienza con la rotación de la pala rotante de levantamiento que se dispone para recoger los desechos desde la tolva apretándolos. En el mismo tiempo la pala oscilante empieza su movimiento hacia atrás dejando vacío un volumen por el cual los desechos empujados por la pala rotante vienen introducidos en la caja y comprimidos una segunda vez en dirección vertical.

Después de la rotación de 360 grados la pala rotante se para y el proceso sigue con el movimiento hacia delante de la pala oscilante, que comprime por la tercera vez los desechos en el sentido longitudinal. El proceso de carga puede ser alternativo o continuo en modalidad totalmente automática.

Para la operación de descarga hay que levantar la Compuerta Trasera por medio de dos cilindros hidráulicos. La descarga de los desechos se efectúa comandando La pala expulsora al interior de la caja. Esta pala se mueve sobre dos guías montadas sobre patines de teflón por medio de un cilindro hidráulico.

La pala expulsora, además de descargar, sirve también para aumentar la compresión, pues en la fase de relleno de la caja la pared ofrece una resistencia al empuje de los desechos y cede de forma controlada y automáticamente a medida que su cilindro hidráulico alcanza una presión establecida.

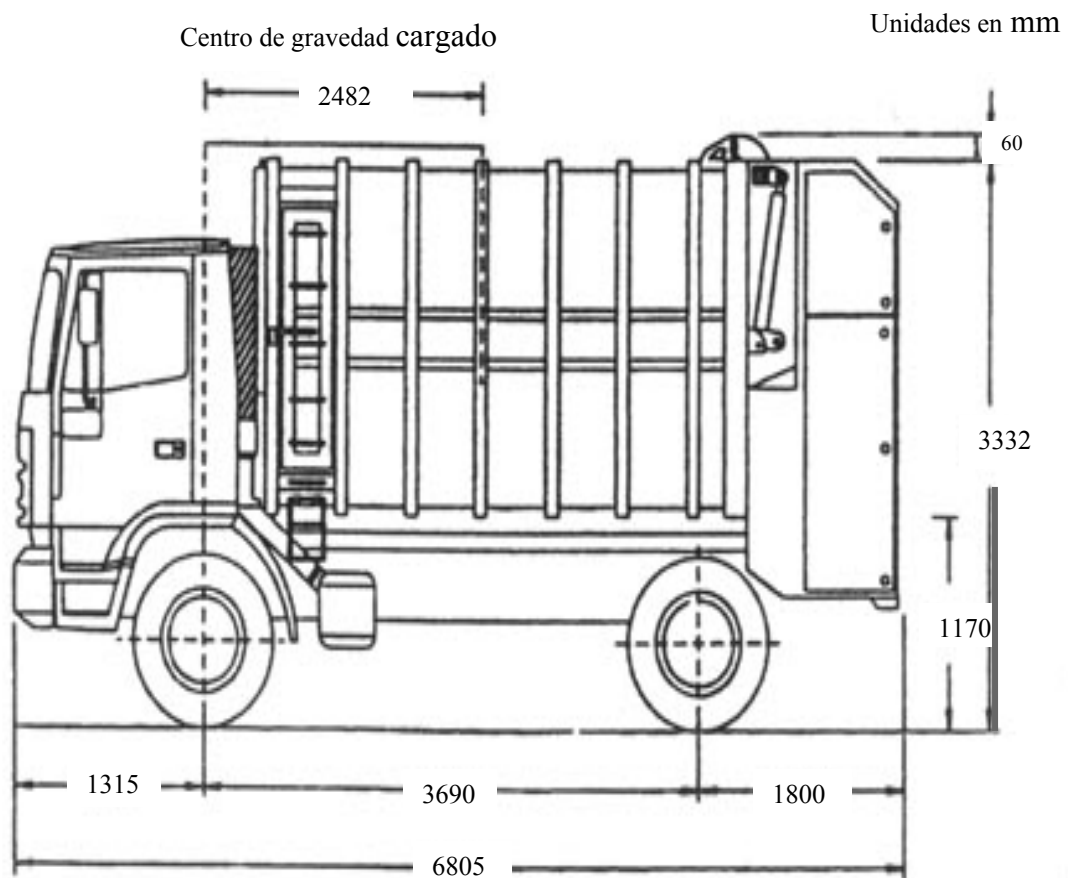
El vehículo asignado para el servicio de aseo urbano y domiciliario recibe un mantenimiento preventivo una vez a la semana, realizándose lavado, cambios de aceite y filtro, una revisión general en el garaje de estacionamiento de las unidades recolectoras, el cual cuenta con el equipamiento mínimo para tales fines. Las especificaciones técnicas del equipo de recolección se muestran en la tabla 4.14.

El vehículo de recolección está tripulado por un chofer que es el jefe del equipo y dos obreros recolectores. Sin embargo, no existe una adecuada selección y adiestramiento de dicho personal, ya que el trabajador que se incorpora al servicio domiciliario se entera de los procedimientos de recolección en la propia ejecución de su tarea realizando el trabajo de manera desordenada ya que no cuentan con un plan de trabajo, además no cuentan con un trazado de ruta que permita llevar a cabo el recorrido y trabajo de recolección de manera óptima, dejando sin atención a algunas calles y estacionamientos.

Tabla 4.14 Especificaciones técnicas del equipo de recolección

PESOS Y DIMENSIONES	
Paso (dist. Entre ejes):	3.690 mm.
Capacidad geométrica de la caja	15.29m ³ /20 YDS.
Longitud total del vehículo	6.805 mm.
Altura total del vehículo	3.320 mm.
Ancho total del vehículo	2.350 mm.
Voladizo posterior	1.800 mm.
Peso del auto bastidor con equipo.	9.085 KG.
Capacidad de carga nominal del equipo.	7.500 KG.
Capacidad de carga máxima equipo	9.000 KG.
DISPOSITIVO Y BOCA DE CARGA	
Ancho de la boca	1.860 mm.
Capacidad de la boca	1, 5 m ³
Velocidad de engullido	5 m ³ /min.
Duración de ciclo de carga	20 seg.
Altura de borde de carga	1.170 mm.
Relación de compresión nominal	5:1
Relación de compresión máxima	6:1
Presión de trabajo	180 BAR
Peso del equipo	4.070 KG.
CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA	
Longitud interna media	4.150 mm.
Ancho interno	2.100 mm.
Altura interna	1.950 mm.

Fuente: Farid de Venezuela C.A



Peso (Kg)

Camión + Equipo	9085
Carga	8000
Total	17085

Fuente: Farid de Venezuela C.A

Figura 4.3 Dimensiones del equipo recolector

Para realizar la recolección 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 a menos que los recipientes sean bolsas plásticas ó cajas de cartón.

En los casos de estacionamiento el chofer conduce de retro el vehículo hasta el final del estacionamiento y en caso de no tener acceso, debido a vehículos livianos estacionados, conduce de retro hasta la entrada del estacionamiento, 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. Los tiempos ponderados de operación en los casos de estacionamientos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4.15 Tiempos promedio de operación

Operación	Tiempo
Compactación	25,87seg.
Estadía en estacionamiento	3min 14,37seg.
Refinamiento	2min 13,16seg.
Maniobra de retro	51,53seg.

Fuente: Elaboración propia.

Los valores promedios obtenidos durante el análisis del servicio de recolección son los siguientes:

Tabla 4.16 Tiempos de recolección

Descripción	Tiempo promedio
Recolección de la ruta	231 min.
Distancia a sitio de disposición final	38 min.
Tiempo en sitio de disposición final	22 min.
Jornada de trabajo	480 min.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Sistema de transferencia

Actualmente en el Municipio Simón Bolívar no existe un sitio que sirva como estación de transferencia para los residuos y desechos sólidos.

4.4.4 Tratamiento y/o aprovechamiento

Actualmente en el municipio donde se encuentra el área en estudio no se ejecutan o aplican acciones de clasificación en origen, tratamiento o aprovechamiento, ni en el sitio de disposición final ni en la fase de recolección; sin embargo es importante destacar que en algunas rutas domiciliarias y comerciales, existen personas que recuperan materiales de manera informal antes de la recolección como plástico, vidrio, chatarra, aluminio, entre otros, el cual es vendido posteriormente a compradores informales o a algunas empresas recuperadoras.

Dentro de las instalaciones del relleno sanitario se encuentran 340 recolectores aproximadamente (hombres, mujeres y niños) que realizan por cuenta propia labores

de segregación, clasificación y comercialización de los desechos sólidos. Algunos de éstos recuperadores residen en el relleno en condiciones infrahumanas y otros acuden diariamente para realizar la separación. Estos realizan la selección del material, para luego entregarles los materiales a 22 compradores que son residentes de comunidades aledañas

4.4.5 Disposición final

Actualmente, los residuos y desechos sólidos generados por el área en estudio y los municipios Guanta, Sotillo, Urbaneja y Simón Bolívar, y también los generados por la industria petrolera y el Complejo Criogénico de Oriente “JOSE”, son dispuestos finalmente en el relleno sanitario Cerro de Piedra, el cual se encuentra ubicado a 20 Km aproximadamente de la Ciudad de Barcelona, específicamente en el Asentamiento Campesino Barbacoas, Sector Cerro de Piedra, Parroquia San Cristóbal del Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

El relleno sanitario cuenta con una estructura de control y supervisión de operaciones por la empresa encargada del aseo y saneamiento urbano del Municipio Simón Bolívar MASUR y supervisado por la Alcaldía del Municipio “Juan Antonio Sotillo”.

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. El relleno sanitario posee material de corte abundante con óptimas propiedades para ser utilizado como material de cobertura y el método operativo para cubrir los residuos depositados está determinado principalmente por la

topografía del terreno. Emplean tres Bulldozer (Komatsu D-85EX, D-65EX y un Cat D8R), dos camiones volteo Iveco n° 3 y 4, y un Payloader (Komatsu WA200) 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, en este caso, se habilita una terraza en la parte baja para la descarga de los vehículos recolectores.

El relleno sanitario no posee chimeneas para el drenaje del biogás, es por ello que con frecuencia se observa humo en algunas zonas del relleno, producto de la combustión generada por la interacción entre las reacciones químicas que se producen y los RSM con los que están en contacto.

Según el jefe de operaciones del relleno sanitario, existen dos lagunas adyacentes en donde descargan los líquidos percolados o lixiviados que produce el relleno sanitario; una de las lagunas se muestra en el informe fotográfico en el anexo n° 1 en las fotos n° 49 y 50.

La profundidad del nivel freático del relleno es de 12m, y la dirección del viento es de Este a Oeste.

4.4.6 Aspectos relativos al personal

En cuanto al personal que integra el servicio de aseo urbano, por lo general han aprendido en la práctica los asuntos relativos a este servicio en las funciones que desempeñan. El personal como son recolectores, choferes barrenderos y otros, no

reciben capacitación formal sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos ni sobre seguridad e higiene ocupacional.

En líneas generales, la capacitación del personal y el estímulo del mismo, no ha sido un tema de prioridad para la empresa encargada del servicio de aseo urbano.

Los trabajadores que se ocupan de la recolección se encuentran diariamente expuestos a sufrir daños como consecuencia de eventuales accidentes y enfermedades, ya que manipulan continuamente recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos sólidos, no utilizan equipos de protección personal adecuados y desconocen las normas mínimas de protección y seguridad laboral.

En relación con el manejo de los desechos hospitalarios se destaca que en la zona en estudio existe el ambulatorio Fabricio Ojeda, donde la recolección de los desechos sólidos no se realiza de manera separada.

4.4.7 Percepción, conocimientos y participación de los ciudadanos en el problema relacionado con el manejo de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V.

En esta sección se muestran los resultados de las encuestas realizadas a 380 habitantes de las urbanizaciones Boyacá IV y V, en relación al manejo de los residuos y desechos sólidos. Los resultados resumidos de la misma se muestran en la tabla 4.17

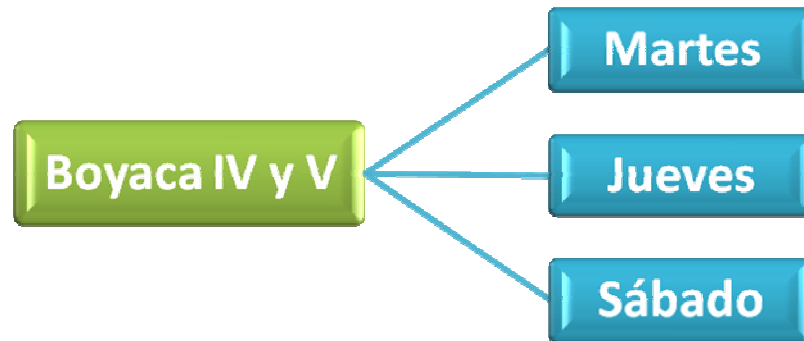
Tabla 4.17 Evaluación de Encuestas en Boyacá IV y V

Categoría	Resultados
Recipientes Empleados	5% Pipotes 95% Bolsas
Frecuencia de Disposición	8% Semanal 11% Diario 81% Interdiario
Porcentaje que cancela el servicio	100% no cancela
Grado de interés en participar en un Programa de reciclaje	68% está interesado 32% no está interesado

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 elimina las operaciones de retorno y mantenimiento y ofrece facilidades de manipulación para el usuario y el servicio de recolección.
- Actualmente la frecuencia de recolección las urbanizaciones Boyacá IV y V es interdiaria y el trabajo queda distribuido en un itinerario definido, que se cumplen de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4 Itinerario de Recolección Boyacá IV y V.

Sin embargo 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 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.
- Un porcentaje considerable de la población está interesada en participar en un programa de reciclaje, de implementarse los respectivos programas en la comunidad.

4.5 Diseño de rutas de recolecciones efectivas y posibles

Las rutas propuestas se realizaron con el fin de mejorar el servicio de recolección en cuanto a tiempo, recorrido y rendimiento de las unidades recolectoras, en estas figuran: paradas fijas, dirección de recorrido, comienzo y final de rutas. Para las paradas fijas es necesaria la colocación de contenedores en la entrada de los estacionamientos y así disminuir el tiempo de retroceso

Tomando en cuenta el método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) ^[13], luego de la sectorización de las comunidades en estudio, se procedió a realizar la diagramación, implantación y evaluación de rutas.

La diagramación consistió en desarrollar rutas de recorrido con la finalidad de llevar a cabo el trabajo de recolección con una menor cantidad de tiempo y recorrido.

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 más dinámicas para los choferes, ya que hay menos maniobras de retro y se ahorraría mucho tiempo en el recorrido.

En el anexo n° 5 se presenta el trazado de la ruta actual de recolección, y en el anexo n° 6 el trazado de la ruta propuesta.

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 cambios en la generación de basura. Por este motivo, la balanza en el 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.

4.6 Propuesta del manejo y disposición final de los desechos sólidos

El manejo de los residuos y desechos sólidos debe considerar una estrategia basada en el mejoramiento progresivo y continuo del servicio de aseo urbano y domiciliario y una adecuada disposición final de los residuos y desechos sólidos, que se ajusten a las características concretas de la zona en estudio. Los aspectos básicos a tomar en consideración para formular y limitar las alternativas y acciones son:

- **Mejorar la capacidad gerencial y administrativa de la empresa encargada de prestar el servicio de aseo urbano (MASUR).**

La empresa MASUR demuestra gran voluntad para mejorar el servicio de aseo urbano y domiciliario a través de la posibilidad de formulación y ejecución de proyectos en el área de los residuos y desechos sólidos, lo cual implica grandes desafíos gerenciales y administrativos que determinaran el éxito operativo de dichos proyectos. Este aspecto puede ser mejorado a través de la capacitación del personal, además de implementar algunos instrumentos gerenciales básicos (ejemplo, manual de organización, asignación de responsabilidades, planes de mantenimiento, entre otros).

- **Propiciar mecanismos de control social para el buen manejo de los residuos y desechos sólidos.**

Se deben crear los mecanismos de participación ciudadana, para que actúen como fiscalizadores del manejo de los residuos y desechos sólidos, a través de las organizaciones no gubernamentales, concejos comunales, junta de vecinos, entre otras.

- **Promover la participación de los agentes generadores de residuos sólidos.**

Se debe promover que toda la población residencial y comercial de la zona en estudio, como generadores de residuos y desechos sólidos participen conjuntamente con MASUR para mantener un ambiente limpio, fomentando una actitud social positiva, ante los esfuerzos e iniciativas que la empresa o la alcaldía promueva en esta área

- **Estimular la participación de la empresa privada.**

Transferir u otorgar concesiones para la ejecución y/o operación de determinados componentes del servicio de aseo urbano y domiciliario (ejemplo, planta de clasificación y compostaje de RSU, estación de transferencia, disposición final, otros) a empresas privadas, empresas de producción social, cooperativas u otros; tomando en consideración que la población del municipio está en constante crecimiento y la administración directa de todos los componentes por parte de la empresa MASUR será más compleja.

Igualmente, es necesario considerar las líneas estratégicas tendientes a mejorar la gestión actual de los residuos y desechos sólidos en la zona en estudio, basadas en

la información recabada en las encuestas y en la sección 4.4 del presente capítulo. Estas líneas servirán de guía para la formulación de programas, proyectos y acciones, y se señalan a continuación:

- ✓ **Línea estratégica 1:** Cultura y participación ciudadana.
- ✓ **Línea estratégica 2:** Tratamiento, recuperación y valorización de los residuos y desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- ✓ **Línea estratégica 3:** Calidad en la prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario.
- ✓ **Línea estratégica 4:** Disposición final adecuada

Las alternativas y acciones para mejorar la gestión de los residuos y desechos sólidos en las comunidades Boyacá IV y V se proponen para los componentes contemplados en el análisis de la situación actual.

4.6.1 Generación y almacenamiento

A corto y mediano plazo se debe implementar la preselección de origen y recolección selectiva de los residuos y desechos sólidos. Para llevar a cabo este proyecto, es necesario el complemento con otras líneas de acción prioritaria, como es la estructuración y organización de la gerencia de MASUR, diseño de un sistema de recogida de los residuos y desechos sólidos y su tratamiento posterior.

Igualmente, para lograr el éxito en la separación en origen y obtener una tasa óptima de recuperación de residuos sólidos, es necesaria la implementación de una campaña de educación y mecanismos de participación ciudadana.

Por lo tanto, resulta conveniente el planteamiento a corto plazo de experiencias pilotos de recolección selectiva, a través de algunas de las siguientes propuestas:

- Recolección selectiva de residuos de papel, cartón y vidrio a través de cooperativas, concejo comunal, u otras organizaciones comunitarias.
- Establecimiento de un centro de acopio de residuos sólidos recuperables en sectores estratégicos de las urbanizaciones Boyacá IV y V.
- Implantación de recogida selectiva en calles y lugares públicos para la población en general, a través de campañas pilotos.

4.6.2 Limpieza vial y de lugares públicos

Es necesario fortalecer la limpieza vial indirectamente a través de la reparación y dotación de papeleras o cestas de recolección de residuos y desechos sólidos en las aceras, y lugares públicos estratégicos, así como campañas de educación y sensibilización ambiental.

Como la alternativa de barrido mecánico en el Municipio Simón Bolívar, es considerada técnicamente viable solo en las avenidas principales debido a las características y condiciones de las arterias viales, no justifican los costos de inversión; por lo tanto, la alternativa adecuada es la revisión y mejora del sistema actual, por lo que su implantación sería a corto plazo.

4.6.3 Recolección y transporte

En cuanto a la recolección se propone que se desarrolle un plan de mantenimiento preventivo de las unidades recolectoras a corto plazo.

Ya que la empresa MASUR posee guardado en su garaje una cantidad considerable de contenedores para colocarlos en diversas Zonas del Municipio Simón Bolívar, es necesaria la adquisición de los camiones levanta contenedores con el fin de poner en funcionamiento los mismos, mantenerlos en unas condiciones higiénicas adecuadas y facilitar la recolección de los residuos sólidos allí dispuestos de una forma más eficiente.

Otra de las líneas de acción prioritaria en el aspecto de recolección es el diseño de rutas de recolección de residuos y desechos sólidos, que procuren ampliar la cobertura y frecuencia de recolección y en líneas generales incrementar la eficiencia en la prestación del servicio.

4.6.4 Tratamiento y/o aprovechamiento

Considerando el proyecto de “Ley para la Gestión del Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos no peligrosos” que está próximo a aprobarse, el cual impulsa la realización de proyectos como plantas de clasificación, reciclaje y compostaje de los RSM, es necesaria la realización de un proyecto para la construcción de la misma en la comunidad en estudio o en el municipio. Dicha planta deberá ser gestionada operativamente por personal capacitado para tales fines. A corto plazo, la planta puede ser administrada directamente por la alcaldía, pero a mediano plazo debe considerarse la opción de contrato por servicio o concesión a la empresa privada, cooperativas y /o empresas de producción social.

Asimismo, es necesario impulsar como línea de acción prioritaria programas de educación ambiental y reciclaje en la población del municipio Simón Bolívar, para lograr una tasa de recuperación de residuos aceptables.

4.4.5 Disposición final

A corto plazo, como línea de acción prioritaria es necesaria la ejecución de un plan de saneamiento y recuperación ambiental del relleno sanitario “Cerro de Piedra”, para cumplir con las técnicas ambientales y sanitarias adecuadas y los requerimientos legales vigentes en el país. Para ello será necesaria la aplicación de un manual de operaciones y la construcción de infraestructura civil para el manejo de los lixiviados y gases.

Igualmente, como medida a corto plazo es necesario reparar las vías de acceso hacia el relleno que se encuentran en condiciones precarias.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ El promedio de la generación de residuos y desechos sólidos por día da como resultado 7.615 Kg/día y la producción per cápita o tasa de generación de los RSM en las comunidades en estudio es de 0,27 Kg/hab.día.
- ❖ Con respecto a la composición de los residuos y desechos sólidos, la proporción en peso de los residuos orgánicos constituye el principal componente, con un promedio de 46,88%, seguido por los vidrios con 14,75% y 12,88% en la categoría de papel.
- ❖ La población de las comunidades Boyacá IV y V, en general presenta una percepción positiva con respecto a la labor del servicio de aseo urbano y domiciliario, así como una disposición ambiental positiva y proactiva en relación a su participación en el manejo de los residuos y desechos sólidos en el municipio. Sin embargo, es necesario resaltar que aunque existe disposición de participación ciudadana en la gestión de los residuos y desechos sólidos para mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de sus sectores, en general, la población no tiene conocimientos sobre los términos de reciclaje y compostaje, así como no conocen las vías o mecanismos para participar activamente

- ❖ Los empleados encargados de la recolección de los RSM no cuentan con implementos ni programas de seguridad e higiene laboral. Asimismo no existen planes o mecanismos de supervisión, evaluación y control del servicio de aseo urbano y domiciliario.
- ❖ Ausencia de un sistema operacional técnicamente establecido, no poseen estudios de rutas, no se siguen criterios de eficiencia y productividad en la recolección.
- ❖ Inexistencia de depósitos (contenedores) de residuos sólidos en entradas de zonas de difícil acceso para recolección. Igualmente, en épocas de lluvias existen zonas propensas a inundaciones y se dificulta la recolección de residuos sólidos en ciertos sectores por las malas condiciones de la vialidad.
- ❖ En cuanto a la disposición final, actualmente los residuos y desechos sólidos son dispuestos en el relleno sanitario Cerro de Piedra a 20 km aproximadamente de la ciudad de Barcelona, pese a que su ubicación es considerada adecuada desde el punto de vista de ordenación territorial, este relleno actualmente está siendo manejado bajo criterios ambientales y sanitarios incorrectos y/o inadecuados, lo que constituye riesgos ambientales y sanitarios de importancia, en especial por la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas.

5.2 Recomendaciones

Para garantizar el mejoramiento progresivo de la gestión de los residuos y desechos sólidos de las comunidades Boyacá IV y V, se debe considerar dentro de las líneas de acción en esta área, lo siguiente:

- ❖ Promover y crear los mecanismos de participación ciudadana en el manejo de los residuos y desechos sólidos, a través de programas de educación y sensibilización ambiental, y apoyo a los concejos comunales, organizaciones no gubernamentales, entre otras.
- ❖ Ubicación de contenedores en puntos estratégicos especialmente en zonas de difícil acceso para realizar la recolección y adquirir camiones con dispositivos mecánicos para el levantamiento de los contenedores que ya posee la empresa MASUR guardados en su garaje.
- ❖ Implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y similares, de acuerdo con la normatividad vigente en las entidades prestadoras de servicios de salud, en este caso el ambulatorio Fabricio Ojeda que opera en Boyacá V, y adecuar las unidades de almacenamiento de basura conforme al tipo de residuos que se generan en la institución de salud.
- ❖ Implementar el trazado de rutas diseñado en esta investigación, basado en la norma del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
- ❖ Coordinación de actividades de limpieza vial (barrido) y recolección para que los horarios y rutas coincidan.
- ❖ Difusión por medios de comunicación de los días de recolección de los residuos y desechos sólidos en la zona, así como también implementar campañas de divulgación de reciclaje.

- ❖ Desarrollo y divulgación de programas de seguridad e higiene ocupacional y capacitación técnica del recurso humano de la empresa encargada de prestar el servicio de aseo urbano.
- ❖ Elaboración de un proyecto de ingeniería en el relleno sanitario Cerro de Piedra, con su correspondiente estudio de impacto ambiental y sociocultural, y manual de operaciones. También es necesario un plan de asfaltado y mantenimiento de las vías de acceso al relleno sanitario.
- ❖ Promover la organización formal de los recicladores que habitan dentro del relleno sanitario, que posibilite su participación en la recuperación, aprovechamiento y comercialización de los residuos sólidos, su relación con el municipio y la(s) persona(s) prestadoras del servicio.
- ❖ Crear y promulgar una nueva ordenanza municipal en el municipio Simón Bolívar, que esté en concordancia con la legislación ambiental y sanitaria vigente del país, y los proyectos impulsados en el municipio. La misma debe estipular el establecimiento de políticas para garantizar la clasificación de los residuos sólidos en la fuente, con la finalidad de promover la recuperación y reciclaje de los residuos sólidos no solo en el área en estudio sino también en el municipio.

BIBLIOGRAFÍA

Por orden de aparición:

[1] Empresa y Consultoría IDOM. **“Plan Operativo para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos Urbanos del Estado Nueva Esparta, Venezuela”**. Plan realizado en conjunto con el Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente (MPPA). Estado Nueva Esparta, Venezuela. (2002).

[2] Autoridad Municipal de Ambiente y Reciclaje (A.M.A.R) del Municipio Maturín. **“Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, Parroquia Jusepín, Estado Monagas”**. Plan formulado en conjunto con la ONG Ciudad Sustentable de Venezuela y la empresa Total Oil and Gas de Venezuela, B.V. Estado Monagas, Venezuela. (2005)

[3] Lara, M.; Lusinchi, L. y Marengo, O. **“Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Generados por la Comunidad de Cantaura (Municipio Freites – Estado Anzoátegui)”**. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1992).

[4] 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).

[5] Sucre, M. **“Plan de Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Anaco, Estado Anzoátegui”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Gran Mariscal de Ayacucho Núcleo Barcelona, Estado Anzoátegui. (2007).

[6] Monagas, A. y Rodríguez, M. **“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).

[7] Luzón, A. y Pérez, J. **“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).

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

[9] Congreso de la República. **“Ley de Residuos y Desechos Sólidos”**. Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas. (2004).

[10] Scudelati & Asociados, Asesores. **“Manual para Plantas de Recuperación/Tratamientos de Residuos Sólidos Urbanos”**. Manual de la Empresa. Buenos Aires, Argentina. (2008).

[11] Fernández, A. y Sánchez M. **“Guía para la gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos”**. Manual parte de las actividades del Programa de Producción Más Limpia de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI). La Habana, Cuba. (2007).

[12] Meléndez, 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: Febrero 2010).

[13] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. (CEPIS). **“Diseño de las Rutas de Recolección de Residuos Sólidos”**. (1980).

[14] 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).

[15] Clemente, H. (2008). **“Todos a 'reciclar', un concepto base para reducir la basura”**. Disponible: http://www.soitu.es/soitu/2008/01/15/medioambiente/1200426684_292194.html. (Consulta: Marzo 2010).

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

[17] Sánchez, R. **“Estrategias de Evaluación de Sistemas para el Manejo de Desechos Sólidos Municipales”**. Trabajo presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar al Ascenso en el Escalafón Universitario. Caracas. (2001).

[18] Sánchez, R. **“Diagnóstico Preliminar sobre la Situación Actual del Sector Desechos Sólidos en Venezuela”**. Trabajo presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar al Ascenso en el Escalafón Universitario. Caracas. (1999).

[19] 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).

[20] 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).

[21] County of Los Angeles Department of Public Works. **“Materiales reciclados frecuentemente”**. Disponible: <http://dpw.lacounty.gov/epd/Recycling/spanish/crm.cfm>. (Consulta: Abril 2010).

[22] Herbert, F. **“Manual de Reciclaje”**. Volumen II. Capítulo 29. McGraw-Hill. (1996).

[23] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (M.A.R.N.). **“Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático”**. Caracas. (2005).

[24] República Bolivariana de Venezuela. (1999). **“Constitución de la República Bolivariana de Venezuela”**. Disponible: www.constitucion.ve/constitucion.pdf. (Consulta: Abril 2010).

[25] **“Proyecto de Ley para la Gestión del Manejo Integral de Residuos y desechos Sólidos No Peligrosos”**. Disponible: <http://www.asambleanacional.gob.ve>. (Consulta: Marzo 2010).

[26] Sabino, C. **“Como hacer una tesis”**. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela. (2002).

[27] Hurtado, J. **“Investigación holística”**; Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. (1988).

[28] Mercado, Salvador. **“¿Cómo hacer una tesis?”** (3ed.). Editorial Limusa. México. (2006).

[29] Fernández, I. **“Diccionario de investigación holística”**. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. (2000).

[30] Castro, F. **“Proyecto de investigación y su esquema de elaboración”** (1ed). Editorial Colson. Caracas, Venezuela. (2001).

[31] Cantanhede, A. y colaboradores (2006). **“Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos”**. (Revista en línea), volumen I (numero 1). Disponible: <http://metrik.cl/aidis/?p=41>. (Consulta: Febrero 2010).

[32] Sakurai, K. (1983). **“Método sencillo del análisis de residuos sólidos”**. Hojas de divulgación técnica CEPIS (documento en línea). Disponible: <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>. (Consulta: Marzo 2010).

[33] Hernández, R. **“Metodología de la investigación (4ed)”**. McGraw-Hill. México. (2006).

[34] Tréllez, E. (2001). **“Manual guía para las comunidades: educación ambiental y conservación de la biodiversidad en el desarrollo comunitario”**. CED-PNUD, (Libro en línea). Disponible: <http://www.ced.cl>. (Consulta: Mayo 2010).

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV y V, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Josana C. Barrios P.	CVLAC: 16.927.527 E MAIL: josanabarrios@hotmail.com
Firas E. Saab M.	CVLAC: 19.168.575 E MAIL: firasprimero@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

manejo de los desechos sólidos, Boyacá IV y V, residuos sólidos, población, generación, diagnostico, recolección.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y ciencias aplicadas	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la comunidades Boyacá IV y V, 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 area en estudio 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 comunidades Boyacá IV y V.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Ing. Belkys Sebastiani	ROL	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL	belkysebastiani@hotmail.com			
	E_MAIL				
Ing. Jesús Moreno	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Francelia Araujo	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	Diciembre	10
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Diagnostico desechos solidos.doc	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.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad De Oriente. Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

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, quien lo participará al Consejo Universitario”.

AUTOR

Josana C. Barrios P.

AUTOR

Firas E. Saab M.

TUTOR

Belkys Sebastiani

JURADO

Jesús Moreno

JURADO

Francelia Araujo

Yasser Saab

POR LA SUBCOMISION DE TESIS