

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE CANTAURA, EDO.  
ANZOÁTEGUI.**

**Realizado por:  
Jorge Francisco Pérez Maita**

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

**Cantaura, noviembre de 2020**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE CANTAURA, EDO.  
ANZOÁTEGUI.**

**Revisado por:**

---

**Prof. Laurimar T. Rojas  
Asesor Académico**

**Cantaura, noviembre de 2020**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE CANTAURA, EDO.  
ANZOÁTEGUI.**

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:

**APROBADO**

---

**Prof. Laurimar T. Rojas**

**Asesor Académico**

---

**Prof. Elys Rondón  
Jurado principal**

---

**Prof. Anabel González  
Jurado principal**

**Cantaura, noviembre de 2020**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo el artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

**“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.**

## **DEDICATORIA**

A DIOS todopoderoso y a la VIRGEN DE LA CANDELARIA, por darme la fuerza y sabiduría necesaria para seguir adelante a pesar de todos los múltiples obstáculos.

A mis PADRES JORGE Y YOLANDA, por guiarme desde mis primeros pasos por un buen camino, brindándome todo su amor y apoyo incondicional.

A mi querida prima hermana de vida MARIA FERNANDA por ser esa persona que SIEMPRE en todo momento estuvo y está presente. TE ADORO FER.

A mis queridos amigos y hermanos JESUS, ARIANNYS, GERSHWIN y principalmente a RUBAL RAFAEL por ayudarme en todo lo que respecta a este proyecto, a todos GRACIAS LOS QUIERO MUCHISIMO.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Oriente, por darme la oportunidad de entrar en su casa, para lograr obtener todo el conocimiento necesario para culminar esta carrera.

A la Alcaldía del Municipio Pedro María Freites (Servicios Públicos) por su receptividad y apoyo al momento de solicitar información referente a este proyecto.

Al profesor Ramón Ygnacio de la Cruz, por sus enseñanzas, las cuales fueron fundamentales para seguir adelante con esta tesis y brindarme su apoyo.

A la profesora Amarilis González por estar siempre allí y brindarme sus conocimientos cada vez que lo necesitaba.

A la profesora Laurimar Rojas por su incondicional apoyo como Tutor en el desarrollo de esta tesis.

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

**Autor: Pérez, Jorge**

**Tutor Académico: Rojas, Laurimar**

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE CANTAURA, EDO. ANZOÁTEGUI.”**

El estudio estuvo basado principalmente en la evaluación del sistema actual de recolección y disposición final de los desechos sólidos que se generan en la ciudad de Cantaura. Constó de una investigación exploratoria y descriptiva, que buscó estimar la población de la ciudad, a través de métodos recomendados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), obteniendo seguidamente el estudio de la composición física de los desechos sólidos generados a diario en la comunidad. Para adquirir los datos se aplicaron la observación directa y encuestas estructuradas dirigidas a una muestra poblacional de 61 viviendas de la comunidad, lo que conllevó a tomar muestras en las viviendas, durante 7 días, para conocer la composición física de los desechos sólidos. Posteriormente, se realizaron observaciones al equipo y personal de recolección, así como al personal de aseo urbano, a los contenedores de disposición temporal y al vertedero municipal. Se estimó que para el 2021 la población de la ciudad de Cantaura fue de 62.697 habitantes, de acuerdo a la aplicación del método estadístico geométrico, cuya generación per cápita es de 0,54 kg/hab.día, reflejando que los desechos orgánicos son lo que mayormente se producen en la comunidad, y que tanto los recipientes de disposición temporal para desechos sólidos de la Alcaldía, así como el camión recolector, y el vertedero municipal, no cumplen con lo estipulado en la Ordenanza Municipal, ni con las normas sanitarias y ambientales vigentes. Por lo que se recomendó realizar saneamiento y control de gestión en el vertedero de la ciudad, incorporar más unidades de recolección de desechos sólidos, que cubran la totalidad de las rutas de la ciudad, así como también la elaboración de un proyecto de ingeniería en el vertedero municipal, que involucre el estudio de impacto ambiental y sociocultural.

Palabras claves: vertedero, desechos, recolección, Ordenanza, CEPIS.

## INDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
INDICE DE CONTENIDO.....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xvii
CAPITULO I.....	19
EL PROBLEMA.....	20
1.1. Generalidades .....	21
1.2 Planteamiento del problema.....	19
1.3 Objetivos .....	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Antecedentes de la investigación .....	25



2.2 Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente .....	26
2.3 Instituto nacional de estadística.....	27
2.3.1 Sistema estadístico nacional .....	28
2.3.1.1 Subsistema Estadístico Central .....	29
2.3.1.2 Subsistema Estadístico Estatal .....	29
2.3.1.3 Subsistema Estadístico Municipal.....	29
2.4 Estimación de una población futura .....	30
2.4.1 Método Aritmético.....	30
2.4.2 Método del crecimiento geométrico .....	31
2.4.3 Método de crecimiento logarítmico .....	32
2.5 Desecho sólidos o residuos sólidos .....	32
2.6 Clasificación de los desechos sólidos .....	33
2.6.1 Desechos sólidos orgánicos .....	33
2.6.1.1 Putrescibles.....	33
2.6.1.2 No putrescibles .....	33
2.6.2 Desechos sólidos inertes.....	34
2.6.3 De acuerdo a la fuente generadora .....	34
2.6.3.1 Desechos sólidos urbanos .....	35
2.6.3.2 Desechos de las actividades de construcción.....	37
2.6.3.3. Desechos agropecuarios .....	37

2.6.3.4 Desechos clínicos o sanitarios .....	37
2.6.3.5 Desechos de incineración .....	38
2.6.3.6 Desechos industriales .....	38
2.6.4 De acuerdo al tipo de desecho .....	38
2.6.4.1 Basura.....	38
2.6.4.2 Desechos combustibles .....	38
2.6.4.3 Desechos no combustibles .....	38
2.6.4.4 Desechos de calle.....	38
2.6.4.5 Animales muertos .....	39
2.6.4.6 Vehículos abandonados.....	39
2.6.4.7 Desechos de construcción .....	39
2.6.4.8 Residuos de plantas de tratamiento .....	39
2.7 Tiempo de descomposición de algunos desechos .....	39
2.8 Propiedades de los desechos sólidos .....	40
2.8.1 Propiedades físicas .....	40
2.8.1.1 Humedad .....	40
2.8.1.2 Densidad.....	41
2.8.1.3 Poder calorífico (PC).....	41
2.8.2 Propiedades químicas .....	42
2.8.3 Propiedades biológicas.....	43

2.9 Generación de desechos sólidos .....	43
2.9.1 Tasas de generación .....	44
2.10 Manipulación de desechos, separación, almacenamiento y procesamiento en el origen .....	44
2.11 Recolección de desechos sólidos urbanos.....	45
2.11.1 Sistemas de recolección selectiva .....	46
2.12 Equipos de Recolección y Transporte Primario .....	<b>48</b>
2.12.1 Equipos recolectores de alta tecnificación .....	49
2.12.2 Equipos especializados para la recolección de desechos sólidos .....	49
2.12.3 Equipos no convencionales para la recolección de desechos sólidos....	53
2.13 Rutas de recolección .....	54
2.14 Separación, procesamiento y transformación de desechos sólidos .....	55
2.14.1 Tratamiento de los desechos sólidos municipales.....	55
2.15 Disposición Final de los desechos sólidos .....	56
2.15.1 Depósitos de seguridad .....	57
2.15.2 Vertederos .....	57
2.15.3 Rellenos sanitarios .....	58
2.16 Número de viajes en la gestión de desechos sólidos .....	63
CAPITULO III .....	64
MARCO METODOLÓGICO .....	64

3.1 Tipo de investigación.....	<b>64</b>
3.2 Nivel de la investigación.....	64
3.3 Población y muestra.....	65
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	66
3.4.1 Revisión documental .....	66
3.4.2 Observación directa.....	66
3.4.3 Entrevista estructurada.....	67
3.4.4 Instrumentos .....	67
3.5 Técnica de Análisis de Resultados .....	68
3.5.1 El análisis de contenido .....	68
3.5.2 Análisis situacional .....	68
3.5.3 Análisis estadístico descriptivo .....	68
3.6 Conocer la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), utilizando como referencia el último censo realizado por el INE.....	68
3.6.1 Método Aritmético.....	71
3.6.2 Método Geométrico .....	72
3.6.3 Método de crecimiento logarítmico o exponencial .....	73
3.6.4 Estimación de la población .....	73

3.7 Describir los desechos sólidos a través de la información brindada por el CEPIS, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario en la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui .....	75
3.7.1 Estimación de la muestra poblacional preliminar.....	75
3.7.2 Determinación de la generación per cápita .....	77
3.7.3 Análisis de datos sospechosos o peligrosos .....	82
3.7.4 Encuesta a la muestra poblacional .....	83
4.2.8 Mecanismos de limpieza, recolección y transporte del municipio.....	84
3.8 Comparar los datos encontrados con la normativa legal vigente: Ley del Ambiente (2006) y la Ordenanza Sobre Aseo Urbano y Domiciliario, y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Gral. Pedro María Freites, del Edo. Anzoátegui. Cantaura (2012), con respecto al cumplimiento de la recolección y disposición actual de los desechos sólidos en Cantaura.....	85
3.9 Diagnosticar los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui, y las posibles recomendaciones para mejoras del mismo .....	89
CAPITULO IV .....	89
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89
4.1 Conocimiento de la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), utilizando como referencia el último censo realizado por el INE .....	89

4.2 Describir los desechos sólidos a través de la información brindada por el CEPIS, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario en la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui .....	94
4.2.1 Mecanismos de limpieza, recolección y transporte del municipio.....	114
4.3 Diagnosticar los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui, y las posibles recomendaciones para mejoras del mismo .....	121
CAPITULO V.....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	130
5.1 Conclusiones .....	130
5.2 Recomendaciones .....	131
BIBLIOGRAFÍA .....	133
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO; <b>Error!</b> Marcador no definido.	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tiempo de descomposición de algunos desechos. ....	39
Tabla 3.1. Población y muestra poblacional de la ciudad de Cantaura para el estudio del sistema. ....	65
Tabla 3.2 Censo global anual de la parroquia Cantaura, realizado por el INE, desde el año 2000 hasta el año 2011. ....	69
Tabla 3.3. Proyección de la población de la Parroquia Cantaura, en base al censo 2011 del INE. ....	69
Tabla 3.4.a Masa de los desechos sólidos generados durante el muestro de las 61 viviendas de la población de Cantaura. ....	77
Tabla 3.4.b Masa de los desechos sólidos generados durante el muestro de las 61 viviendas de la población de Cantaura (cont.). ....	78
Tabla 3.5 Generación per cápita en la ciudad de Cantaura. ....	79
Tabla 3.6. Datos sujetos a sospechas de acuerdo a la prueba estadística Normal Estándar. ....	83
Tabla 3.7. Características del servicio de limpieza de las calles de la ciudad. ....	84
Tabla 3.8. Características del servicio de recolección de los desechos. ....	84
Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura. ....	85
Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.). ....	86
Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.). ....	87

Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.).....	88
Tabla 4.1 Proyección de la población de la parroquia Cantaura de acuerdo al INE y a los métodos Aritmético y Geométrico.....	89
Tabla 4.1 Proyección de la población de la parroquia Cantaura de acuerdo al INE y a los métodos Aritmético y Geométrico (cont.).....	89
Tabla 4.2 Porcentaje de error de la estimación de la población con los métodos estadísticos aplicados en comparación con la estimación del INE.....	92
Tabla 4.3 Muestra poblacional, número de habitantes, generación per cápita y tasa de generación de desechos de la ciudad de Cantaura.....	94
Tabla 4.4 Producción de residuos de la muestra poblacional en función de los días de la semana.....	94



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estado Anzoátegui con sus municipios. ....	22
Figura 1.2. Ubicación de la ciudad de Cantaura en el mapa del estado Anzoátegui. ....	23
Figura 2.1 Estructura de los subsistemas Estadísticos. ....	28
Figura 2.2 Equipos recolectores de alta tecnificación. ....	49
Figura 2.3 Vehículos compactadores de carga lateral. ....	51
Figura 2.4 Vehículos compactadores de carga trasera. ....	52
Figura 2.5 Vehículos para recolección tip volteo. ....	53
Figura 2.6 Vertedero. ....	58
Figura 2.7 Relleno sanitario tipo área. ....	61
Figura 2.8 Relleno sanitario tipo rampa. ....	62
Figura 2.9 Construcción de relleno sanitario tipo trinchera. ....	62
Figura 2.10 Corte lateral de relleno sanitario tipo trinchera. ....	63
Figura 3.1 Representación gráfica del intervalo de confianza ....	76
Figura 3.2. Ubicación geográfica del vertedero de la ciudad de Cantaura. ....	88
Figura 4.1 Tendencia de los métodos aplicados para la proyección de la población actual que recibe el servicio de aseo urbano. ....	93
Figura 4.2 Composición de desechos generados por la muestra poblacional de la ciudad de Cantaura. ....	96
Figura 4.3 Medio de almacenamiento temporal de los desechos sólidos domésticos. ....	98
Figura 4.4. Tipos de disposición de los desechos sólidos generados en las viviendas. ....	97
Figura 4.5. Frecuencia de disposición de los desechos sólidos generados por la muestra poblacional. ....	99
Figura 4.6. Beneficiarios del servicio de aseo urbano de la ciudad. ....	102
Figura 4.7. Representación de los beneficiarios que pagan por el servicio de aseo urbano. ..	103
Figura 4.8. Lugar de disposición temporal de los desechos sólidos. ....	105
Figura 4.9. Frecuencia de viajes del camión de recolección. ....	106
Figura 4.10. Cantidad y tipo de vehículo que presta el servicio de recolección. ....	108
Figura 4.11. Seguimiento al desecho solido retirado por el camión recolector. ....	109

Figura 4.12. Percepción del servicio de aseo urbano.....	110
Figura 4.13. Conocimiento del sitio de disposición final de la ciudad. ....	111
Figura 4.14. Participación en la determinación de la generación per-cápita.....	112
Figura 4.15. Información sobre reciclar, reusar y reducir en la ciudad. ....	113
Figura 4.16. Contenedor de almacenamiento temporal de desechos sólidos en la avenida Bolívar.....	114
Figura 4.17. Desechos sólidos dispuestos en el contenedor de almacenamiento temporal. ...	115
Figura 4.18. Personal de aseo urbano en labores de limpieza de las calles. ....	116
Figura 4.19. Implementos para labores de limpieza del personal de aseo urbano.....	117
Figura 4.20. Camión recolector de desechos sólidos (lado frontal).....	119
Figura 4.21. Camión recolector de desechos sólidos (lado posterior). ....	120
Figura 4.22. Inspección en el vertedero de la ciudad de Cantaura. ....	121
Figura 4.23. Casilla de entrada hacia el vertedero.....	122
Figura 4.24. Desechos sólidos acumulados en el vertedero.....	123
Figura 4.25. Desecho de cauchos en el vertedero.....	124
Figura 4.26. Desecho vegetal en el vertedero.....	124
Figura 4.27. Acumulación de agua en el vertedero. ....	125
Figura 4.28. Desechos sólidos quemados en el vertedero.....	126
Figura 4.29. Desechos sólidos quemados parcialmente en el vertedero. ....	127
Figura 4.30. Viviendas ubicadas en las cercanías del vertedero. ....	128

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Generalidades**

Venezuela enfrenta grandes problemas y por ende grandes retos en el manejo de sus desechos sólidos. Estos problemas se generan a consecuencia de muchos factores, como: el elevado índice de crecimiento demográfico, el crecimiento de comercios e industrias (cuyos desechos son de alto impacto ambiental y producen contaminantes peligrosos), y la baja participación ciudadana que está orientada al consumo de artículos desechables. Por esta razón, la generación per cápita de desechos 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.

Es así como en Anzoátegui, ubicado al oriente de Venezuela, se desarrollan actividades económicas de suma importancia como: la producción petrolera, la agricultura, la pesca, también posee industrias automotrices, de materiales para la construcción, agroindustrias, actividades turísticas, comerciales y financieras. Debido a su grado de desarrollo y su población creciente, hay una gran producción de desechos sólidos, la generación de estos varía en función de los factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo y estándares de vida de la población. En dicho estado, se encuentra la ciudad de Cantaura, capital del Municipio Gral. Pedro María Freites, que presenta actualmente situaciones de deterioro ambiental debido a la excesiva producción de desechos sólidos generados por la comunidad.

En esta ciudad se puede observar basura en las aceras, calles y cualquier sitio que sirva de botadero provisional, el cual en poco tiempo se convierte en un centro de acopio de desechos para la comunidad. Aunado a esto, la ciudad no cuenta con un relleno sanitario establecido, en lugar de este, se encuentra un vertedero de basura donde todos los desechos recolectados son trasladados y depositados sin clasificarlos y sin ningún tipo de tratamiento. Adicionalmente, se aprecia que no todos los sectores de la ciudad se benefician de un adecuado servicio de recolección de basura, lo cual conduce a muchos vecinos a convivir cerca de los desperdicios

generados por ellos mismos. La presente investigación permitió evaluar el sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos generados en la ciudad de Cantaura.

Para esto, fue necesario conocer la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, a través del método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), a fin de conocer la cantidad de habitantes que hacen vida en la ciudad en estudio a través de una proyección de la población actual para el presente año. Se tomó como referencia el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Posteriormente, se describieron los desechos sólidos, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario a través de la caracterización y el análisis de los residuos utilizados por el CEPIS. Además se conocieron los siguientes factores: condiciones actuales del sitio de disposición final de los desechos sólidos, condiciones actuales de las unidades de recolección empleadas, 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, tomando en cuenta los elementos que integran el manejo de los mismos; luego estos resultados fueron comparados para verificar el cumplimiento según la Ley del Ambiente (2006) y la Ordenanza Sobre Aseo Urbano y Domiciliario, y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Gral. Pedro María Freites del Edo. Anzoátegui. Cantaura (2012), según objetivos.

Por otra parte, la investigación comprendió la caracterización de los desechos sólidos urbanos o municipales de origen domiciliario generados en la ciudad de Cantaura, considerando que esta población netamente es urbana. La descripción de la situación permitió establecer las condiciones actuales de la prestación del servicio de aseo en sus componentes técnicos, operativos y disposición final, así como las características físicas, socioeconómicas y ambientales existentes, en relación con la generación y manejo de los desechos sólidos. Finalmente, mostró los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos y sus posibles recomendaciones para mejorar dicho sistema.

Además, es importante resaltar que existe El Plan de Gestión Ambiental Urbana para la Ciudad de Cantaura (PGAU) 2006. Según un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 2008, señala: “El mundo actualmente

produce unos 10.000 millones de toneladas anuales de residuos, los mismos no se recogen, ni se someten a tratamiento, representando un problema mundial” (p.47).

Siguiendo el orden de ideas, el proyecto es de interés para la comunidad, ya que proporcionó un diagnóstico de la situación actual de dicho sistema y una herramienta a los entes gubernamentales para futuras soluciones al problema. El aporte para la UDO, fue poder disponer de un material de investigación como referencia para trabajos similares a fin de continuar dicha evaluación a futuro.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Gral. Pedro María Freites es uno de los 21 municipios que forman parte del estado Anzoátegui, Venezuela, ubicado en la zona este del estado, limita al Norte: con el estado Sucre y el municipio Libertad; al Sur: con el municipio Independencia, el municipio Guanipa y el municipio Simón Rodríguez; al Este: con el estado Monagas; y al Oeste: con el municipio Santa Ana y municipio Anaco, (figura 1.1).

El municipio Gral. Pedro María Freites, es el municipio más extenso del estado Anzoátegui, ya que su extensión territorial es de 7.153 km<sup>2</sup> lo que significa un 16,51% de la totalidad del estado, su ubicación geográfica es excepcional, es el segundo municipio petrolero de Venezuela; además su subsuelo, en la Mesa de Guanipa, es depositario de la mayor riqueza acuífera del estado.

Está dividido en cinco parroquias, las cuales son: Santa Rosa, Urica, Libertador, Cantaura y Hugo Chávez; siendo Cantaura donde se establece el núcleo del Gobierno Municipal. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2011 el municipio Pedro María Freites posee una población de 73.121 habitantes que representan un 4,98% de la población total del estado y de los cuales 37.560 son hombres (51,37%) y 35.561 mujeres. Dado que el área del municipio es de 7.153 km<sup>2</sup> tiene una densidad de población de 10,22 hab/km<sup>2</sup>, muy por debajo de la media nacional de 29,71 y muy inferior a la del estado que es de 33,94. El peso de la población del municipio Pedro María Freites sobre el total del estado durante el periodo intercensal 2001-2011 se ha incrementado en un 0,2%. Existen en Pedro María Freites 19.072 núcleos familiares.

En torno a la vivienda se tiene que existen unas 23.751 unidades, de las cuales 18.575 están ocupadas, 1.704 son habitadas ocasionalmente y las restantes están desocupadas o en proceso

de construcción, (Instituto nacional de estadística, 2011). Cantaura, es la capital del municipio Gral. Pedro María Freites; fue fundada el 20 de agosto de 1740 formalizado por fray Fernando, y su nombre original fue Chamariapa.



**Figura 1.1 Estado Anzoátegui con sus municipios.**

**Fuente: Instituto nacional de estadística, 2011.**

Se asienta entre la cordillera de la Costa y se empalma con la Mesa de Guanipa. Localizada en las coordenadas geográficas: 09° 18' 40" de Latitud Norte y 64° 21' 34" de Longitud Oeste. Está ubicada en la mesa Mondoaga, rodeada de otras mesas y altitudes planas, entre otras; mesa de Guanipa al sur, mesa de Ocopia al norte y llanos situados de manera equidistante, (Instituto Nacional de Estadística, Op. Cit.).



**Figura 1.2. Ubicación de la ciudad de Cantaura en el mapa del estado Anzoátegui.**

**Fuente: Instituto nacional de estadística, 2011.**

Entre sus límites se encuentra; al norte con la población de Santa Rosa de Ocopi y Anaco, al este fronteriza con la población de Santa Rosa de Ocopi y limita con el estado Monagas, al sur con San Tome, El Tigre y Guanipa y al oeste San Joaquín y Santa Ana, (figura1.2). En el año 2009 fue escogida como una de las ciudades exitosas de Latinoamérica en gestión urbana sostenible, ocupando el último lugar, entre nueve ciudades, siendo la segunda en Venezuela, debido a que se fomentó y se creó el plan de gestión ambiental urbana sostenible, brindando así una visión futura compartida de la ciudad, lo que fortaleció la institucionalidad local. Aunado a ello por la creación de programas de educación ambiental en la ciudad, permitiendo la participación ciudadana en el proceso de planificación urbana y toma de decisiones, lo que arrojó mejoras ambientales de la ciudad y de calidad de vida, a partir de la construcción de equipamientos de ámbito general, (Gerencia General de Estadísticas Demográficas, 2004).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Conocer la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), utilizando como referencia el último censo realizado por el INE.
2. Describir los desechos sólidos a través de la información brindada por el CEPIS, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario en la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui.
3. Comparar los datos encontrados con la normativa legal vigente: Ley del Ambiente (2006) y la Ordenanza Sobre Aseo Urbano y Domiciliario, y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Gral. Pedro María Freites, del Edo. Anzoátegui. Cantaura (2012), con respecto al cumplimiento de la recolección y disposición actual de los desechos sólidos en Cantaura.
4. Diagnosticar los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui, y las posibles recomendaciones para mejoras del mismo.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Luzón y Pérez (2010), plantearon un diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad de Boyacá III, zona este del municipio Simón Rodríguez del Estado Anzoátegui. Realizaron un muestreo de los tipos de desechos sólidos que se generaron en esa comunidad y 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. De este proyecto se tomaron las herramientas de recolección que utilizaron para analizar y clasificar los diferentes métodos de aplicación para desechos sólidos.

Por otra parte, Monagas&Rodríguez (2008), hicieron una evaluación exhaustiva al actual sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos de las comunidades de Boyacá I y II, del municipio Simón Rodríguez del Estado Anzoátegui, realizando recorridos en las unidades recolectoras. Levantaron un diagnóstico de la situación para el momento del estudio del relleno sanitario “Cerro De Piedra”, y en base a ello, ofrecieron una propuesta de rehabilitación. En el aspecto metodológico, fue de mucha ayuda, ya que permitió entender de manera correcta el enfoque que se debe dar al momento de analizar y entender cómo es la situación de los desechos y cómo debe de ser atacada para obtener resultados efectivos y optimizar el funcionamiento del sistema de recolección.

Al mismo tiempo, Latuff (2005), elaboró un estudio en la Ciudad de Maturín, Edo. Monagas, con el fin de evaluar la oportunidad de recuperar los desechos sólidos y reciclarlos de manera sustentable para otros usos; identificó las principales empresas que realizan actividades de recolección, transporte, almacenamiento, clasificación, procesamiento y comercialización de dichos desechos, realizó una caracterización de la dinámica operativa que conforman las distintas actividades asociadas a la recuperación y reciclaje de los desechos. Este trabajo sirvió de ayuda a nivel conceptual para la selección de las diferentes alternativas de la disposición de los desechos sólidos en la evaluación que se realizará.

En este orden de ideas, Reyes y Martínez (1993), realizaron un estudio acerca de los desechos sólidos generados en el campus de la universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, donde se llevaron a cabo observaciones durante meses de los volúmenes de desechos sólidos producidos en diversos sectores de esta casa de estudio. 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.

## **2.2 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente**

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) es el centro regional de tecnología ambiental de la Organización Panamericana de la Salud Oficina regional (OPS), Oficina regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. El CEPIS forma parte de la División de Salud y Ambiente de la OPS y sus actividades están dirigidas a apoyar a los países de la Región en el manejo de los problemas ambientales que constituyen riesgos para la salud humana, tales como los relacionados con el abastecimiento de agua, tratamiento y reúso de aguas residuales, manejo de desechos sólidos domésticos y otros provenientes de las actividades económicas.

El Centro fomenta programas que refuerzan la cooperación de la OPS con los países y dedica especial atención al desarrollo de tecnologías económicas de fácil operación y mantenimiento, disseminación de información, movilización y capacitación de recursos humanos, educación sanitaria y a la participación de la comunidad en la gestión ambiental. El CEPIS, ubicado en Lima, Perú, fue creado en 1968. Desde entonces ha tenido el apoyo del Gobierno Peruano, quien construyó el edificio en que se encuentran sus instalaciones, las que cuentan con facilidades de biblioteca, laboratorio, imprenta, salas para reuniones y un auditorio equipado para traducción simultánea.

Como centro tecnológico regional, el CEPIS promueve soluciones interdisciplinarias para los problemas ambientales, teniendo en cuenta las circunstancias de cada país, en especial sus condiciones socioeconómicas y su infraestructura institucional. Con esta finalidad, el CEPIS lleva a cabo programas para el fortalecimiento de las instituciones

nacionales responsables de la salud ambiental y para la prevención y control de los riesgos a la salud causados por la contaminación del ambiente, (CEPIS, s.f.).

Los principales programas que se ejecutan son:

- a) Control de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- b) Control de pérdidas y uso eficiente del agua.
- c) Mejoramiento y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.
- d) Tratamiento y reúso de aguas residuales.
- e) Manejo de residuos sólidos domésticos.
- f) Manejo ambiental de residuos industriales y de residuos peligrosos.
- g) Participación comunitaria y educación sanitaria.
- h) Mejoramiento de la capacidad analítica de los laboratorios.
- i) Fortalecimiento de los sistemas de información técnica.
- j) Apoyo en informática a los programas del CEPIS.
- k) Preparativos para desastres en salud y ambiente.
- l) Ciudades saludables.
- m) Estudio de desinfección de agua y alimentos a nivel domiciliario.
- n) Publicaciones, traducciones e imprenta, (CEPIS, Op. Cit.).

Asimismo, el CEPIS ejecuta e incentiva el desarrollo de investigaciones aplicadas al medio ambiente, tanto en los países como en la sede del Centro; colabora en el desarrollo de recursos humanos de los países a través de cursos y programas de capacitación del Centro o de las entidades del sector; prepara documentos y publicaciones periódicas, y actúa como Centro Coordinador Regional de la Red Panamericana de Información y Documentación en Salud Ambiental (REPIDISCA), (CEPIS, Op. Cit.).

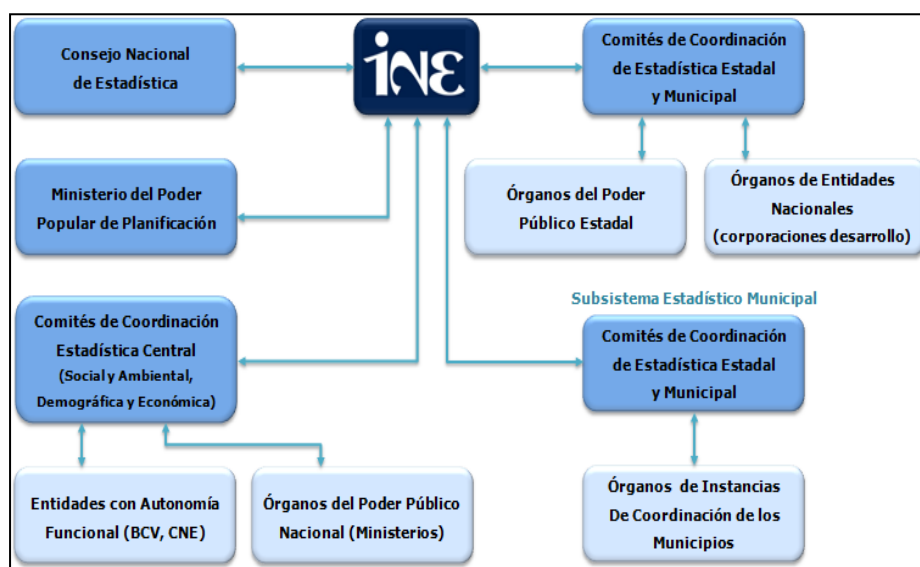
### **2.3 Instituto nacional de estadística**

El Instituto Nacional de Estadística (INE) es el principal órgano público de estadística del Gobierno Venezolano, adscrito al Ministerio del Poder Popular de Planificación, siendo el ente central del Sistema Estadístico Nacional (SEN), y encargado de la sistematización y publicación de datos estadísticos en el territorio venezolano, (Instituto nacional de estadística, Op. Cit.).

### 2.3.1 Sistema estadístico nacional

El Sistema Estadístico Nacional (SEN) es el conjunto de principios, órganos, funciones y recursos interrelacionados por medio de los cuales las ramas del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal producen información estadística de interés nacional. La definición contempla también a los organismos desconcentrados del Poder Público Nacional, las empresas del estado venezolano y a cualesquiera entidades con autonomía funcional que ejerzan la función estadística. El SEN se define como un sistema que coordina e integra eficientemente la estructura, los procesos y recursos de la función estadística del Estado venezolano (Art. 31 LFPE), (Instituto nacional de estadística, Op. Cit.).

El Sistema Estadístico Nacional (SEN) ha sido organizado en subsistemas que corresponden a los tres niveles de gobierno: Central, Estatal y Municipal en los cuales concurren productores y usuarios de información estadística de los poderes públicos, actores sociales y económicos de estados y municipios, quienes reunidos en los Comité Coordinación Estadística articulan esfuerzos y toman decisiones dirigidas a fortalecer la producción de información estadística de país para garantizar su pertinencia, oportunidad y calidad en a la toma decisiones públicas.



**Figura 2.1 Estructura de los subsistemas Estadísticos.**

**Fuente: Instituto nacional de estadística, Op. Cit.**

### **2.3.1.1 Subsistema Estadístico Central**

El Subsistema Estadístico Central está constituido por el Ministerio de Planificación y Desarrollo, el Instituto Nacional de Estadística, el Consejo Nacional de Estadística, los Comités de Coordinación Estadística Central, los órganos estadísticos de las ramas del Poder Público Nacional y otras entidades con autonomía funcional que ejerzan la función estadística.

El Ministerio de Planificación y Desarrollo, a través del INE ejercerá la función rectora del SEN y, por ende la regulación, planificación, dirección, ejecución, coordinación, uniformidad, racionalización, supervisión y control técnico sobre la labor estadística que realicen los órganos que integran el sistema. (Art. 33 de Ley). El Instituto Nacional de Estadística podrá exigir de los órganos del Sistema Estadístico Nacional y de los particulares, información sobre la metodología utilizada en la elaboración de cada estadística y demás características técnicas de las mismas, (Instituto nacional de estadística, Op. Cit.).

### **2.3.1.2 Subsistema Estadístico Estatal**

En el ámbito estatal está conformado por los Comités de Coordinación Estadística Estadales y Municipales, los órganos estadísticos de las ramas del Poder Público Estatal y la Oficina Estatal del Instituto Nacional de Estadística y cualesquiera otros órganos de entidades nacionales, con sede en la entidad federal correspondiente, que ejerzan la función estadística. Los órganos estadísticos del Subsistema Estadístico Estatal y Municipal, por medio de los Comités de Coordinación de Estadística Estadales y Municipales, pueden convenir la creación de Subsistemas Estadísticos Regionales, (Instituto nacional de estadística, Op. Cit.).

### **2.3.1.3 Subsistema Estadístico Municipal**

Son órganos del Subsistema Estadístico Municipal los órganos e instancias de coordinación que determinen los municipios, bajo la rectoría del Instituto Nacional de Estadística. (Art. 45, LFPE).

Los órganos del Subsistema Estadístico Municipal, por medio de los Comités de Coordinación Estadística Estadales y Municipales, pueden convenir la creación de

Subsistema Mancomunados. Los Subsistemas así creados acordarán la realización conjunta de la actividad estadística de interés común y estará bajo el control técnico metodológico del Instituto Nacional de Estadística, (Instituto nacional de estadística, Op. Cit.).

## **2.4 Estimación de una población futura**

La proyección de población es el resultado del proceso de determinación de un conjunto de estimaciones demográficas, elaboradas a partir de ciertos modelos que buscan establecer las tendencias más exactas de las variables determinantes de la dinámica poblacional y con ello derivar los volúmenes de población y sus principales características.

Cuando se trabaja con la población total de un territorio contenida en los censos demográficos de al menos dos momentos diferentes, es de utilidad adicional calcular las proyecciones de población con la finalidad de configurar el comportamiento futuro de la población y así tener un punto de vista respecto a la demanda futura de un servicio, o la generación de un desecho en un territorio. Una proyección de población es un cálculo que refiere en crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado. Existen diferentes métodos de crecimiento y lo recomendable es emplearlos según el modelo al que se ajusta el comportamiento de la población respecto del tiempo. Existen diferentes métodos utilizados en el cálculo de la población futura: Método aritmético, geométrico y logarítmico, (Cantanhede, A. y colaboradores, 2006).

### **2.4.1 Método Aritmético**

Consiste en agregar a la población actual del último censo un número de habitantes para un período en el futuro. Este método se aplica para pequeñas comunidades, en especial rurales, y para grandes ciudades donde su crecimiento poblacional es estable (González, 2002). Se calcula por la siguiente fórmula:

$$Pf = Puc + Ka (Tf - Tuc) \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

Pf = Población futura proyectada (hab)

Tf = Año de la proyección (año)

Tuc = Años del último censo (año)

Puc = Población del último censo (hab)

Ka = Coeficiente aritmético (hab/años)

Siendo,

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

Pci = Población del censo anterior (hab)

Tci = Año del censo anterior (años)

#### 2.4.2 Método del crecimiento geométrico

Este método es aplicado para poblaciones en desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija. Supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada periodo de tiempo, pero en número absoluto, la población aumenta en forma creciente. La representación gráfica es una curva de interés compuesto. Consiste en representar el crecimiento registrado de la población en papel semi-logarítmico, ajustando la curva a una recta donde el valor de r (tasa de crecimiento anual), se determina a partir de su pendiente, (González, Op. Cit.).

$$Pf = Puc (1+r)^{(Tf - Tuc)} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento anual

Siendo:

$$r = \frac{Puc}{Pci}^{\frac{1}{Tuc - Tci}} - 1 \quad (\text{Ec. 2.4})$$

### 2.4.3 Método de crecimiento logarítmico

Este método es aplicable a poblaciones donde alcanza su estabilización, comienzan a crecer con un porcentaje decreciente. La aplicación de este método requiere de por lo menos el conocimiento de tres censos, ya que al evaluar la constante promedio se requiere de dos valores iniciales, (González, Op. Cit.).

$$\ln P_{cp} - \ln P_{ca} = K_g * (T_{cp} - T_{ca}) \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

$P_{cp}$  = Población del censo (hab)

$T_{cp}$  = Año del censo posterior

$P_{ca}$  = Población de censo anterior (hab)

$T_{ca}$  = Año del censo anterior

$K_g$  = Constante logarítmica

Siendo,

$$K_g = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{(T_{cp} - T_{ca})} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

### 2.5 Desecho sólidos o residuos sólidos

A los efectos del Decreto 2.216 (1992), se define al desecho como: Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que ni vaya a ser utilizado como materia prima para la industria, reutilizado, recuperado o reciclado.

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

**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.



Barradas (2009), plantea por residuo todo material que es destinado al abandono por su productor o poseedor, pudiendo resultar de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza. Los residuos pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos, de acuerdo a su estado físico. Agregándose los residuos pastosos, que comúnmente aparecen como producto de las actividades humanas.

## **2.6 Clasificación de los desechos sólidos**

Los desechos sólidos han sido clasificados de diversas maneras. Estructuralmente mantienen ciertas características desde su origen hasta su disposición final. Los diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, entre otros, juegan un papel importante en la percepción de quien los clasifica, presentándose algunas discrepancias entre una u otra clasificación.

Tratando de respetar la estructura química, el origen y destino final potencial de los desechos sólidos, se presenta la siguiente clasificación, (Barradas A. 2009):

### **2.6.1 Desechos sólidos orgánicos**

Son los materiales residuales que en algún momento tuvieron vida, formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles, (Barradas, Op. Cit.).

#### **2.6.1.1 Putrescibles**

Son los desechos que provienen de la producción o utilización de materiales naturales sin transformación estructural significativa. Por ello y por su grado de humedad mantienen un índice alto de biodegradabilidad: residuos forestales y de jardín, residuos animales, residuos de comida, heces animales, residuos agropecuarios y agroindustriales, entre otros, (Barradas, Op. Cit.).

#### **2.6.1.2 No putrescibles**

Desechos cuyas características biológicas han sido modificadas al grado que en determinadas condiciones pierden su biodegradabilidad. Comúnmente son combustibles.

- Naturales: La condición determinante de la pérdida de biodegradabilidad es la falta de humedad: papel, cartón, textiles de fibras naturales, madera, entre otros.
- Sintéticos: Desechos no biodegradables altamente combustibles, provenientes de procesos de síntesis petroquímica: plástico, fibras, sintéticas, entre otros, (Barradas, Op. Cit.).

### **2.6.2 Desechos sólidos inertes**

Desechos no biodegradables ni combustibles que provienen generalmente de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos minerales: vidrio, metales, residuos de construcción y demolición de edificios, tierras, escombros, entre otros.

Los dos tipos de residuos anteriores pueden ser peligrosos o no peligrosos. Quedan definidos por una o más de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infeccioso. Por sus características físicas, químicas o biológicas pueden o no ser acoplados a procesos de recuperación o transformación, y en casos extremos tratarse para su incineración o confinamiento controlado.

Independientemente de su origen o estructura, los desechos sólidos son factibles de reutilizarse, recuperarse o reciclarse. La tecnología disponible, el nivel de concientización y los recursos legales son factores decisivos para llevar a cabo algún método de gestión. La disponibilidad de recursos económicos juega un papel importante, pero estos no deben ser determinantes para lograr la gestión de los desechos sólidos de una forma que armonice con el medio ambiente y la salud pública, (Barradas, Op. Cit.).

### **2.6.3 De acuerdo a la fuente generadora**

Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Desechos Sólidos Urbanos.
- Desechos de Construcción (residuos sólidos inertes).
- Desechos Agropecuarios.
- Desechos Clínicos o Sanitarios.
- Desechos Sólidos de Depuradoras de Agua (lodos).
- Desechos de Incineración.
- Desechos Industriales, (Barradas, Op. Cit.).

### 2.6.3.1 Desechos sólidos urbanos

Los desechos o residuos sólidos urbanos (RSU), conocidos comúnmente por “basuras”, que se producen en los núcleos de población constituyen un problema para el hombre desde el momento en que su generación alcanza importantes volúmenes y, como consecuencia, empiezan a invadir su espacio vital o de esparcimiento, (Barradas, Op. Cit.).

Se incluyen dentro de los residuos sólidos urbanos todos los que se generan en la actividad doméstica, comercial y de servicios, así como los procedentes de la limpieza de calles, parques y jardines. Según la procedencia y la naturaleza de estos residuos se pueden clasificar en:

- **Los desechos domiciliarios:** son desechos sólidos procedentes de la actividad doméstica, como residuos de la cocina, restos de comida, desperdicios de la calefacción, papeles, vidrios, material de embalaje y demás bienes de consumo, adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales normales. Se incluyen los residuos de domicilios colectivos, tales como cuarteles, residencias, asilos, etc., (Barradas, Op. Cit.).
- **Los desechos voluminosos:** son desechos de origen doméstico, tales como grandes embalajes, muebles, etc., y que debido a sus dimensiones no son adecuados para su recolección por los servicios municipales normales, pero que pueden ser eliminados junto con los residuos domiciliarios, (Barradas, Op. Cit.).
- **Los desechos comerciales:** y de servicios son los generados en las distintas actividades comerciales (tiendas, mercados, almacenes, centros comerciales, etc.) y del sector de servicios (bancos, oficinas, centros de enseñanza, entre otros). Por sus características específicas, no están incluidos aquí los desechos procedentes de la actividad sanitaria, ni los generados en los mataderos, (Barradas, Op. Cit.).
- **Los desechos de limpieza de vías y áreas públicas:** son los procedentes de las actividades de limpieza de calles y paseos y de arreglo de parques y jardines (hierba cortada, hojarasca, troncos y ramas de hasta un metro de longitud, etc.), (Barradas, Op. Cit.).

La naturaleza de los residuos sólidos urbanos es enormemente variada y debe estudiarse en cada momento y en cada localidad, ya que, en efecto, los RSU varían:

1. Según su **origen**, puesto que pueden ser domésticos, procedentes de industrias o de establecimientos comerciales, de la limpieza de las calles o de los edificios públicos, etcétera.
2. Según el **lugar de procedencia**, las zonas urbanas producen más papel, plásticos y residuos de manufactura, enlatados, etc.; las zonas rurales tienen una producción de residuos más orgánica.
3. Según la **variación climática**, en verano se suelen consumir más verduras y frutas y en invierno se suelen producir más cenizas. El encrudecimiento de un invierno puede repercutir considerablemente en la producción de los residuos.
4. Según el **nivel de vida**, la población con mejor economía suele producir más residuos; en zonas deprimidas se consume menos. El nivel de vida influye también en la cantidad de basura, siendo más abundante en las zonas residenciales que en los barrios pobres. En estos últimos, además de consumirse menos, se aprovechan los bienes al máximo, usándose los envases después de vaciados, reciclando, en una palabra, la mayor parte de los materiales de desecho, revendiendo el papel y el cartón, etc. Los ciudadanos más adinerados no reutilizan las latas, cartones de embalajes, envases de vidrio, periódicos viejos y objetos variados.
5. Según las **variaciones estacionales**, en verano, con las vacaciones, se producen menos RSU en fábricas y comercios, siendo además la composición más variable en los residuos domésticos. Por otra parte, la salida de vacaciones de los ciudadanos tiene como resultado una disminución considerable de los residuos en las ciudades. Este fenómeno se da asimismo los fines de semana, con el traslado de una gran cantidad de población desde sus residencias habituales a las segundas residencias de descanso en el campo: los residuos de los que quedan en las ciudades suelen ser muy distintos a los residuos de los días laborables, (Barradas, Op. Cit.).

De todas estas variaciones, sin duda alguna, la más importante en la composición de los residuos es el aumento del nivel de vida, siendo también el factor más influyente a largo plazo para la gestión de los RSU. La composición de los residuos puede ir evolucionando

en una ciudad de forma considerable en función del cambio de vida de sus habitantes, (Barradas, Op. Cit.).

### **2.6.3.2 Desechos de las actividades de construcción**

Son aquellos residuos básicamente inertes provenientes de las actividades de construcción y demolición de obras, como ejemplo: casas, edificios, carreteras, puentes, (Colomer y Gallardo, 2007).

### **2.6.3.3. Desechos agropecuarios**

Los desechos agropecuarios son considerados en general de naturaleza orgánica. Como tales, comparten características similares con otros residuos de origen agroindustrial y con la parte orgánica de los residuos sólidos urbanos. A diferencia que los residuos agropecuarios se producen en su entorno natural, mientras que los de origen agroindustrial son generados en procesos de transformación de productos agrícolas y los urbanos se generan en el proceso de consumo, junto con otros no orgánicos.

Los residuos agropecuarios abarcan los siguientes grupos:

- a. Desechos agrícolas
- b. Desechos forestales
- c. Desechos ganaderos
- d. Desechos de industrias agropecuarias

Los desechos agropecuarios presentan algunas propiedades favorables que pueden dar origen a su aprovechamiento en los sectores energético, agrícola, ganadero e industrial.

Entre esas propiedades se hallan el poder calorífico, la riqueza en materia orgánica y el potencial de aprovechamiento como materia prima en procesos industriales, (Barradas, Op. Cit.).

### **2.6.3.4 Desechos clínicos o sanitarios**

Esta clase de desechos pertenece a los generados en procesos y actividades encargados de atención a pacientes y de investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros de salud, laboratorios, consultorios privados, (Colomer et al., 2007).

### **2.6.3.5 Desechos de incineración**

Es el material remanente de la combustión y por lo general, son sólidos de tamaño muy pequeños, (Barradas, Op. Cit.).

### **2.6.3.6 Desechos industriales**

Esta clase de desechos pertenece a las actividades de las diferentes ramas de la industria como manufactura ligera y pesada, textil, alimenticia, metálica, pesquera, construcción, plantas químicas, madera, minería, refinerías, generación de electricidad y otras afines.

Entre los desechos se encuentran: alimentos, desperdicios, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos peligrosos, entre otros, (Colomeret al., 2007).

## **2.6.4 De acuerdo al tipo de desecho**

### **2.6.4.1 Basura**

Residuos o desechos de la preparación, cocina y servicios de alimentos, desechos del mercado, desechos del manejo, almacenaje, y venta de la producción, (Colomeret al., 2007).

### **2.6.4.2 Desechos combustibles**

Desechos de papel, cartón, cajas, barriles de madera, excedentes, ramas de árboles, residuos de podas de jardín, muebles de madera, camas, trastos, entre otros, (Colomeret al., 2007).

### **2.6.4.3 Desechos no combustibles**

Desechos que no son fáciles de encenderse, tales como: metales, latas, muebles de metal, polvo, vidrio, utensilios de cocina, minerales, (Colomeret al., 2007).

### **2.6.4.4 Desechos de calle**

Basura proveniente del barrido, polvo, hojas, los residuos que caen en la alcantarilla, contenido de los pipotes públicos de basura, (Colomeret al., 2007).

#### 2.6.4.5 Animales muertos

Animales muertos, gatos, perros, ratas, caballos, entre otros, dejados a la intemperie, cuya descomposición se realiza en al aire libre, (Colomeret al., 2007).

#### 2.6.4.6 Vehículos abandonados

Vehículos abandonados en la calle o en propiedades públicas, cuya descomposición u oxidación se va realizando al aire libre, (Colomeret al., 2007).

#### 2.6.4.7 Desechos de construcción

Madera, tubos, ladrillos, concreto y otros materiales de construcción provenientes de la demolición o fabricación de edificaciones y otras estructuras, (Colomeret al., 2007).

#### 2.6.4.8 Residuos de plantas de tratamiento

Sólidos provenientes del cribado y desarenadores, lodos de los tanques sépticos, (Colomeret al., 2007).

### 2.7 Tiempo de descomposición de algunos desechos

Para entender cuál es la real dimensión del mal manejo de desechos, sobre todo inorgánicos, es oportuno conocer cuántos años tardan en descomponerse estos materiales. A continuación, se muestran el tiempo promedio que tardan en degradarse algunos desechos, (Tchobanoglous, Theisen y Vigil 1994).

**Tabla 2.1 Tiempo de descomposición de algunos desechos.**

Desecho	Tiempo (año)
Papel	0,1-0,6
Cartón	0,3-0,6
Filtro de cigarrillo	5
Lata de gaseosa	10
Tela	0,6-1
Madera pintada	13

Corchos de plástico (polipropileno)	Más de 100
Botella plástica	50-100
Caucho	Indefinido
Bolsa plástica	20
Bolsa de nylos	150
Aluminio	500
Metal	Más de 100
Vasos descartables	1.000
Bolsas de viveros	1
Goma de mascar	5 años
Vidrio	1.000.000

Fuente: Tchobanoglous, Theisen, y Vigil, (1994).

Es importante destacar que estos parámetros (tabla 2.1) también dependen de las condiciones de cada sitio de depósito. Conocer la información suministrada en la tabla 2.1, permite dimensionar la importancia no solo de reciclar, sino de reducir el consumo de, por ejemplo, plásticos de un solo uso, sorbetes, botellas, entre otros materiales y desechos, (Tchobanoglous, et al., 1994)

## **2.8 Propiedades de los desechos sólidos**

### **2.8.1 Propiedades físicas**

Dentro de las propiedades físicas se contemplan la humedad, la densidad y el poder calorífico, (CEPIS, Op. Cit.).

#### **2.8.1.1 Humedad**

Es una característica importante para los procesos a que puede ser sometida la basura. Se determina generalmente de la siguiente forma: Se toma una muestra representativa, de 1 a 2kg, se calienta a 80°C durante 24 horas, se pesa y se expresa en base seca o húmeda, (CEPIS, Op. Cit.).



$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso}_{\text{inicial}} - \text{Peso}_{\text{final}}}{\text{Peso}_{\text{inicial}}} * 100 \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

Humedad se expresa en porcentaje.

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

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

### 2.8.1.2 Densidad

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

**Densidad suelta:** Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos.

**Densidad transporte:** Depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico es del orden de 0,6kg/l.

**Densidad residuo dispuesto en relleno:** Se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio, (CEPIS, Op. Cit.).

$$\rho = \frac{P}{V} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

$\rho$ : densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

P: peso de la basura (kg).

V: volumen de la basura en el recipiente ( $\text{m}^3$ ).

### 2.8.1.3 Poder calorífico (PC)

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

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

$$PC = \sum_{n=0}^{n=i} n_i PC_i \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

PC: poder calorífico de la muestra.

$n_i$ : porcentaje en peso del componente.

$PC_i$ : poder calorífico del componente.

Para facilitar el cálculo del poder calorífico de la basura, en primer lugar se adoptan los siguientes valores como el poder de cada componente seco:

- a) Papel y cartón: 4.000Kcal/kg.
- b) Trapos: 4.000Kcal/kg.
- c) Madera y follaje: 4.000Kcal/kg.
- d) Restos de alimentos: 4.000Kcal/kg.
- e) Plástico, caucho y cuero: 9.000Kcal/kg.
- f) Metales, vidrios, suelo y otros: 0 Kcal/kg, (CEPIS, Op. Cit.).

### 2.8.2 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los desechos sólidos son importantes, para conocer principalmente los sistemas de incineración de residuos, los tratamientos biológicos, el compostaje y la digestión anaeróbica. También permite estimar la generación de biogás en los rellenos sanitarios, al momento de ser procesados y/o recuperados, para ello se realiza algunos análisis físicos:

- Humedad: pérdida de humedad cuando la muestra se calienta a 105 °C durante una hora.
- Material Volátil Combustible: pérdida de peso adicional con la ignición a 950 °C en un crisol cubierto.
- Carbón fijo: rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil.

- Ceniza: peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto.
- Punto de Fusión de las Cenizas: Se define como la temperatura en la que la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólidos (escoria) por la fusión y la aglomeración. Las temperaturas típicas de fusión para la formación de escorias de residuos sólidos oscilan entre 1100 °C y 1200 °C, (Colomer et al., 2007).

### **2.8.3 Propiedades biológicas**

Excluyendo el plástico, la goma y el cuero, la fracción orgánica de la mayoría de los desechos sólidos se compone de la siguiente forma:

- Constituyentes solubles en agua, como azúcares, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos.
- Hemicelulosa, un producto de condensación de azúcares con cinco o seis carbonos.
- Celulosa, un producto de condensación de glucosa de azúcar con 6 carbonos.
- Grasa, aceite y ceras, que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- Lignocelulosa, una combinación de lignina y celulosa.
- Proteínas, están formadas por cadenas de aminoácidos, (Colomer et al., 2007).

### **2.9 Generación de desechos sólidos**

Generación de desechos o residuos abarca las actividades en la que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para la evacuación. Por ejemplo, un cigarrillo normalmente se considera de poco valor para el propietario una vez consumida el cigarrillo, y suele suceder que se tira, especialmente, al aire libre. Es importante anotar en la generación de desechos que hay un paso de identificación y que este paso varía con cada desecho en particular.

La generación de desechos es, de momento, una actividad poco controlable. Sin embargo, se busca ejercer un mayor control sobre la generación de los desechos. En los Estados donde los objetivos de desviación son establecidos por ley, y tienen que ser cumplidos bajo amenaza de sanción económica, es necesario instalar un sistema claro para controlar la desviación de residuos.

La reducción en el origen, aunque no esté controlada por gestores de desechos sólidos, actualmente está incluida en las evaluaciones del sistema como un método para limitar las cantidades de desechos generados, (Tchobanoglous, et al., 1994).

### **2.9.1 Tasas de generación**

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

Los factores que influyen en la cantidad de desechos producidos incluyen: localización geográfica, estación del año, frecuencia de la recolección, los hábitos y la condición económica de la gente, el alcance de las operaciones de recuperación y recirculación, la legislación y las actitudes del público. Todos estos factores son importantes en la planeación del manejo de los desechos.

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

$$T_s = \frac{D_s}{\text{Población}} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Donde:

Ts: tasa de generación

Ds: producción total de desechos sólidos por día (kg/día)

Conocidos la tasa de generación y el número de la población estudiada, se puede obtener, mediante la ecuación 2.10, la producción total de desechos sólidos por día.

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

Uno de los elementos funcionales en el sistema de gestión de los desechos sólidos es la manipulación de residuos, la separación, el almacenamiento y el procesamiento en el origen. La manipulación y la separación de desechos involucran las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que estos son colocados en contenedores de

almacenamiento para la recogida. La manipulación incluye el movimiento de los contenedores cargados hasta el punto de recogida. La separación de los componentes de los desechos es un paso importante en la manipulación y el almacenamiento de los desechos sólidos en el origen. Por ejemplo, desde el punto de vista de las especificaciones de los materiales, y de los ingresos de la venta de los materiales recuperados, el mejor lugar para preparar los materiales residuales, para la reutilización y el reciclaje, es en el punto de generación.

El almacenamiento *in situ* es de una importancia primordial, debido a la preocupación por la salud pública y a consideraciones estéticas. Los desagradables recipientes improvisados e incluso el almacenamiento al aire libre, ambos indeseables, se ven a menudo en muchos lugares comerciales y residenciales. El coste de equipo para almacenar los desechos sólidos en el origen normalmente corre a cargo del propietario de la casa o apartamento, o de la dirección de las propiedades comerciales e industriales, (Ghanem, 2003).

### **2.11 Recolección de desechos sólidos urbanos**

La recolección de desechos sólidos urbanos incluye la toma de los desechos sólidos, así como su transporte hasta el lugar de disposición final. La descarga del vehículo de recolección es considerada como parte de la operación. La recolección variará según las características de las instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan los residuos y los métodos utilizados para el almacenamiento *in situ* de los residuos acumulados entre recolecciones.

Usualmente los métodos de recolección varían en función de si hay o no hay separación de desechos en el origen. Siendo más práctica para el generador no seleccionar los materiales, pero presenta muchos inconvenientes para una buena gestión de desechos sólidos. Así, la recolección de desechos separados en origen tiende a ser cada vez mejor aceptada, llevándose a cabo con el apoyo de programas de concientización ciudadana, programación de las rutas de recolección, instalación de centros de acopio y sistemas de comercialización de materiales recuperables, tanto para reutilización como para reciclaje.

Los métodos de carga de los vehículos de recolección se pueden clasificar como manuales y mecánicos. Los más comúnmente usados para desechos residenciales o urbanos incluyen:

1. El levantamiento y acarreo directo de recipientes.
2. El traslado de recipientes sobre ruedas.
3. El uso de pequeños elevadores para transportar los recipientes al vehículo de recolección.
4. Recolector vaciando a mano el contenido de un recipiente que se carga sobre los hombros, en la parte de atrás de un vehículo de recolección de tipo de compactación (utilizado comúnmente con cuadrillas de dos o más personas para la recolección de desechos residenciales en toda Venezuela).

Dentro de las primeras etapas de la gestión, la recolección ha sido ponderada comercialmente y tal parece que no se agotan las posibilidades.

Para la recolección de desechos sólidos, los periodos máximos no deben ser mayores de:

1. El tiempo normal para la acumulación de una cantidad que puede ser colocada en contenedores de tamaño razonable.
2. El tiempo que tarde una basura fresca en descomponerse y emitir malos olores dentro de las condiciones de almacenamiento promedio.
3. La longitud del ciclo de cría de las moscas, el cual durante climas calurosos es menos de siete días.

Día a día los países avanzados implementan nuevos programas de recolección con el objetivo de lograr mayor selectividad de los materiales, así como mayor participación de la comunidad generadora de residuos. La recolección selectiva que alcanza mayores niveles de separación y reutilización conlleva a mayores niveles de recuperación y por ende de reciclado de materiales, incluyendo el compostaje, (Ghanem, Op Cit.).

### **2.11.1 Sistemas de recolección selectiva**

Los sistemas de recolección selectiva que actualmente se aplican, a escala real o experimental, son principalmente los siguientes:

- **Recolección en masa más separación en área de aportación (AA):** En este sistema el ciudadano almacena la basura en una bolsa, excepto aquellos materiales

específicos que se recogen por separado. Los desechos en masa se depositan al nivel de acera y los materiales seleccionados (papel-cartón, vidrio, etc.) se recogen en contenedores específicos situados en las áreas de aportación.

- **Recolección en acera con separación en dos fracciones y sin áreas de aportación:** El ciudadano separa los desechos en dos fracciones, una denominada materia orgánica, que incluye los materiales fermentables, y otra, denominada restos o fracción de material ligero, que incluye todo lo demás. Estas dos fracciones se depositan en contenedores separados al nivel de acera.
- **Recolección en acera con separación en dos fracciones con AA:** Similar a la anterior, pero en este caso se recuperan en AA aquellos materiales con mayor valor económico, como son el papel y el vidrio.
- **Recolección selectiva de envases en AA:** La finalidad de esta modalidad es recuperar los envases reciclables de la basura doméstica que más interesan. Dependiendo de los casos se recogen papel, vidrio, plásticos y fracción ligera (plástico, metal y tetrapack).
- **Recolección al nivel de establecimiento:** Consiste en la recolección puerta a puerta en locales y establecimientos públicos o privados, de aquellos residuos peligrosos por su poder contaminante, tales como medicamentos, pilas, tubos fluorescentes, etc. También se recogen aquellos que se generan en grandes cantidades, como son el vidrio en bares, cartón en comercios, papel en colegios, etc.
- **Recolección al nivel de instalación:** Son instalaciones situadas a 3 ó 4 Km de la población donde se deposita cualquier tipo de desecho urbano. El ciudadano lleva allí aquellos desechos que no son recogidos a otros niveles, como objetos voluminosos, aparatos eléctricos, escombros, aceite usado, neumáticos, productos peligrosos, etc.
- **Recolección de especiales:** Se utiliza para recoger materiales que se generan con mucha menos frecuencia, como los voluminosos, textil, podas de jardín, etc., (Barradas 2009).

## **2.12 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.

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, 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 desechos 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.

Entiéndase 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, (Agelvis y Naranjo, 1994).

Los equipos de recolección pueden ser clasificados de la siguiente manera:

### **2.12.1 Equipos recolectores de alta tecnificación**

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras exclusivamente de carga y descarga de contenedores, como se les observa en la figura 2.2.

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

La diferencia básica con respecto a los vehículos compactadores de carga trasera, frontal o lateral con mecanismos para contenedores, radica en el tamaño de los contenedores por atender, ya que normalmente, maneja contenedores 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismo de contenedores adaptado; 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, (Agelvis, Op Cit.).



**Figura 2.2 Equipos recolectores de alta tecnificación.**

**Fuente: Agelvis y Naranjo, 1994.**

### **2.12.2 Equipos especializados para la recolección de desechos 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.

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica, con mecanismo de carga y de descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis metros cúbicos, según la potencia de dicho mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o de llevar y traer. Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc., (Agelvis, Op Cit.). Entre ellos se tienen los siguientes:

#### ➤ **Vehículos compactadores de carga lateral**

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente, como se observa en la figura 2.3. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16m<sup>3</sup>, pudiendo en algunos casos ser más elevada.

Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, además de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores, como el que se muestra en los laterales de los vehículos de la figura 2.3. 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, (Agelvis, Op Cit.).



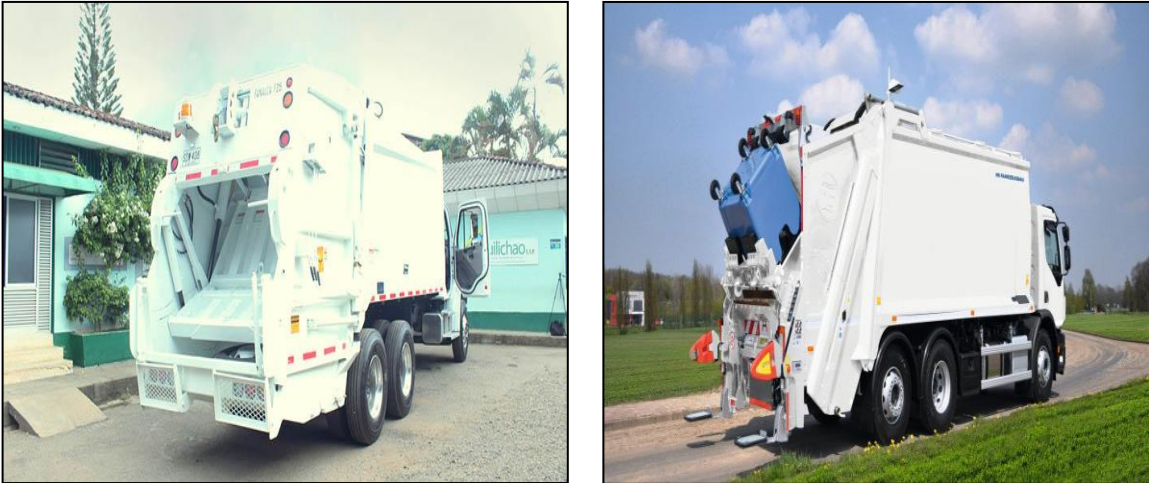
**Figura 2.3 Vehículos compactadores de carga lateral.**

**Fuente: Agelvis y Naranjo, 1994.**

#### ➤ **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 (figura 2.4). Normalmente son de entre 10 y 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores.

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



**Figura 2.4 Vehículos compactadores de carga trasera.**

**Fuente: Agelvis y Naranjo, 1994.**

➤ **Vehículos sin mecanismo de compactación, de carga lateral o trasera**

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

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 desechos, difícilmente rebasa los 350 kg/m<sup>3</sup>. No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos, mecanismos para la carga y descarga de contenedores, (Agelvis, Op Cit.).

➤ **Vehículos tipo volteo**

Estos vehículos con mecanismos de descarga tipo volteo, como los que se visualizan en la figura 2.5, 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, (Agelvis, Op Cit.).



**Figura 2.5 Vehículos para recolección tip volteo.**

**Fuente: Agelvis y Naranjo, 1994.**

### **2.12.3 Equipos no convencionales para la recolección de desechos sólidos**

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

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, (Agelvis, Op Cit.).

### **2.13 Rutas de recolección**

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

- 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.
- 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.
- 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, (Agelvis, Op Cit.).

## **2.14 Separación, procesamiento y transformación de desechos sólidos**

La recuperación de materiales separados, la separación y el procesamiento de los componentes de los desechos sólidos, y la transformación del desecho sólido, que se produce principalmente en localizaciones fuera de la fuente de generación de desechos, están englobados en este elemento funcional. La separación y el procesamiento de desechos que han sido separados en el origen y la separación de desechos no seleccionados normalmente tienen lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones de incineración y lugares de evacuación. El procesamiento frecuentemente incluye: la separación de objetos voluminosos, la separación de los componentes de los residuos por tamaño, la separación manual de los componentes de los residuos; la reducción del tamaño, la separación de metales féreos, la reducción del volumen por compactación, y la incineración.

Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse, y para recuperar productos de conversión y energía. El proceso de transformación química más frecuentemente utilizando es la incineración, que se usa conjuntamente con la recuperación de energía, en forma de calor. El proceso de transformación biológica más comúnmente utilizado es el compostaje aerobio. La selección de una serie dada de procesos dependerá de los objetivos buscados en la gestión de desechos, (Barradas, 2009).

### **2.14.1 Tratamiento de los desechos sólidos municipales**

El sistema de tratamiento que se seleccione para los desechos sólidos estará condicionado por el grado de dispersión territorial de estos últimos y por factores técnicos y económicos.

Un aspecto fundamental que debe resolverse para garantizar el correcto tratamiento de los desechos sólidos 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 desechos sólidos, 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 desechos sólidos se debe a los siguientes factores:

1. Limitado espacio para la disposición final de los desechos sólidos.
2. Disputas por el uso de los espacios disponibles para la disposición final de los desechos sólidos con las poblaciones vecinas a ellos.
3. Valorización de los componentes de los desechos sólidos como forma de promover la conservación de los recursos naturales.
4. 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, (Barradas, Op Cit.).

### **2.15 Disposición Final de los desechos sólidos**

La disposición final de los desechos sólidos puede afectar de forma general a las comunidades y sus actividades socio-económicas. La disposición final de los desechos sólidos 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.

La disposición final es una etapa de la gestión de los desechos sólidos que se debe afrontar de una forma técnica, y en la cual no se debe permitir la presencia de escarbadores. Cualquiera iniciativa que promueva la consolidación de los escarbadores, debe ser considerada sólo como una fase intermedia para su ubicación en otro espacio, quizás en una planta de selección de materiales, o en algún tipo de microempresa, pero siempre fuera del sitio de disposición final, (Barradas, Op Cit.).

Los desechos sólidos urbanos comúnmente son depositados en:

1. Depósitos de seguridad.
2. Vertederos.
3. Rellenos sanitarios.

### **2.15.1 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, (Barradas, Op Cit.).

### **2.15.2 Vertederos**

Los vertederos son áreas utilizadas para la disposición final de los desechos 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, como se puede observar en la figura 2.6. 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, (Barradas, Op Cit.).



**Figura 2.6 Vertedero.**

**Fuente: Barradas A., 2009.**

### **2.15.3 Rellenos sanitarios**

Los rellenos sanitarios se utilizan para la disposición final de desechos sólidos 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 desechos sólidos 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 desechos sólidos, 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 desechos sólidos 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 desechos sólidos.

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 desechos sólidos a tratar en los rellenos sanitarios es usualmente definida en unidades de masa, la densidad in situ de desechos sólidos 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, entre otros) 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, (Barradas, Op Cit.).

De acuerdo al Decreto 2.216, los terrenos propuestos para la ubicación de un relleno sanitario deberán reunir las siguientes condiciones:

1. Poseer fácil acceso
2. Tener suficiente área disponible de terreno para la recepción de los desechos sólidos durante un lapso no menor de quince años, considerando los incrementos progresivos de generación.

3. Estar ubicado fuera del cono de aproximación de aeropuertos.
4. Estar ubicado a no menos de 400 metros de cualquier sistema de abastecimiento de agua o 500 metros de pozos profundos.
5. No ser área de recarga de acuíferos.
6. Poseer una topografía tal que permita un mayor volumen aprovechable por hectárea.
7. No deben existir fallas activas o riesgo geológicos potenciales.
8. No tener una frecuencia de inundación mayor de una vez cada cien (100) años.
9. El coeficiente de permeabilidad máximo permisible es del orden de  $10^{-7}$  cm/seg.
10. No estar ubicada de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) ni Parques Nacionales.
11. No estar localizados en áreas ambientales sensitivas tales como: pantanos y planicies inundables.
12. No estar ubicados dentro de expansión urbana.
13. Poseer suficiente material de cobertura en cantidad y calidad adecuada, dentro o en las cercanías de sitio, (Barradas, Op Cit.).

Los métodos de operación aplicables al relleno sanitario son:

- a) Método de área.
- b) Método de rampa.
- c) Método de trincheras.
- d) Combinación de los anteriores, (Barradas, Op Cit.).

#### **a) Método de área**

En áreas relativamente llanas, donde no sea posible excavar fosas o trincheras para enterrar los desechos sólidos, 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, como las pendientes que se visualizan en la figura 2.7.

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, en la figura 2.7, se visualiza como está construida una pendiente de forma tal que el vehículo de descarga pueda llegar al fondo para depositar los desechos, (Barradas, Op Cit.).



**Figura 2.7 Relleno sanitario tipo área.**

**Fuente: Barradas A., 2009.**

#### **b) Método de rampa**

Relleno Sanitario tipo rampa, se opera en forma similar a los rellenos de área y trinchera, pero los desperdicios descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de material de 0,15 m de espesor, esto se puede visualizar en la figura 2.8, como dos maquinarias compactan los desechos. La rampa debe tener una pendiente de unos 30°. Terminada la operación y alcanzado el nivel previsto, se recubre con una capa de tierra, o material similar, de 0,60 m de espesor. El método de rampa se utiliza en terrenos de declive moderado o en aquellos que tienen una capa delgada de material susceptible de ser usado para recubrimiento o como sello del relleno, (Barradas, Op Cit.).





**Figura 2.8 Relleno sanitario tipo rampa.**

**Fuente: Barradas A., 2009.**

### **c) Método de trinchera**

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, así como se visualiza en la figura 2.9, (Barradas, Op Cit.).

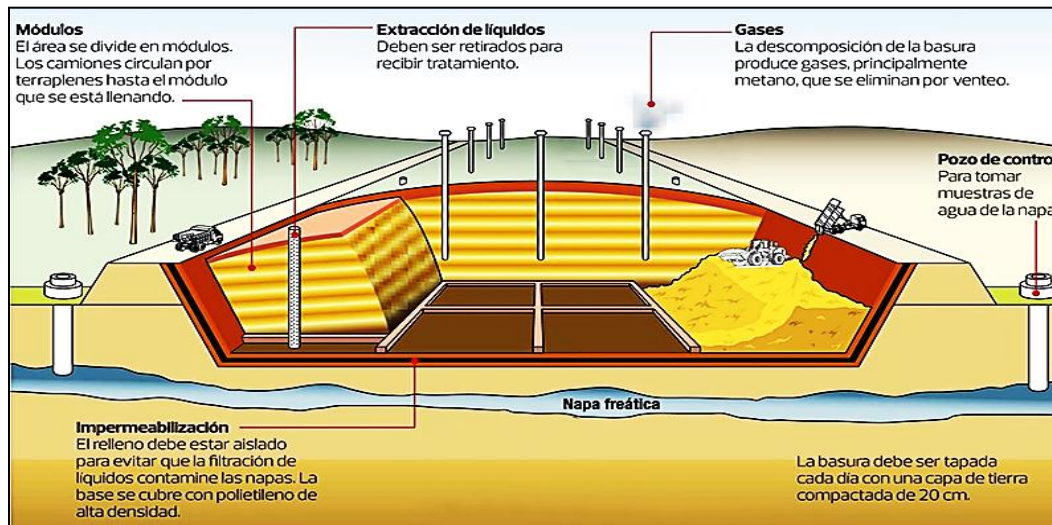


**Figura 2.9 Construcción de relleno sanitario tipo trinchera.**

**Fuente: Barradas A., 2009.**

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. En la figura 2.10 se observa cómo deberían ser las características del relleno sanitario (Barradas, Op Cit.).



**Figura 2.10** Corte lateral de relleno sanitario tipo trinchera.

**Fuente:** Barradas A., 2009.

## 2.16 Número de viajes en la gestión de desechos sólidos

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

$$N^{\circ} \text{ viajes} = \frac{T_j}{T_r + T_t + T_d} \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Donde:

Td: Tiempo de la jornada de trabajo en minutos.

Tr: Tiempo de recolección de la ruta en minutos.

Tt: Tiempo de transporte hasta el sitio de disposición final en minutos.

Td: Tiempo en sitio de disposición final en minutos, (Barradas, Op Cit.).

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Conforme a lo citado por Arias (2006), (Ob. cit.) una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p.31). Es decir, el investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

En el mismo orden de ideas Arias (2006), (Ob. cit.) explica que una investigación documental “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos” (pág. 49).

En ese sentido y en atención del sistema de objetivos de la investigación, la misma corresponde con un estudio de campo y documental.

Se considera una investigación de campo, debido a que dicho estudio estuvo enmarcado en un proyecto técnico basado en la recolección de datos, a través de encuestas estructuradas, entrevistas y visitas de campo, directamente de los individuos afectados e involucrados en la problemática presente en el sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos de la ciudad en estudio.

Es una investigación también del tipo documental en función de que se realizó un estudio bibliográfico, a través de la revisión y recopilación de las diversas fuentes documentales internas y públicas de la ciudad de Cantaura, tales como el Decreto 2.216, la Ordenanza Municipal, Ley de residuos y desechos sólidos, entre otros.; aunado a ello se examinaron los registros estadísticos para la ciudad, realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

#### **3.2 Nivel de la investigación**

Arias (2006), expone: el nivel de investigación descriptiva se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno, “consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento”, (Pág.



24). Sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos.

De acuerdo a lo antes expuesto, la investigación es del tipo descriptiva, debido a que se realizó una representación detallada de la situación actual del sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, con la finalidad de generar resultados que sirvan para ser comparados con las leyes y ordenanzas utilizadas.

### 3.3 Población y muestra

Para Tamayo (1999), (Ob. cit.) “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”.

La muestra en palabras de Fernández (2000), (Ob. Cit.) consiste en “una parte de la población, o sea, un numero de individuo o sujetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo o población”, (Pág. 277).

En atención a estas definiciones y a los fines del presente estudio, la población quedo constituida por la totalidad de la masa de habitantes de la ciudad de Cantaura, mientras que la muestra, fue una porción representativa de la población para que las encuestas realizadas reflejen un alto grado de confiabilidad y un reducido porcentaje de error. Es importante destacar que los valores de la población y la muestra son es unas estimaciones realizadas en base a criterios estadísticos, cuyos cálculos será reflejado en detalle en el siguiente capítulo, debido a que no se tiene un valor exacto arrojado por el INE, la población y la muestran se a continuación:

**Tabla 3.1. Población y muestra poblacional de la ciudad de Cantaura para el estudio del sistema.**

Población (habitantes)	Muestra (vivienda)
62.284	61

Fuente: Propia del autor.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Todos los datos para esta investigación fueron obtenidos a través de apreciaciones observadas in situ en el área de estudio, así como el empleo de varias técnicas e instrumentos. Se aplicaron tres técnicas de recolección de datos: la revisión documental, la observación directa y la entrevista o encuesta estructurada.

#### **3.4.1 Revisión documental**

Arias (2006) comenta que, se identifican las fuentes documentales, las cuales están representadas por normativas, leyes, reglamentos y decretos, e información bibliográfica, hemerográfica, relacionada con el tema, las cuales pueden dar respuesta a las necesidades planteadas, y luego se utilizarán técnicas como el subrayado, el fichaje, las notas de referencias bibliográficas, los cuadros resumen, las hojas de cálculo, entre otros.

Esta técnica es de gran importancia, ya que con la documentación obtenida se pudieron reconocer características e información relevantes en el estudio del proyecto. Con el apoyo de la alcaldía del municipio Gral. Pedro María Freites (Dirección de Servicios Públicos), se consultaron diferentes bibliografías, técnicas especializadas en el tema de estudio, manuales, proyectos, normas y ordenanzas como: la ley del Ambiente (2006), la Ordenanza sobre Aseo Urbano y Domiciliario, y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Pedro María Freites del Edo. Anzoátegui. Cantaura (2006) y el Plan de Gestión Ambiental Urbana para la Ciudad de Cantaura (PGAU) 2006, entre otros. A través de la Universidad de Oriente y otras instituciones se obtuvo información por medio de la revisión detallada de trabajos previos, informes y datos expresos. Aunado a ello, la aplicación de esta técnica fue de gran utilidad para segregar la información relevante para la investigación, obtenida en los datos estadísticos poblacionales del INE.

#### **3.4.2 Observación directa**

Según Arias (2006), la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.

Se aplicó esta técnica en forma directa e indirecta en la ciudad de Cantaura. Directa, a propósito de observar y recoger información dentro de la comunidad en estudio, y de manera indirecta, mediante la utilización de instrumentos que permitan conocer la problemática y generen una mayor proximidad a la realidad de la situación que se vive en dicha ciudad, además se empleó para recopilar información que brindara al sistema de recolección de desechos sólidos existente un aporte, con la finalidad de obtener los datos necesarios, evitando prescindir de algún elemento o aspecto relevante, que ayuden a conocer la cantidad de desechos sólidos municipales que se generan en función de los niveles socioeconómicos a identificar, las actividades económicas predominantes, y las condiciones actuales.

### **3.4.3 Entrevista estructurada**

Según Arias (2006), se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas, aunque también puede emplearse el grabador o la cámara de video.

Con esta técnica se realizaron entrevistas estructuradas a los habitantes de la ciudad de Cantaura, con el fin de registrar información de la percepción, conocimiento y participación de los usuarios del servicio y del personal afectado por la problemática antes expuesta.

### **3.4.4 Instrumentos**

En atención a la elaboración de los instrumentos se consideró el alcance de los objetivos de la investigación con la finalidad de recabar información según la población y la muestra en estudio.

**Instrumento 1:** 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 Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía de Cantaura.

**Instrumento 2:** es un cuestionario dirigido a los habitantes de la ciudad de Cantaura, para la obtención de datos indicativos de la percepción y conocimiento de la población en relación al servicio de recolección y disposición final desechos sólidos en su comunidad y

determinar la participación social en este aspecto. Con una estructura a través de ítems de forma abierta o cerrada.

### **3.5 Técnica de Análisis de Resultados**

Una investigación, de cualquier índole, requiere un 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 iniciar la exanimación los datos se utilizaron varias técnicas para el análisis descriptivo de acuerdo a las características reflejadas en los diferentes instrumentos.

#### **3.5.1 El análisis de contenido**

Es una técnica que permitió hacer deducciones válidas y confiables de datos con respecto a su contexto, Hernández (2006) expone, “en virtud de cual las características relevantes del contenido de un mensaje se transforman a unidades que permitan descripción y análisis precisos”. Esta técnica fue de gran utilidad para realizar la descripción de la situación del sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos de la comunidad en estudio, y agrupar contenidos significativos de las observaciones registradas en los instrumentos utilizados en esta investigación para describir la situación del manejo de los desechos sólidos en el área de estudio; y determinar la percepción y opiniones de los ciudadanos referentes al manejo de los mismos.

#### **3.5.2 Análisis situacional**

Es una técnica que ayudó a establecer un vínculo para ordenar y analizar todas las causas que contribuyen a la deficiencia en el sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos en Cantaura, 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), 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, (Pág.44).

### **3.5.3 Análisis estadístico descriptivo**

Técnica que tiene como finalidad “describir los datos, los valores, o las puntuaciones obtenidas para cada variable” (Hernández, 2006), 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 y gráficos para facilitar su comprensión.

### **3.6 Conocer la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), utilizando como referencia el último censo realizado por el INE.**

Una de las formas más sencilla de conocer la población de una parroquia, municipio, ciudad, estado o país, es a través de los censos realizados por los institutos de estadísticas, en nuestro país los censos de población los lleva a cabo el Instituto Nacional de Estadística, discriminados de forma global, por sexo, edad, entre otros. En la tabla 3.2 se observa en detalle en censo poblacional realizado a la parroquia de Cantaura en el periodo del año 2000 hasta el año 2011.

**Tabla 3.2 Censo global anual de la parroquia Cantaura, realizado por el INE, desde el año 2000 hasta el año 2011.**

<b>Año</b>	<b>Población (hab.)</b>
2000	51.731
2001	52.286
2002	52.841
2003	53.396
2004	53.951
2005	54.506
2006	55.061
2007	55.616
2008	56.171
2009	56.726
2010	57.281
2011	57.836

Fuente: INE, 2011.

Como se observa, el INE solo suministró información fehaciente de la población de Cantaura hasta el año 2011, y en base a ese último censo arrojó las proyecciones de la población, las cuales se muestran en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3. Proyección de la población de la Parroquia Cantaura, en base al censo 2011 del INE.**

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>
2000	57.142	2011	64.213
2001	58.031	2012	64.767
2002	58.793	2013	65.314
2003	59.481	2014	65.858
2004	60.123	2015	66.386
2005	60.733	2016	66.906

2006	61.351	2017	67.413
2007	61.948	2018	67.918
2008	62.528	2019	68.406
2009	63.096	2020	68.885
2010	63.655	-	-

Fuente: INE (Estado Anzoátegui. Proyección de la población al 30 de junio de cada año con base al censo 2011)

Como es imperativo conocer la población que hace vida en la ciudad de Cantaura en el presente año, se realizó una estimación de la población, con base al censo poblacional del 2011, aplicando tres métodos estadísticos recomendados por el CEPIS: Método Aritmético, Método Geométrico, Método Exponencial, respectivamente.

### 3.6.1 Método Aritmético

Para aplicar este método se utilizaron las ecuaciones 2.1 y 2.2, y se tomaron los valores de población, de acuerdo a la tabla 3.2, de los años 2001 y 2011, respectivamente.

Así para obtener el estimado de la población se tiene que:

$$Pob_{fut} = Pob_{Ult.Censo} + Ka(Año_{Pob.fut} - Año_{Ult.Censo}) \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Para el periodo de estudio, se calculó el coeficiente aritmético, y aplicando la ecuación 2.2, se expresa de la siguiente manera:

$$Ka = \frac{(Población_{2011} - Población_{2001})}{(año_{2011} - año_{2001})} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Utilizando los valores de la tabla 3.2, se obtiene:

$$Ka = \frac{57.836 - 52.286 \text{ hab.}}{(2011 - 2001)\text{año}} = 555 \text{ hab./año}$$

Para este periodo, la tasa de crecimiento fue de 555 hab/año. Sustituyendo el  $K_a$ , y los valores de la tabla 3.2, en la ecuación 3.1, se realizó la estimación para el año 2020, obteniéndose:

$$Pob_{fut(2021)} = 57.836 \text{ hab} + 555 \text{ hab/año}(2020 - 2011)$$

$$Pob_{fut} = 62.276 \text{ hab.}$$

Para los demás años, ubicados dentro del rango entre el 2011 y 2020, se realizó el mismo procedimiento de cálculo, los resultados se muestran en la tabla 4.1 del siguiente capítulo.

### 3.6.2 Método Geométrico

Para proyectar la población de Cantaura, a través de este método, se utilizaron las ecuaciones 2.3 y 2.4, quedando la ecuación de la población futura proyectada anual de la siguiente forma:

$$Pob_{fut(2021)} = Pob_{Censo\ 2011} * (1 + r)^{(Año_{2020} - Año_{2011})} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

De esta manera, la tasa de crecimiento anual para el rango entre los años 2001 y 2011, se expresa:

$$r = \frac{Pob_{Censo\ 2011}}{Pob_{Censo\ 2001}} \left( \frac{1}{Año_{2011} - Año_{2001}} \right) - 1 \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Para este periodo de estudio, utilizando los datos de la tabla 3.2, se obtuvo que la tasa de crecimiento anual fue de:



$$r = \frac{57.836 \text{ hab}}{52286 \text{ hab}} \left( \frac{1}{2011-2001} \right) - 1 = 0,0101 \text{ hab/año}$$

Sustituyendo este valor, en la ecuación 3.3, y tomando los datos de la 3.2 para los años 2001 y 2011, la población futura proyectada por este método fue de:

$$Pob_{fut(2021)} = 57.836 \text{ hab} * (1 + 0,0101 \text{ hab/año})^{(2020-2001)}$$

$$Pob_{fut(2020)} = 62.697 \text{ hab.}$$

De igual manera, se realizaron los cálculos para los demás años de estudio en ese rango, los resultados obtenidos de las proyecciones por este método se reflejan en capítulo siguiente, visualizar tabla 4.1.

### **3.6.3 Método de crecimiento logarítmico o exponencial**

Debido a que este método, como indica la bibliografía, necesita como mínimo el conocimiento de tres censos de población para poder tener aplicabilidad, no fue ejecutado, ya que, de realizarlo solo con los censos de los años 2001 y 2011, arrojaría resultados erróneos al estudio. Por consiguiente, para este estudio, se descartó el método de crecimiento logarítmico recomendado por el CEPIS.

### **3.6.4 Estimación de la población**

El INE en su último censo poblacional (2011) expresa, que el estado Anzoátegui no se ha caracterizado por ser una entidad que propicie las distintas corrientes migratorias registradas en el país. Sin embargo, debido a los distintos problemas sociales, económicos y políticos que afronta en la actualidad el País, el estado Anzoátegui no escapa a la realidad de migración. De acuerdo a datos suministrados por la Organización de Naciones Unidas (ONU), la población migrante del País alcanzó los 4,2 millones de habitantes para el año 2020, debido a esto es necesario obtener una estimación de la población que ha migrado del estado Anzoátegui hacia el exterior del País.

De acuerdo a las proyecciones del INE, para el año 2020 la población nacional debe de ser de 32.219.321 habitantes, en función de ello se puede obtener la representación de la población de Cantaura con respecto a la población nacional, mediante la siguiente ecuación:

$$\%Pob_{\cdot Cantaura} = \frac{Pob_{\cdot Cantaura}}{Pob_{\cdot nacional}} * 100 \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Sustituyendo los valores de la población de Cantaura, obtenida por el método geométrico, y la población nacional, queda que:

$$\%Pob_{\cdot Cantaura} = \frac{62.697 \text{ hab}}{32.219.321 \text{ hab}} * 100 = 0,19\%$$

Debido a que no se cuenta con un valor exacto de la población migrante de la parroquia Cantaura, se realizó la siguiente estimación representativa, que no necesariamente es la población migrante, mas sin embargo busca mostrar un valor significativo de gran peso que refleje este importante acontecimiento, de modo tal, se tiene que:

$$Pob.Migrante_{Cantaura} = Pob_{\cdot migrante \text{ nacional}} * \%Pob_{\cdot Cantaura} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Tomando la data estimada por la ONU para la población migrante a nivel nacional, y el resultado de ecuación 3.6, se obtiene que la estimación para la población migrante de la parroquia Cantaura es de:

$$Pob.Migrante_{Cantaura} = 4.200.000 \text{ hab} * 0,19\% = 7.980 \text{ hab}$$

De este modo para tener el estimado de la población de Cantaura se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pob.Futura_{Cantaura \ 2021} = Pob_{\cdot fut(2020)} - Pob.Migrante_{Cantaura} \text{ [hab]} \quad (\text{Ec.3.7})$$

Utilizando los resultados de la población migrante de Cantaura, y el método Geométrico, se obtuvo:

$$Pob.Futura_{Cantaura\ 2021} = 62.697 - 7.980\ hab = 54.717\ hab.$$

### **3.7 Describir los desechos sólidos a través de la información brindada por el CEPIS, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario en la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui**

Una manera de obtener la información sobre el servicio de recolección de desechos sólidos, es a través de los usuarios del servicio, que son los principales afectados cuando el mismo falla o presenta deficiencias en sus operaciones, por lo que fue necesario tomar una muestra de la población que sea representativa y que permita obtener resultados confiables.

El muestreo estratificado proporcional es el método más común para la selección de muestras, pues asegura que cada vivienda tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

Aunado a ellos la información brindada por los empleados prestadores del servicio, los entes municipales, entre otros, representa un aporte muy importante para este estudio.

#### **3.7.1 Estimación de la muestra poblacional preliminar**

Para estimar la muestra de la población que será analizada, con el fin de proporcionar la información necesaria del servicio recibido de recolección de desechos sólidos de la Ciudad, se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha})^2 * N * \sigma^2}{N - 1 * E^2 + (Z_{1-\alpha})^2 * \sigma^2} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

n: tamaño de la muestra poblacional [viviendas]

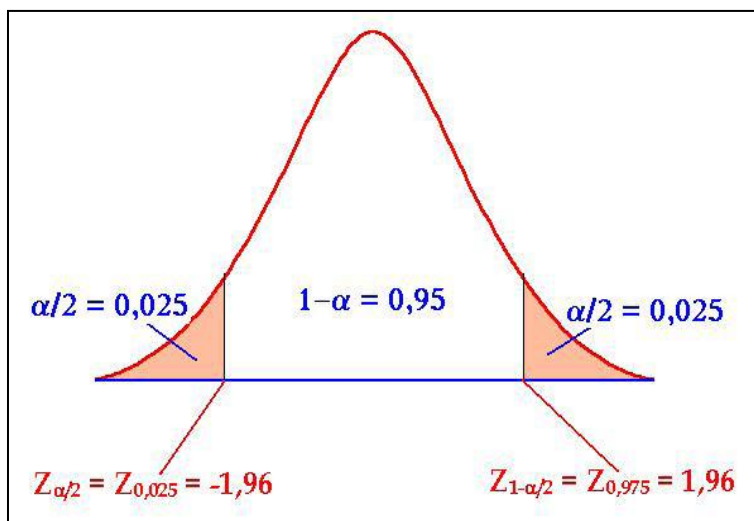
( $Z_{1-\alpha}$ ): coeficiente de confianza

$\sigma^2$ : varianza de la población

E: error permisible

N: tamaño de la población

El estudio tomara un intervalo de confianza al 95 %, lo cual significa que si el estudio es repetido, los datos hallados serán 95% iguales a los obtenidos en este estudio. Este valor es el más utilizado lo cual permite usar como coeficiente de confianza  $Z_{1-\alpha} = 1,96$ ; que corresponde a la abscisa de la distribución normal.



**Figura 3.1 Representación gráfica del intervalo de confianza**

**Fuente: Cantanhede, A. y colaboradores, 2006.**

Para la obtención del valor de la varianza de la población ( $\sigma^2$ ), se puede hacer un muestreo preliminar y estimar su valor con los datos muestrales; se pueden usar estimaciones de estudios anteriores, si no hay datos iniciales de la ciudad, se debe asumir la desviación estándar en 200 gr/hab./día, en términos absolutos es 0,2 Kg/hab./día.

El error permisible (E) en la estimación de n, que por general debe ser entre 1 y 15% del valor de la media poblacional que se va a estimar, para este estudio el error será de 5%, ya que representa mayor confiabilidad en los datos, no es recomendable un mayor margen de error, ya que dará una muestra muy pequeña con respecto a la población y no será representativa.

En base a esta información, se obtiene una muestra poblacional de:

$$n = \frac{(1,96)^2 * 54.717 \text{ hab.} * (0,2 \text{ kg/hab./día})^2}{54.717 \text{ hab.} - 1 * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,2 \text{ kg/hab./día})^2}$$

$$n = 61,39 \cong 61 \text{ viviendas}$$

### 3.7.2 Determinación de la generación per cápita

Una vez definido el tamaño de la muestra (número de viviendas) se llevó a cabo el siguiente procedimiento, para determinar la generación per cápita de la población de Cantaura:

- I. Se seleccionó de manera aleatoria las viviendas a muestrear.
- II. Se estableció que el muestreo se llevaría a cabo durante siete días, que se realizó entre el 10 y el 16 de diciembre del 2020.
- III. Se envió comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas para dar a conocer el trabajo, su importancia y el personal involucrado.
- IV. Se consideraron y aplicaron los siguientes aspectos, para recabar la información:
  - IV.I Registro del nombre del responsable, la dirección y el número de habitantes de la vivienda seleccionada.
  - IV.II Entrega de las bolsas vacías a los propietarios de cada una de las viviendas seleccionadas y solicitud de que depositaran en ellas los residuos generados en la vivienda y que procuraran no cambiar sus costumbres o rutina diaria.
  - IV.III Recolección de las bolsas con residuos al día siguiente y entrega de otras bolsas vacías. Se procuró que esta actividad se efectuara siempre en el mismo horario.
  - IV.IV Se identificaron las bolsas con una etiqueta en donde se especificó el número de la vivienda, el número de habitantes por vivienda, dirección y fecha.

Se procedió a medir diariamente la masa de los desechos sólidos recopilados durante los días que duró el muestreo, para ello se utilizó una balanza doméstica de capacidad de 10 Kg, y con la siguiente ecuación se determinó la generación per cápita:

$$G_{pc} = \frac{W_i}{R_i} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

$G_{pc}$ : Generación per cápita, [Kg/hab. día]

$W_i$ : masa de basura producida en un día, [Kg]

$R_i$ : Cantidad de habitantes que producen  $W_i$ , [habitante]

Siendo:

$$W_i = \frac{\text{masa desecho generado}}{\text{días}} \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \right] \quad (\text{Ec. 3.10})$$

**Tabla 3.4.a Masa de los desechos sólidos generados durante el muestro de las 61 viviendas de la población de Cantaura.**

NRO DE VIVIENDAS	NRO DE HABITANTES	10/12/2020	11/12/2020	12/12/2020	13/12/2020	14/12/2020	15/12/2020	16/12/2020
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	9	4	4,5	3,5	5	5	4,5	4
2	3	0,4	0,3	0,7	0,4	1	0,6	0,5
3	6	3	3	3,7	2,8	4	2	1,5
4	4	0,5	0,7	1	0,4	0,6	0,8	1,4
5	5	2	3	2,5	1	3,5	4,5	2
6	6	1	0,8	2,5	1	1,4	1,5	0,9
7	8	4,8	3,2	4,5	4,8	4	4	4,5
8	4	0,6	0,8	2	1	1,4	0,8	0,9
9	7	3	2,5	2,4	4,5	4	5	4,6
10	3	0,7	0,8	0,7	0,9	0,5	1	0,9
11	5	1,6	2,4	3,7	3,5	2,5	3	2,3
12	4	0,9	0,8	1	2	1,2	0,8	0,9
13	6	1,8	2,6	3,8	3,9	2,7	4,5	3,5
14	5	2	1,4	1	2,5	0,5	1	1
15	8	3,5	3	4	5,6	6	6,4	3,2
16	4	1,4	0,7	1,8	1	0,5	2	0,5
17	6	1,8	1,4	2	3,7	6	5,2	3
18	10	0	0	3,2	2,6	4,2	5	6
19	4	1,4	2	3,2	0,7	1,5	4	3,5
20	5	0,5	0,9	1,3	2	2,5	1,5	1
21	4	2,2	1,7	0,5	3	5	2,4	1,5
22	4	1,3	0	1,8	0,9	2	3	0
23	6	3	2,4	2	0	4,9	5,8	7,5
24	4	0	0,8	1,9	2	3	1,9	0
25	7	2,6	2	3,9	3,7	6,4	7	4,8
26	4	0	1	2,6	1,8	1,6	2,8	0
27	8	4,8	5,6	3,4	3,5	6,7	4,2	7
28	6	0	2,6	1,8	3	2	4	1,9
29	7	7	3,8	2,2	3	4,7	6,5	3,6
30	5	1,8	0,8	3,5	2,7	3	1,5	0
31	4	5	1,4	2	1,9	3	3,5	1,5
32	4	0	1,4	2,1	0,5	2,5	4	0,8
33	4	2,8	5	4,6	1,9	2,1	2,4	0
34	6	2,9	2,1	3	2	1,8	2	2,5
35	5	2	3,7	0	4,4	5	6	3
36	10	3,8	4	7	2,8	0	5	6
37	4	1,9	5,8	4	3,1	2,8	1,4	0,9
38	11	3,9	2,6	3,5	5	5,8	7,2	6
39	6	0	6,4	4	5	4,8	5,8	5
40	4	3,2	1,5	2,7	3,8	2,1	0	0

**Nota:** la masa de los desechos sólidos está reflejada en Kg.

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 3.4.b Masa de los desechos sólidos generados durante el muestro de las 61 viviendas de la población de Cantaura (cont.).**

NRO DE VIVIENDAS	NRO DE HABIT	10/12/2020	11/12/2020	12/12/2020	13/12/2020	14/12/2020	15/12/2020	16/12/2020
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
41	3	4	0	5,8	3,6	2	1,8	0,8
42	6	1,5	2,8	7,2	2,1	0,6	6,8	0
43	8	6	6,5	3,8	7	7,5	7,8	8,2
44	12	6,4	5	5,2	6,5	5,9	4,4	3
45	6	0	4,5	5,8	7	6,8	7,4	4
46	8	1,5	2,2	0	4,8	3,6	7,5	4,6
47	4	3,9	4,3	5,2	3	6,3	0	1,8
48	4	0	2	3	1,5	2,6	3,2	0
49	5	7,2	3,5	2,8	1,8	6,8	7	1,7
50	3	0	2	1,4	1,8	0,5	2	1,4
51	6	3,5	6	5	5,2	5	7	4,4
52	4	5	4,8	3	3,5	3,5	4,2	1
53	4	2	2,8	3	2,5	3,5	2,6	2,6
54	5	4	1	2,5	3	5,2	4,8	2,3
55	6	2	2,8	4,5	5,3	7	6,4	4,8
56	4	1,5	2,5	3	2	5,1	5,8	2,8
57	4	0	3	1,5	1,9	3,6	3	2,1
58	7	2	3,7	3	2,3	3	6	4,1
59	6	4,4	5	3,5	6,4	5	6,8	5
60	4	1,5	2,5	3	4	5	6,3	2,4
61	5	2	1,6	2,5	4,7	6,1	7,5	2,1

**Nota:** la masa de los desechos sólidos está reflejada en Kg.

Fuente: Propia del autor.

Para obtener la generación per-cápita, se divide (para cada vivienda muestreada) la masa del desecho generado entre el número de habitantes de la vivienda, utilizando las ecuaciones 3.9, 3.10 y los datos de la tabla 3.4.a, para la vivienda N° 1 se tiene que:

$$W_1 = \frac{4 + 4,5 + 3,5 + 5 + 5 + 4,5 + 4}{7} = 4,36 \text{ Kg/día}$$

$$G_1 = \frac{4,36 \text{ Kg/día}}{9 \text{ hab.}} = 0,48 \text{ Kg/hab. día}$$

Para las demás viviendas muestreadas se realizó el mismo procedimiento de cálculo, la generación per cápita se muestra en la tabla 3.5, la cual permitió determinar la cantidad de desechos que genera cada habitante de la ciudad en un día:



**Tabla 3.5 Generación per-cápita en la ciudad de Cantaura.**

<b>NRO DE VIVIENDAS</b>	<b>GENERACION PER CAPITA (Kg/hab. día)</b>	<b>NRO DE VIVIENDAS</b>	<b>GENERACION PER CAPITA (Kg/hab. día)</b>
1	<b>0,48</b>	32	<b>0,40</b>
2	<b>0,19</b>	33	<b>0,67</b>
3	<b>0,48</b>	34	<b>0,39</b>
4	<b>0,19</b>	35	<b>0,69</b>
5	<b>0,53</b>	36	<b>0,41</b>
6	<b>0,22</b>	37	<b>0,71</b>
7	<b>0,53</b>	38	<b>0,44</b>
8	<b>0,27</b>	39	<b>0,74</b>
9	<b>0,53</b>	40	<b>0,48</b>
10	<b>0,26</b>	41	<b>0,86</b>
11	<b>0,54</b>	42	<b>0,50</b>
12	<b>0,27</b>	43	<b>0,84</b>
13	<b>0,54</b>	44	<b>0,43</b>
14	<b>0,27</b>	45	<b>0,85</b>
15	<b>0,57</b>	46	<b>0,43</b>
16	<b>0,28</b>	47	<b>0,88</b>
17	<b>0,55</b>	48	<b>0,44</b>
18	<b>0,30</b>	49	<b>0,88</b>
19	<b>0,58</b>	50	<b>0,43</b>
20	<b>0,28</b>	51	<b>0,86</b>
21	<b>0,58</b>	52	<b>0,89</b>
22	<b>0,32</b>	53	<b>0,68</b>
23	<b>0,61</b>	54	<b>0,65</b>
24	<b>0,34</b>	55	<b>0,78</b>
25	<b>0,62</b>	56	<b>0,81</b>
26	<b>0,35</b>	57	<b>0,54</b>
27	<b>0,63</b>	58	<b>0,49</b>
28	<b>0,36</b>	59	<b>0,86</b>
29	<b>0,63</b>	60	<b>0,88</b>
30	<b>0,38</b>	61	<b>0,76</b>
31	<b>0,65</b>	-	-

Fuente: Propia del autor.

Para determinar la media aritmética, la varianza y la desviación estándar de la generación per cápita de la población se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$X = \frac{X_i}{N} \quad (\text{Ec. 3.11})$$

$$\sigma^2 = \frac{X_i - X^2}{N - 1} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

Donde:

X: media aritmético (Kg/hab. día)

Xi: Generación per cápita de cada muestra (Kg/hab. día)

N: Número de muestras

$\sigma^2$ : Varianza (Kg/hab. día)

$\sigma$ : Desviación estándar (Kg/hab. día)

Utilizando los datos de la tabla 3.5, se obtuvo que:

$$X = \frac{0,48 + \dots + 0,76}{61} = 0,54 \frac{\text{Kg}}{\text{hab. día}}$$

$$\sigma^2 = \frac{(0,48 - 0,54)^2 + \dots + (0,76 - 0,54)^2}{61 - 1} = 0,04 \frac{\text{Kg}}{\text{hab. día}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,04} = 0,20 \frac{\text{Kg}}{\text{hab. día}}$$

### 3.7.3 Análisis de datos sospechosos o peligrosos

Una forma de analizar los datos es a través de la prueba estadística Normal Estándar, debido a que el número de viviendas de la muestra poblacional es mayor a 30.

De acuerdo a la tabla 3.6, los datos que son sujetos a sospechas son las viviendas, enumeradas de menor a mayor según la generación per-cápita (ver tabla A.2, en Anexos), aquellas menores a la vivienda 10 y las mayores a las vivienda 52. Debido a que el criterio de comparación ( $Z_{0,975}$ ), a un nivel de confianza de 95%, es mayor a los  $Z_c$  de las viviendas estudiadas (ver tabla A.3, en Anexos), la muestra no se redujo, porque no se encontró ningún resultado sospechoso, por lo que no es necesario re calcular. La varianza asumida en el punto 3.7.1 como la varianza determinada en el punto 3.7.2 son iguales, por lo que queda

validada la misma, de acuerdo a la consideración tomada inicialmente, debido a que la varianza permaneció invariable la muestra poblacional mostro el mismo comportamiento, no será necesario analizar más elementos para considerar como válido el muestreo aplicado en este caso. Utilizando el producto entre la generación per-cápita del apartado 3.7.2 y la estimación población se obtuvo la generación diaria de desechos sólidos que se observa en la tabla 3.6

**Tabla 3.6. Datos sujetos a sospechas de acuerdo a la prueba estadística Normal Estándar.**

Datos sujetos a sospechas	Criterio de prueba Normal Estándar	Varianza [Kg/hab.día.]	Muestra poblacional [viviendas]	Generación diaria de desechos sólidos [kg/día]
$10 \leq X \leq 52$	$Z_c > Z_{0,975} = 1,96$	0,04	61	29.547,18

Fuente: Propia del autor.

### 3.7.4 Encuesta a la muestra poblacional

Con el objeto de tener índices que indiquen cómo se encuentra actualmente el servicio de recolección de desechos del Municipio, así como también obtener una percepción y opiniones de la población en torno al manejo de los mismos, 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, se realizó una encuesta a la muestra poblacional en estudio, debido a que los organismos competentes no proporcionaron información fehaciente que sustente el desarrollo de las actividades del servicio.

Los resultados de esta encuesta se observarán a detalle en el siguiente apartado de discusión de resultados, los cuales permitirán elaborar un diagnóstico certero del servicio de recolección y disposición de los desechos sólidos, de forma tal que el servicio sea mejorado.

En el anexo A.1, se muestra el modelo de la encuesta realizada en la ciudad de Cantaura a la muestra poblacional en estudio.

#### 4.2.8 Mecanismos de limpieza, recolección y transporte del municipio

Para describir los mecanismos de limpieza, recolección y transporte de los desechos sólidos del Municipio Pedro María Freites, se realizó una inspección de campo en los sectores donde se realizó la encuesta a la muestra poblacional (ver tabla A.1, en Anexos), así como también por la avenida Bolívar, con la inspección se buscó visualizar el método de limpieza utilizado por el personal que presta el servicio, así como los instrumentos y equipos utilizados por los mismos, los datos recabados son resumidos en la tabla 3.7; conjuntamente en ese orden de ideas se pudo observar el almacenamiento temporal que se le da a los desechos sólidos y los recipientes utilizados para tal fin, es importante destacar que el servicio está bajo la competencia de la Alcaldía, específicamente de la Dirección de Servicios Públicos. Se investigó sobre el transporte que realiza la recolección de los desechos sólidos, para verificar el tipo de recolección que efectúan los operadores del mismo, los datos son visualizados en la tabla 3.8.

**Tabla 3.7. Características del servicio de limpieza de las calles de la ciudad.**

Genero de trabajadores del servicio de limpieza	Jornada del servicio de limpieza	Calles o avenidas abarcadas	Instrumentos de limpieza	Instrumento para recolectar los desechos	Mecanismo de clasificación de los desechos
Femenino	Diurno y nocturno	Avenida Bolívar, la plaza Bolívar y el Boulevard	Cepillo, pala, chaleco, guantes, papelera rodante	Bolsas plásticas	No existe

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 3.8. Características del servicio de recolección de los desechos.**

<b>Tipo de vehículo recolector</b>	Camión cargo 1721, tipo volteo
<b>Operadores del vehículo</b>	un chofer y dos ayudantes
<b>Tipo de recolección</b>	Manual (desechos arrojados directamente al camión)
<b>Rutas de recolección</b>	Sectores: Casco Central, Puerto Colón, La Candelaria, San Venancio, Las Malvinas, Granadillo, Chiguacara, Banco Obrero, Inavi I y II
<b>Frecuencia de recolección</b>	Una vez por semana
<b>Sitio de disposición final</b>	Vertedero municipal

Fuente: Propia del autor.

### **3.8 Comparar los datos encontrados con la normativa legal vigente: Ley del Ambiente (2006) y la Ordenanza Sobre Aseo Urbano y Domiciliario, y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Gral. Pedro María Freites, del Edo. Anzoátegui. Cantaura (2012), con respecto al cumplimiento de la recolección y disposición actual de los desechos sólidos en Cantaura**

En esta fase se realizó una investigación a fondo a la normativa legal que rige la materia ambiental, iniciando con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (Cap. IX de los Derechos Ambientales Art. 127/128 y 129), la cual es la base para la Ley Orgánica del Ambiente y la Ley de Residuos y Desechos Sólidos, las que a su vez fundamentan la Ordenanza sobre Aseo Urbano y Domiciliario y de Gestión de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio Gral. Pedro María Freites del Edo. Anzoátegui. Se definió una línea base con respecto a estas leyes y se estudió a fondo la Ordenanza, debido a que esta última es específica para el Municipio en estudio, se procedió a recabar aquellos artículos que muestran como realmente debe ser el servicio de recolección y disposición de los desechos, tomando en cuenta los elementos que integran el manejo de los mismos, para compararlos con la situación actual.

A continuación, en la tabla 3.9, se muestran los artículos y los aspectos considerados y relacionados a este estudio.

**Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura.**

<b>Normativa</b>	<b>Registro oficial</b>	<b>Artículo</b>	<b>Aspecto considerado</b>
Ordenanza sobre aseo urbano y domiciliario y de gestión de residuos y desechos sólidos del municipio Pedro María Freites del estado Anzoátegui.	Edición extraordinaria N°10. 30 de noviembre de 2012.	Título II: De las competencias del municipio en materia de aseo urbano y domiciliario y en la gestión de residuos y desechos sólidos. Artículo 4.	Las atribuciones del Municipio son: incorporar la participación protagónica de la comunidad, promover la reutilización de las materias primas y la elaboración de proyectos relacionados con residuos y desechos sólidos.

**Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.).**

Normativa	Registro oficial	Artículo	Aspecto considerado
Ordenanza sobre aseo urbano y domiciliario y de gestión de residuos y desechos sólidos del municipio Pedro María Freites del estado Anzoátegui.	Edición extraordinaria N°10.30 de noviembre de 2012.	Título III: De la Dirección, organización, administración, funcionamiento, control, y prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario y de la gestión de residuos y desechos sólidos. Capítulo I: Artículos 6 y 7.	La Dirección de Servicios Públicos Municipales deberá garantizar, planificar, coordinar y mejorar los servicios de aseo urbano y domiciliario, así como la gestión de los residuos, y desechos sólidos, sin poner en peligro la salud y el ambiente
		Título III. Capítulo II: Artículo 11.	Se atribuyen a la Dirección de Hacienda Municipal la asignación, cobranza y facturación de la tarifa mensual y anual que deberán pagar los usuarios por la prestación del Servicio de Aseo Domiciliario
		Título III. Capítulo VI. Artículos 22, 23 y 24.	El servicio de Aseo Urbano, comprende el barrido, la limpieza y la recolección de residuos y desechos sólidos en calle, avenidas, plazas, parques, boulevares, y demás lugares públicos; así como la colocación de los recipientes adecuados para el almacenamiento de los residuos y desechos sólidos en lugares públicos.

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.).**

Normativa	Registro oficial	Artículo	Aspecto considerado
Ordenanza sobre aseo urbano y domiciliario y de gestión de residuos y desechos sólidos del municipio Pedro María Freites del estado Anzoátegui.	Edición extraordinaria N°10. 30 de noviembre de 2012.	Título III. Capítulo IX. Sección Primera. Artículos 36, 38 y 40.	Los residuos y desechos sólidos deberán ser almacenados en recipientes adecuados a su volumen, manejo y características particulares. Estos recipientes deberán estar estratégicamente ubicados, a fin de facilitar su recolección.
		Título III. Capítulo IX. Sección segunda. Artículos 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49 y 50.	La Dirección de Servicios Públicos Municipales de la Alcaldía, adoptará los métodos de recolección que mejor se adapten a las características particulares de la ciudad; así como el transporte adecuado a las características de la vialidad, que este identificado y se mantenga en óptimas condiciones sanitarias de operación y de funcionamiento.
		Título III. Capítulo IX. Sección tercera. Artículos 53 y 54.	La Alcaldía podrá aprovechar los residuos y desechos sólidos, cuyas características lo permitan, mediante su utilización o reincorporación al proceso productivo como materia secundaria, para lo cual podrá celebrar contratos con personas naturales o jurídicas para la disposición y comercialización de los desechos sólidos producidos por el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario.

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 3.9. Aspectos legales considerados para el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario y la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos de Cantaura (cont.).**

Normativa	Registro oficial	Título / Artículo	Aspecto considerado
<p>Ordenanza sobre aseo urbano y domiciliario y de gestión de residuos y desechos sólidos del municipio Pedro María Freites del estado Anzoátegui.</p>	<p>Edición extraordinaria N°10. 30 de noviembre de 2012.</p>	<p>Título III. Capítulo IX. Sección cuarta. Artículos 54, 56, 57 y 58.</p>	<p>La Dirección de Servicios Públicos Municipales de la Alcaldía, con exclusiva responsabilidad, deberá tomar las previsiones necesarias para tener habilitado un sitio especial para la disposición final de los residuos y desechos sólidos que cumpla con las normas sanitarias y ambientales vigentes, en el cual no se podrá, bajo ninguna circunstancia realizarse la quema de dichos desechos, ni disponer desechos tóxicos peligrosos para la salud humana.</p>
		<p>Título V: De los deberes y obligaciones de las personas en el proceso de gestión de los residuos y desechos sólidos y de la prestación del servicio y de la prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario. Artículos 68, 69, 77 y 79.</p>	<p>Son deberes de las personas naturales y jurídicas, pagar, en forma oportuna, los servicios de aseo urbano y domiciliario, las multas y demás cargas aplicadas, así como también cumplir con lo previsto, en cuanto a abstenciones se refiere, en la Ley de Residuos y Desechos Sólidos y en esta Ordenanza.</p>
		<p>Título VII: De las infracciones, sanciones pecuniarias y de los procedimientos administrativos para su aplicación. Artículos 105, 106 y 107.</p>	<p>Serán objeto de las sanciones pecuniarias previstas en esta Ordenanza, que van desde 0,10 UT hasta 4 UT, los presuntos infractores o usuarios del servicio, que incurran en los ilícitos y abstenciones descritas en los artículos 68 y 69.</p>



### **3.9 Diagnosticar los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui, y las posibles recomendaciones para mejoras del mismo**

Actualmente todos los desechos sólidos generados por la población de Cantaura son dispuestos en el vertedero municipal de la Ciudad, el cual se encuentra ubicado a 1km aproximadamente de las afueras de la ciudad, sentido carretera Cantaura-San Joaquín (figura 4.2), el mismo está bajo la jurisdicción de la Alcaldía del Municipio, específicamente el encargado de este lugar es la Dirección de Servicios Públicos.

Como parte del desarrollo de este objetivo se procedió a realizar una inspección al vertedero municipal, con el fin de diagnosticar el estado del mismo, así como para constatar que mecanismo es utilizado para tratar los desechos sólidos. Se observó que el vertedero es un terreno con un suelo impermeable del tipo arcilloso, a cielo abierto, cuyo perímetro está delimitado parcialmente por un cercado de malla de alfajor, en cual los desechos sólidos son arrojados sin ningún tipo de clasificación, dejándolos expuestos en la intemperie. Se pudo visualizar que el vertedero no cuenta con un espacio cubierto para separación y/o tratamiento de los desechos sólidos a ser dispuestos.

Dentro del vertedero no existe ningún registro de la cantidad de desechos sólidos que ingresan, aunado a ello no existe personal que trabaje dentro del vertedero, y la casa de guardia esta inhabitable. En los alrededores del vertedero se encuentran algunas viviendas habitadas, y la presencia de aves carroñeras en el área.

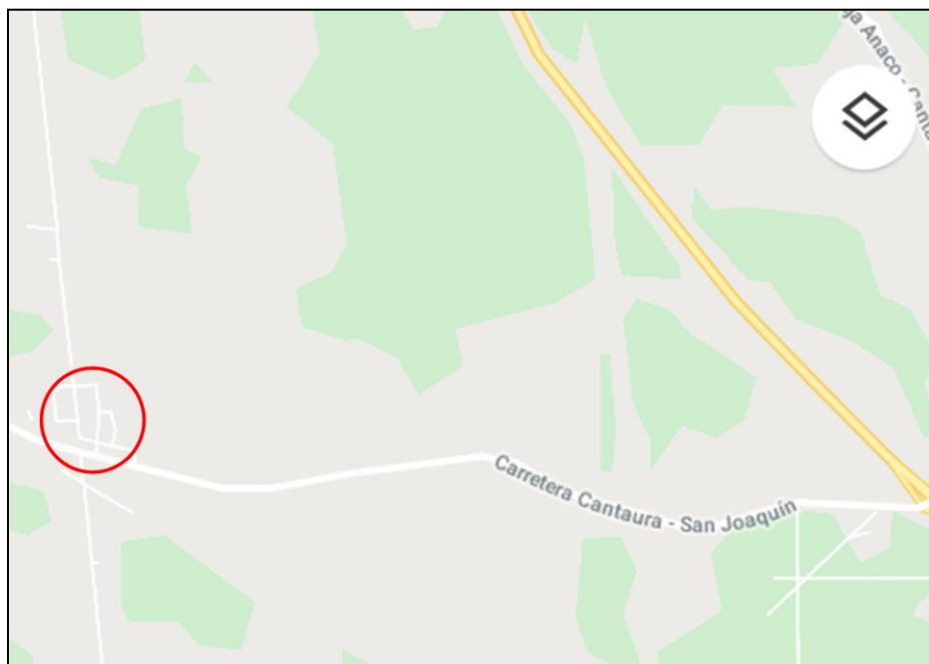
Además de desechos sólidos dispersados por toda el área sin ningún mecanismo de control o de segregación previo, se observaron restos de corte vegetal, cauchos, lagunas de líquidos, desechos sólidos quemados. Se visualizó que los desechos sólidos aún no cubren la totalidad del área del vertedero, y algunos se encuentran dispuestos fuera del área del mismo.

Se pudo observar que no existen fosas para almacenar los desechos sólidos, ni lagunas de lixiviado en los alrededores, no se presencia algún proceso de compactación reciente; aunado a ello no existe en sitio una barra protectora contra el viento en el perímetro del vertedero. El vertedero no cuenta con ningún mecanismo de separación de materiales recuperables o de desechos peligrosos.

En base a la información suministrada por la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía del Municipio, la maquina compactadora, tipo Bulldozer D9, se encuentra actualmente dañada, que es la maquina que se utiliza para el proceso de compactación de los desechos sólidos.

Se pudo conocer por parte de la empresa encargada de la recolección de los desechos sólidos, que su contratación solo abarca la recolección de los desechos y la colocación de los mismos en el vertedero.

El registro fotografico del vertedero municipal se observará y discutira en el desarrollo del siguiente capitulo.



**Figura 3.2. Ubicación geográfica del vertedero de la ciudad de Cantaura.**

**Fuente: Google Mapas.**

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

**4.1 Conocimiento de la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), utilizando como referencia el último censo realizado por el INE**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la estimación de la población actual de la ciudad de Cantaura, a través de los diferentes métodos aplicados:

**Tabla 4.1 Proyección de la población de la parroquia Cantaura de acuerdo al INE y a los métodos Aritmético y Geométrico.**

Año	Población			Año	Población		
	Proyección INE	Método Aritmético	Método Geométrico		Proyección INE	Método Aritmético	Método Geométrico
2001	58.031	52.286	52.286	2009	63.096	56.726	56.681
2002	58.793	52.841	52.816	2010	63.655	57.281	57.255
2003	59.481	53.396	53.352	2011	64.213	57.836	57.836
2004	60.123	53.951	53.893	2012	64.767	58.391	58.422
2005	60.733	54.506	54.439	2013	65.314	58.946	59.015
2006	61.351	55.061	54.991	2014	65.858	59.501	59.613
2007	61.948	55.616	55.549	2015	66.386	60.056	60.218
2008	62.528	56.171	56.112	2016	66.906	60.611	60.828

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 4.1 Proyección de la población de la parroquia Cantaura de acuerdo al INE y a los métodos Aritmético y Geométrico (cont.).**

Año	Población			Año	Población		
	Proyección INE	Método Aritmético	Método Geométrico		Proyección INE	Método Aritmético	Método Geométrico
2017	67.413	61.166	61.445	<b>2019</b>	<b>68.406</b>	<b>62.276</b>	<b>62.697</b>
2018	67.918	61.721	62.068	2020	68.885	62.831	63.333

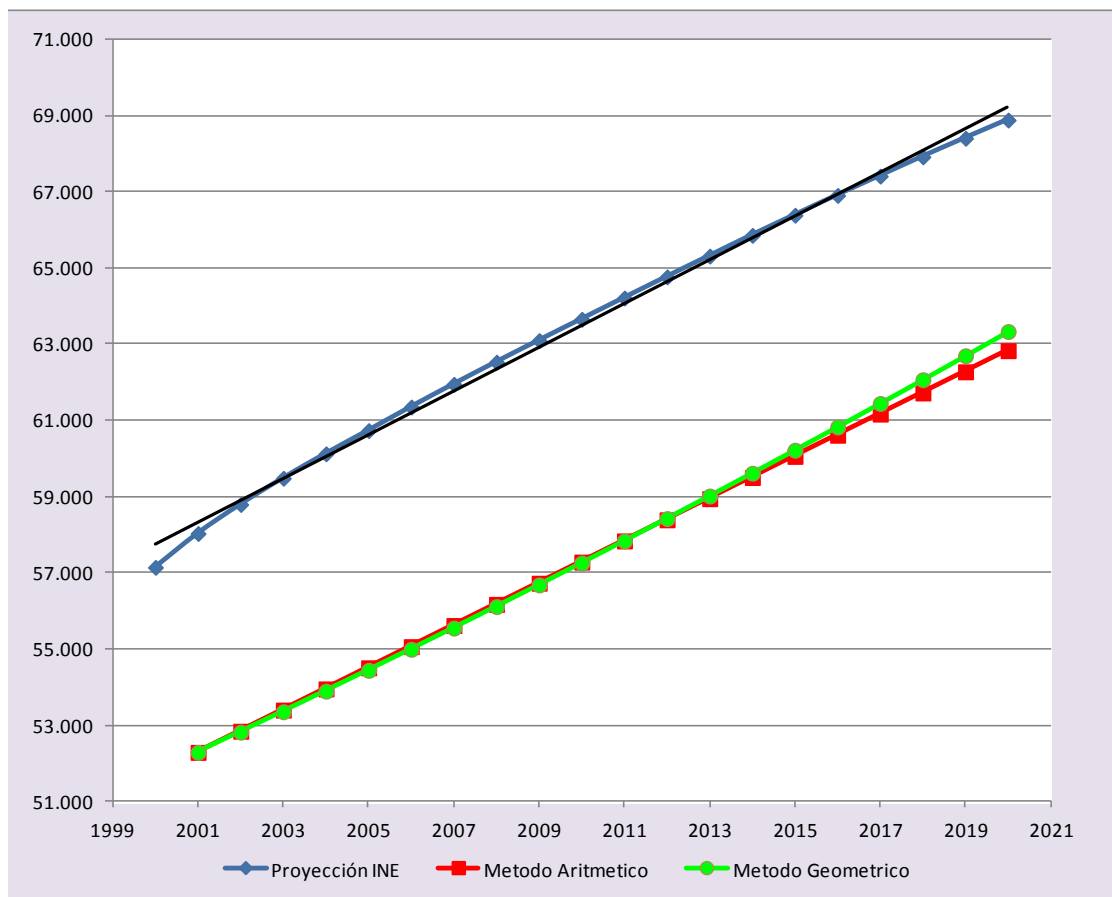
Fuente: Propia del autor.

**Tabla 4.2 Porcentaje de error de la estimación de la población con los métodos estadísticos aplicados en comparación con la estimación del INE.**

	Método	
	Aritmético	Geométrico
<b>%Error</b>	<b>8,96</b>	<b>8,35</b>

Fuente: Propia del autor.

De acuerdo a la tabla 4.1, se puede observar que la población, independientemente del método aplicado va en crecimiento a medida que avanzan los años, siendo la estimación del INE la que muestra los más altos valores, en comparación con los otros dos métodos aplicados; es importante describir que en el rango de tiempo de los años del 2001 al 2010 los resultados del método aritmético son más cercanos a las estimaciones del INE, caso contrario sucede en el rango de los años del 2011 al 2020, donde el método geométrico se aproxima en mayor proporción a la estimación del INE. Lo antes expuesto se puede corroborar con los resultados de la tabla 4.2 donde se visualiza que el porcentaje de error utilizando el método geométrico para las estimaciones es un poco menor al aritmético, a pesar de las diferencias entre sí, se considera que son desviaciones aceptables, ya que representan mayor confiabilidad en los datos, no es recomendable un mayor margen de error, ya que se obtendrían estimaciones alejadas de la realidad.



**Figura 4.1 Tendencia de los métodos aplicados para la proyección de la población actual que recibe el servicio de aseo urbano.**

**Fuente: Propia del autor.**

Esta tendencia se corrobora con la figura 4.1, donde se observa que todos los métodos van en ascenso, siendo el geométrico el que para el año 2020 se aproxima más a las proyecciones del INE, es por esa razón, que se toma como el método con el resultado más aceptable para el estudio, debido a que es un método que se adapta a poblaciones en desarrollo y en estudios de largos periodos de tiempo, aunado a ello se ajusta muy bien en ciudades donde su tasa de crecimiento es constante, es decir, aumenta proporcionalmente lo mismo en cada periodo de tiempo, lo que estadísticamente hablando es lo esperado. Por otro lado se rechaza el método aritmético debido a que, para los periodos de tiempo de estudio, no se ajustan a la realidad de la ciudad, esto se debe a que el método implica incrementos absolutos de la magnitud de la población a lo largo del tiempo, lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las ciudades no aumentan

numéricamente sus habitantes en la misma magnitud en el transcurrir de los años, además que es un método que presenta desviaciones cuando los periodos de tiempo son largos. Es importante destacar que esta estimación no es la población en sí, es solo una representación de lo que es en realidad, de forma tal que ayude a representar a la muestra para poder realizar estudios sobre ella, ya que no se tiene un dato certero y confiable actualmente, debido a que en función de la población se toman muestras muy pequeñas, las cuales deben ser representativas con respecto a los datos reales. La población actual y proyectada es indispensable para formular un plan para el manejo de los desechos sólidos. Existe una relación directa entre la cantidad de los desechos 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 desechos sólidos domésticos.

#### **4.2 Describir los desechos sólidos a través de la información brindada por el CEPIS, sistemas de recolección, medios y métodos de transporte del aseo urbano domiciliario en la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui**

A continuación, se muestran los resultados de la descripción realizada sobre el sistema de recolección de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura.

**Tabla 4.3 Muestra poblacional, número de habitantes, generación per cápita y tasa de generación de desechos de la ciudad de Cantaura.**

muestra poblacional (vivienda)	Nro. de habitantes	generación per cápita (Kg/hab.día)	Generación diaria de desechos sólidos (Kg/día)
61	339	0,54	29.547,18

Fuente: Propia del autor.

**Tabla 4.4 Producción de residuos de la muestra poblacional en función de los días de la semana.**

Nro. de habitantes	10/12/2020	11/12/2020	12/12/2020	13/12/2020	14/12/2020	15/12/2020	16/12/2020
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
339	141,5	157,9	179,7	183,2	216,8	242,8	157,2

Fuente: Propia del autor.

De acuerdo a los resultados de la tabla 4.3, se puede visualizar que la muestra poblacional es de 61 viviendas, con valor de 339 habitantes, a pesar de ser un valor pequeño en comparación con la población, el mismo está validado para asegurar que éste permitiera inferir en los parámetros de la población, la selección de las viviendas se realizó por el método de muestreo aleatorio, de tal modo que cada una tenga la misma posibilidad de ser seleccionada.

Con base a los volúmenes recolectadas de basura en cada vivienda, y de los datos recopilados durante los siete días de muestreo de cada vivienda-habitante, se obtuvo el resultado de la generación per cápita, el cual se detalla en la tabla 4.3, lo que se traduce en que cada habitante de la ciudad de Cantaura genera 0,54 kilogramos de desechos sólidos en un día. Desde el punto de vista de la protección ambiental, la generación per cápita representa un indicador de la gestión sostenible de los desechos sólidos domiciliarios, el cual debe ser un índice que sirva de referencia para que las acciones municipales estén orientadas a su disminución. Los recientes enfoques para la gestión integral de los residuos sólidos domésticos, incorporan al proceso tradicional del servicio de recolección, transporte y disposición final, la minimización de la generación per cápita mediante estrategias preventivas que pasan por la aplicación de nuevos instrumentos de gestión ambiental, planificación y proyección sub-urbano.

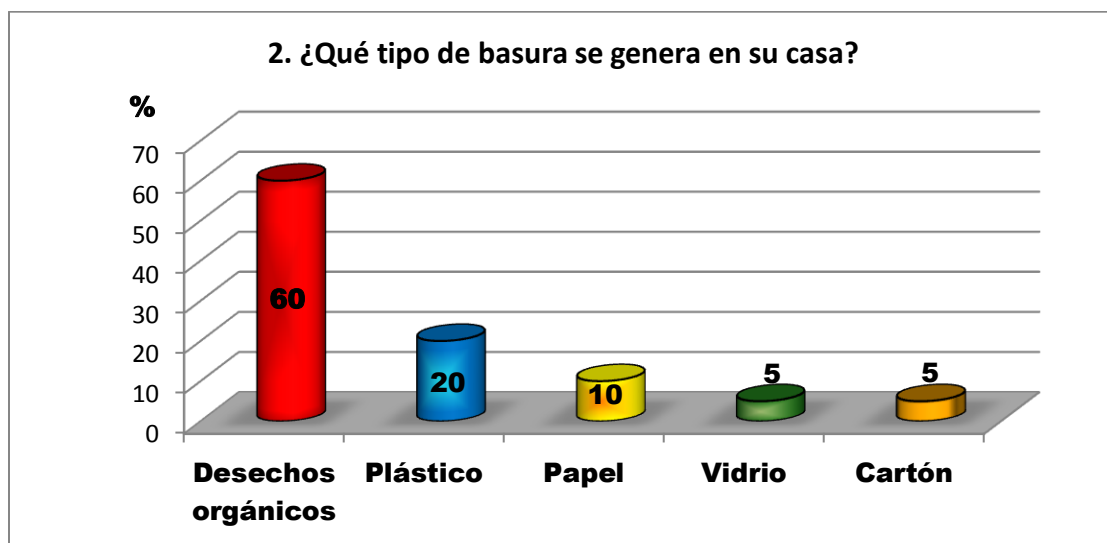
Sustentados en la generación per cápita de la ciudad de Cantaura, se procedió a estimar la generación de desechos sólidos domiciliarios, la cual da un total de 29.547,18 kilogramos por día, lo que para una población en crecimiento es un valor elevado, lo que conlleva a la toma de decisiones en lo que se refiere a la proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos por parte de los entes gubernamentales; este valor de generación de desecho se puede deber a factores tales como, los ingresos económicos, la formación en materia de reducción, reutilización, y reciclaje, así como también la estadía de los habitantes en su vivienda. Es importante acotar que el estudio únicamente consideró la generación de desechos sólidos domiciliarios, sin embargo, existen otras fuentes generadoras que se deben tomar en cuenta para estudios posteriores.

En la tabla 4.4 se observa como la generación de desechos sólidos domiciliarios varía en función de los días de la semana, esta producción de desechos está asociada a las actividades que realizan los habitantes en la vivienda. Es así que los días laborales de lunes

a jueves, se genera la menos cantidad de desechos sólidos, ya que los habitantes de vivienda transcurren la mayor parte del tiempo fuera de su vivienda, mientras que los días viernes y sábado se presenta la mayor generación, esto es asociado a las actividades solo de limpieza en cada vivienda durante los fines de semana, y nuevamente baja la producción el día domingos, que el día que las personas toman para descansar. Esta deducción se traduce en el mayor número de viajes que realiza el camión recolector en los días posteriores a los fines de semana (especialmente lunes y martes), estabilizándose para los días miércoles, jueves y viernes.

#### 4.2.1 Encuesta a la muestra poblacional

De la encuesta realizada a la muestra poblacional con el fin de conocer desde su punto de vista el desempeño del sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos del municipio, a continuación, se muestran los resultados.



**Figura 4.2 Composición de desechos generados por la muestra poblacional de la ciudad de Cantaura.**

**Fuente: Propia del autor.**

Se puede visualizar, de acuerdo a la figura 4.2, que de los resultados obtenidos de la clasificación en el área de estudio, los desechos orgánicos constituyen el principal componente de los desechos sólidos domésticos, constituyendo el porcentaje relativo más



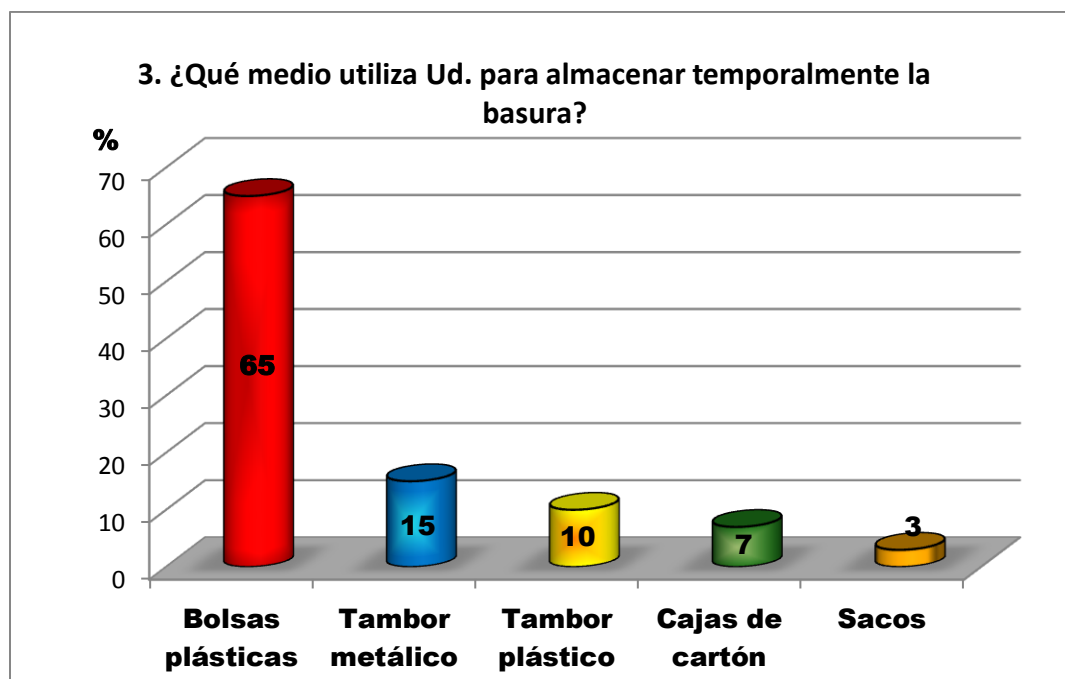
alto con respecto a los demás componentes, con un porcentaje de 60%; el segundo componente con mayor porcentaje en peso son los desechos de plástico, el cual representa el 20% de la totalidad, seguidamente del papel con un 10% y por último el vidrio y el cartón que tienen una representación del 5%.

La composición promedio de los desechos sólidos domiciliarios, de acuerdo a las estimaciones, está caracterizada por un 60% de desechos orgánicos del total generado, compuestos principalmente por residuos de alimentos; el 40% restante está compuesto por residuos reciclables, que son, plástico, papel, vidrio y cartón.

El componente plástico, que representa el 20% de la composición, está compuesto por envases, bolsas, y otros plásticos (anime, plásticos desechables, entre otros). Se destaca que el papel como grupo, representando el 10% de los desechos del área en estudio, considerando que el 100% de este componente es reciclable, donde dentro de esta categoría está el papel periódico, papel blanco con o sin impresión, bolsas de papel, 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 cartón, que en su mayoría se presenta por cajas pequeñas para almacenamiento, cajas de zapatos, entre otros, representa un 5%. Por último, representado con un 5%, está el vidrio, caracterizado por botellas (rotas y enteras), restos de vidrio para ventanas, frascos para alimentos, todos con característica reciclable.

Los resultados descritos anteriormente no se separan de la realidad de otras ciudades, podría decirse que tienden a ir mayormente en la misma dirección en cuanto a tipo de desecho generado se refiere, esto se corrobora citando otras investigaciones, por ejemplo, Martínez y Herrera (2010) en la clasificación de los desechos del área que estudiaron encontraron que, los desperdicios de comida representan el 20,47 % en peso del total de los residuos clasificados, seguido de 14,77% la materia orgánica. El 12,91% está conformado por otros desechos. Los componentes recuperables como el vidrio, plástico y cartón no representan un gran porcentaje en la comunidad. Por último, los componentes Tetra Pak (0,56%) y madera (0,05%), representan porcentajes demasiados bajos con respecto a los otros componentes. Mientras que por otra parte, Barrios y Saab f. (2010) de acuerdo información suministrada por la Mancomunidad de los Desechos Sólidos Urbanos (MASUR), indicaron que, 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 ultimo un 1,20% del componente vidrio.



**Figura 4.3 Medio de almacenamiento temporal de los desechos sólidos domésticos.**

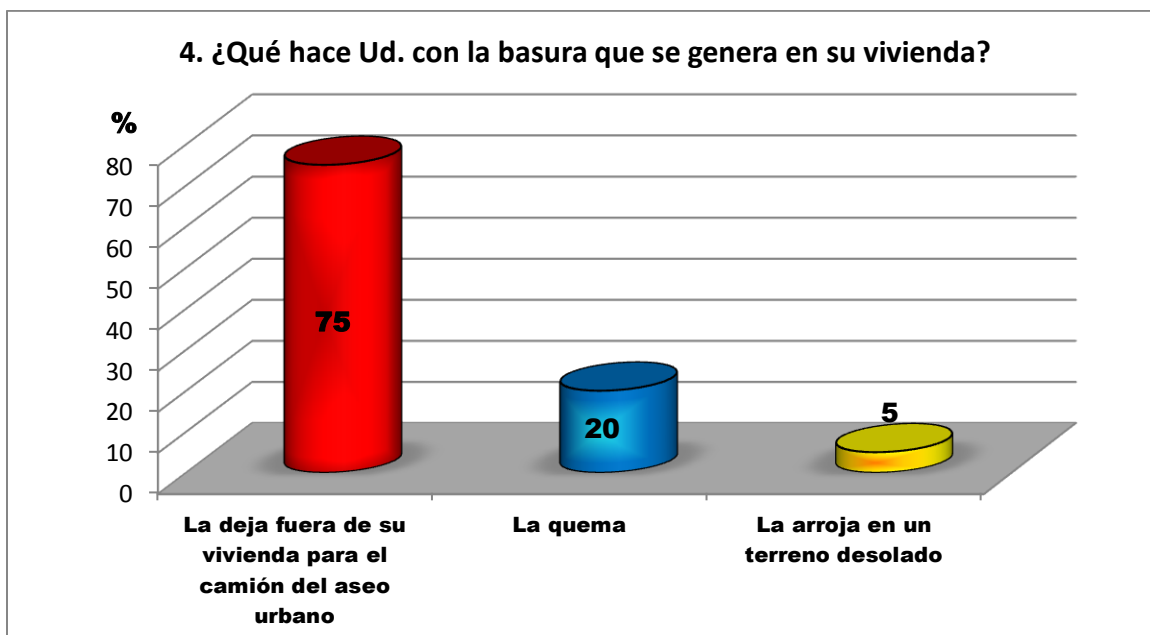
**Fuente: Propia del autor.**

En la figura 4.3, se visualiza que en mayor proporción las personas depositan los desechos sólidos con mayor frecuencia en bolsas plásticas, representando estas el 65% de la totalidad, seguidamente de tambores metálicos que abarca el 15% de la proporción, siendo los tambores plásticos, las cajas de cartón y los sacos, el resto de medios que se utilizan, los cuales representan el otro 20%.

El 65% de la totalidad representado por bolsas plásticas, se refiere a bolsas contentivas de aproximadamente  $0,1 \text{ m}^3$ ; éstas son más concurridas por su facilidad de manejo, no solo para los generadores de los desechos sino también por los recolectores del mismo; en cuanto a los tambores metálicos, que abarcan el 15% de la totalidad, la mayor proporción tiende a poseer máximo dos tambores metálicos de 208 litros por vivienda; por otro lado se encuentran los tambores plásticos, que más que tambores, la mayoría son representados

comúnmente por recipientes (pailas) de plásticos de 20 litros, y las viviendas poseen de tres a cuatro de estos recipientes para la generación de desechos; ocupando el 10% restante de la totalidad están las cajas de cartón y los sacos, que son medios de almacenamientos poco regulares, debido a que estos se utilizan para desechos como cuadernos, libretas, escombros, entre otros.

Barrios y Saab (2010), describen este mismo comportamiento en cuanto al almacenamiento temporal de los desechos, debido a que señalan que, en el área del estudio realizado, generalmente se almacenan en dos tipos de recipientes: pipotes plásticos y en bolsas plásticas. Aunado a ello, Luzón y Pérez (2010) en su trabajo de grado indican que, “...el 91% de los usuarios almacenan los desechos sólidos en bolsas plásticas desechables de distintas capacidades, esto evita las operaciones de retorno y mantenimiento de los pipotes, así mismo le proporciona una fácil manipulación a los usuarios y al servicio de recolección.”. Por lo que se puede inferir que el uso de bolsas plásticas como principal medio de almacenamiento temporal era lo esperado en esta investigación.



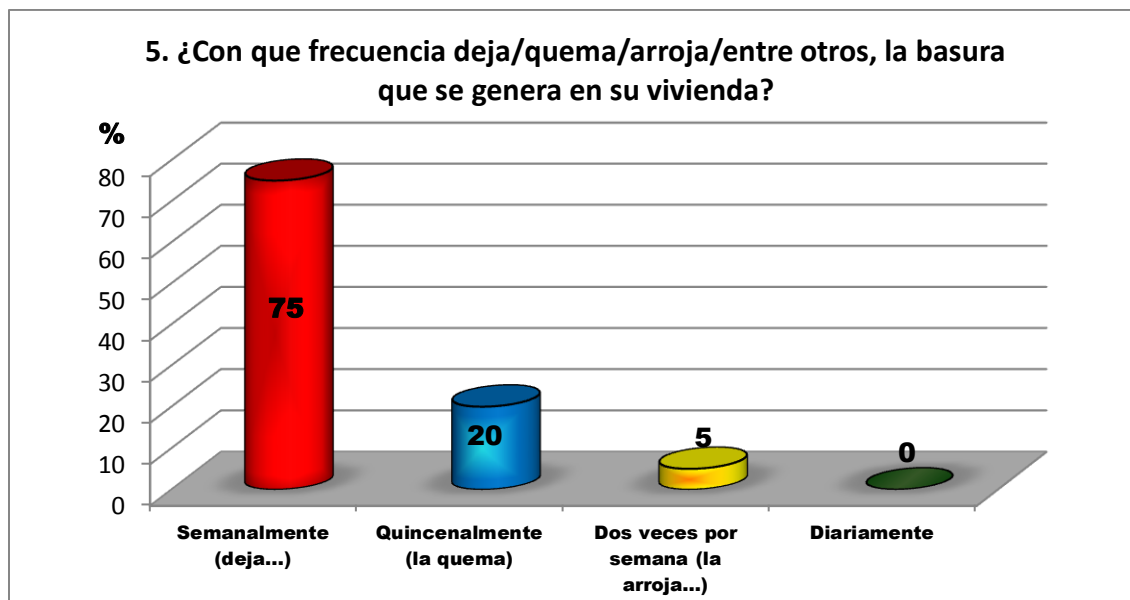
**Figura 4.4. Tipos de disposición de los desechos sólidos generados en las viviendas.**

**Fuente: Propia del autor.**

En la figura 4.4 se observa que existe una mayor inclinación a colocar los desechos sólidos generados fuera de la vivienda para que el camión recolector los retire, la cual es representada por el 75% de la totalidad del padrón muestreado; aunado a ello también se visualiza que el quemar los desechos sólidos generados, ocupa la segunda posición con el 20%; y por último con un 5%, se presenta el caso de las personas que arrojan los desechos sólidos a terrenos desolados.

Se destaca que la mayor parte de los encuestados expresaron que colocan los desechos en las afueras de sus viviendas, pero existe una parte de estos habitantes que deben acerca los desechos sólidos hasta la calle principal de su sector, debido a que el camión recolector no transita por todas las calles de cada sector. El 20% de la muestra poblacional que concurre a la quema de los desechos sólidos indica que aplican ese método porque por sus viviendas no transita el camión recolector; y que la quema de los desechos la realizan en el patio de su vivienda, que por lo general no esperan a tener acumulación de desechos considerables. En los sectores más alejados del casco central, como por ejemplo el sector Cantaurita, entre otros, se observó que los habitantes, por la falta del servicio de recolección de desechos, arrojan la basura en un terreno desolado, sin ningún tipo de control aparente.

En la investigación realizada por Luzón y Pérez (2010), reflejan que el servicio de recolección utilizado es de tipo residencial, donde se utiliza el servicio en la acera, el residente de la vivienda es responsable de colocar los recipientes a ser vaciados en la acera el día de la recolección y devolver los recipientes vacíos a su lugar de almacenamiento hasta la siguiente recolección. Es decir, que no es frecuente la aplicación otros métodos de disposición como la quema o la colocación en sitios no adecuados. En líneas generales, a pesar de la diferencia entre las ciudades estudiadas, en cuanto a población y dimensiones, la mayoría de los generadores esperan el servicio de recolección para disponer los desechos sólidos que generaron, el cual era el comportamiento esperado.



**Figura 4.5. Frecuencia de disposición de los desechos sólidos generados por la muestra poblacional.**

**Fuente: Propia del autor.**

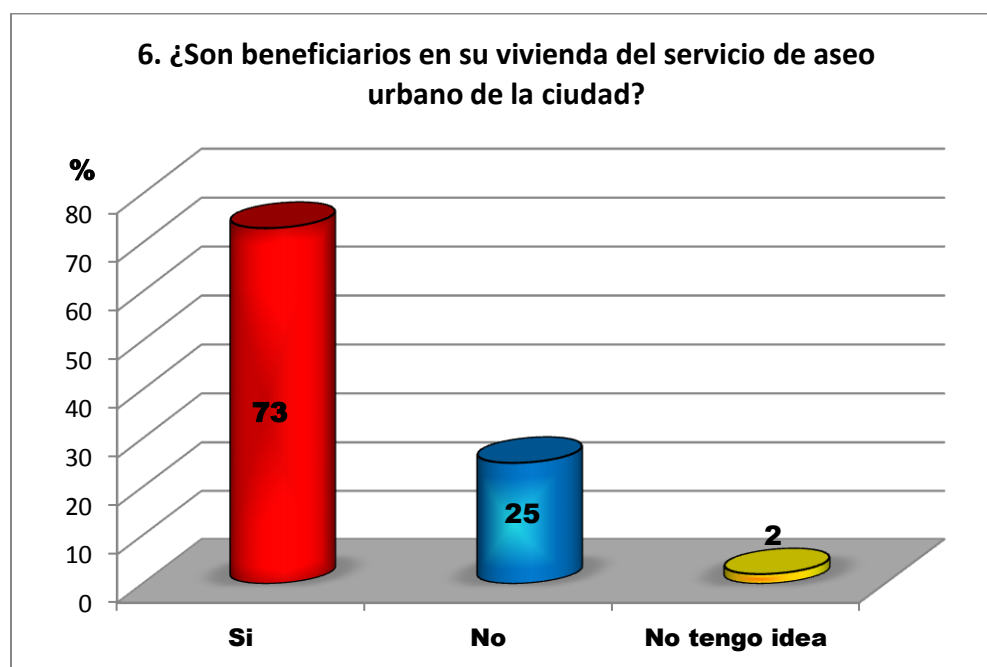
Conforme a la encuesta realizada, se visualiza en la figura 4.5 que un 75% de la población deja fuera de sus viviendas semanalmente los desechos sólidos generados para el camión recolector se los lleve; el 20% de los habitantes expresó que queman los desechos cada quince días; mientras que el 5% de los encuestados acotó que dos veces a la semana arrojan los desechos en terrenos que se encuentran desolados.

Las personas que retiran los desechos una vez por semana para ser dispuestos por el camión recolector, comunicaron que por lo general tratan de hacerlo el día antes del día de la recolección para por su sector, que la frecuencia del mismo es semanal, pero que esta información no fue suministrada por ningún ente municipal, sino que ellos mismos se percataron del día que presta el servicio el camión. El 20% de la población que quema quincenalmente los desechos sólidos, informaron que realizan esa actividad con esa frecuencia debido a que las cantidades de desechos generadas no son grandes, que esperan a tener un volumen apreciable para poder realizarla, que a la hora de la quema están alertas por si se presenta de posibilidad de que el fuego se salga de control. En cuanto al 5% de la totalidad de encuestados que arroja los desechos a un terreno desolado, se percibió que, a

pesar de que la actividad es más frecuente en comparación a las demás, las cantidades de desechos son pequeñas.

En investigaciones como la realizada por Monagas&Rodríguez (2007), se observó que la disposición de los desechos depende en mayor medida de la frecuencia con la que el camión recolector realiza el servicio, es decir, tres veces a la semana en ese caso de estudio; lo que se refleja también en la ciudad de Cantaura, en el sentido de que la población dispone los desechos sólidos solo cuando el camión recolector transita por sus viviendas, que es una vez por semana.

Luzón y Pérez (2010), al igual que Monagas&Rodríguez (2007), estudiaron muestras poblacionales en ciudades metropolitanas, en las que no se reflejan la quema como método de disposición, en comparación con Cantaura que es una ciudad más pequeña, en la cual aún se aplica este método contaminante.



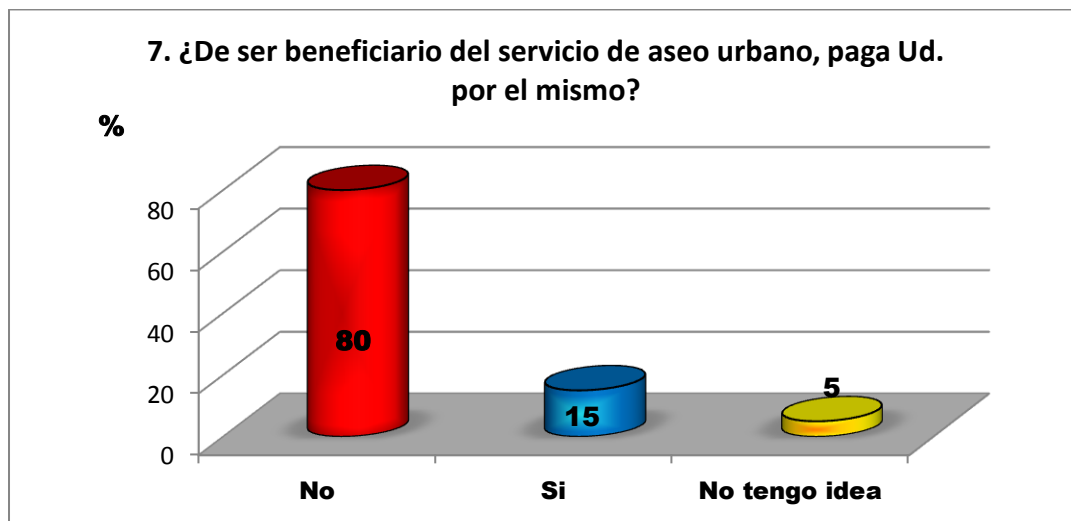
**Figura 4.6. Beneficiarios del servicio de aseo urbano de la ciudad.**

**Fuente: Propia del autor.**

En la figura anterior se muestra que, un 73% de la población encuestada expresó que son beneficiarios del servicio de aseo urbano, un 25% opinó que no se les presta el servicio de aseo urbano y solo el 2% reflejó que no tenían ni idea si el servicio de aseo les era prestado o no.

El 73% de los encuestados comentaron que el servicio es prestado por lo menos una vez a la semana, que es la frecuencia con la que se desechan los desechos sólidos acumulados en la vivienda. El 25% de los encuestados cuya respuesta fue no, expresaron que con anterioridad les prestaban el servicio, pero ya luego el camión recolector dejó de pasar por sus viviendas; es importante acotar que este comportamiento se observa con mayor frecuencia en los sectores menos populares, los que se encuentran alejados del casco central. El 2% que no tienen idea de si se les presta el servicio, por lo general fueron encuestados que no expresaban interés a la pregunta, por lo que no aportaron datos consistentes.

De acuerdo a la figura 4.6, es evidente que no toda la población de la ciudad de Cantaura es beneficiada con el Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario, ya que existe un 25% de la población estudiada que así lo refleja, esto debido a que el ente competente en la materia, actualmente no cuenta ni con la flota, ni con los tipos de vehículos adecuadas para realizar las labores y abarcar toda la ciudad, en comparación con otras ciudades como se refleja en los trabajos realizados por Barrios y Saab (2010), Luzón y Pérez (2010), y Monagas& Rodríguez (2007), en los cuales, de acuerdo a lo expresado, la flota de vehículos es mucho mayor y más variada, lo que permite una mayor cobertura en el área estudiada.



**Figura 4.7. Representación de los beneficiarios que pagan por el servicio de aseo urbano.**

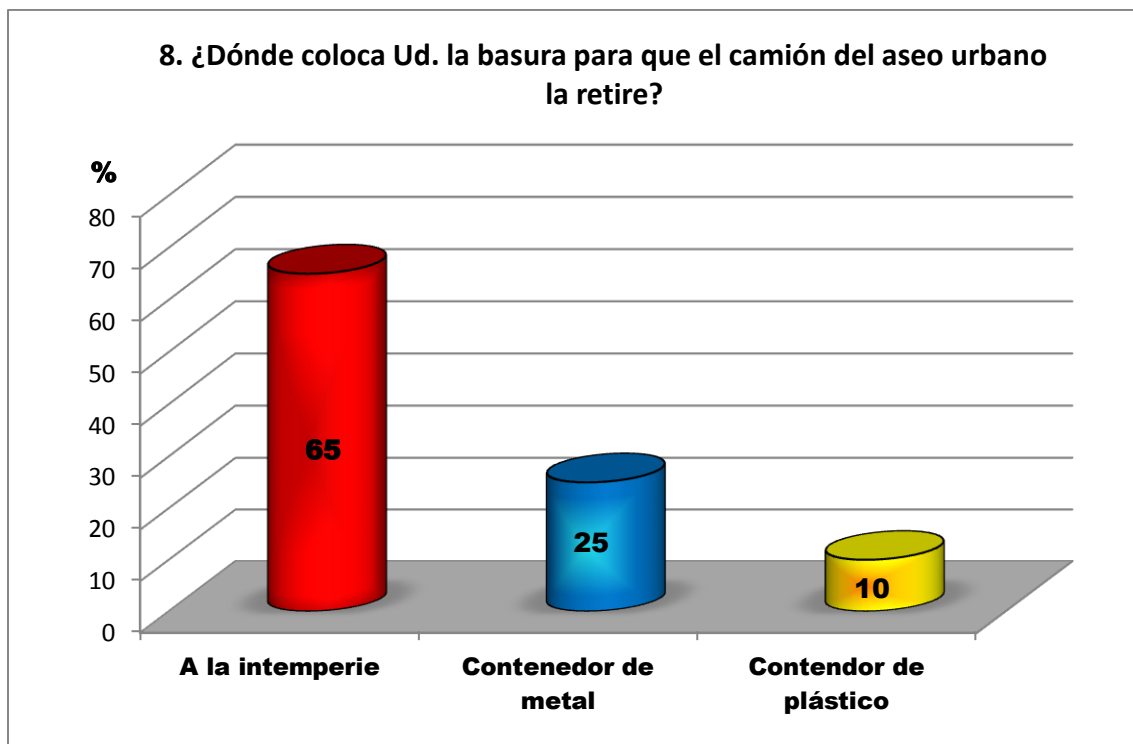
**Fuente: Propia del autor.**

Como se observa en la figura 4.7, el 80% de la muestra poblacional expresaron que no generan ningún pago como motivo del servicio de aseo urbano a sus viviendas, mientras que el 15% arrojó que si pagan por la prestación de este servicio municipal, por otro lado un 5% indicó que no tienen idea si pagan o no por el servicio.

Del 80% que expuso que no paga el servicio, realmente no están conscientes si les corresponde pagar o no, puesto que no tienen un recibo del cobro del servicio por parte del municipio, ni son notificados del precio del servicio, ni los mecanismos del pago, de existir alguno, o si están exentos del mismo, puesto que anteriormente si existía un cobro del servicio, que el mismo era recibido en conjunto con la factura de algún otro servicio público, como el agua o la energía eléctrica. Por otra parte, el 15% que reflejó que si pagan por el servicio de recolección, indicó que cancelan el mismo a través del recibo de energía eléctrica de sus viviendas, aunado a ello opinaron que el costo del servicio de aseo urbano es muy bajo. El 5% que no tienen idea, entran en la categoría de encuestados que no sabían si se paga o no, puesto que no son las personas encargadas de realizar esa actividad en su vivienda, por lo que no dieron una respuesta certera.

Como se comenta anteriormente, la mayoría de la muestra población estudiada no cancela el servicio de aseo urbano y domiciliario, lo que es un comportamiento recurrente en otras poblaciones donde se realizó este tipo de estudio, tal como lo manifiestan Luzón y Pérez (2010) en su investigación, en la cual expresaron que, “Luego de que la Mancomunidad de aseo urbano (MASUR) tomara las riendas de la recolección de desechos sólidos del municipio Simón Bolívar, el cobro de este servicio fue desligado de la factura de CORPOELEC, por ende ninguno de los usuarios del sector en estudio cancelan el servicio.”





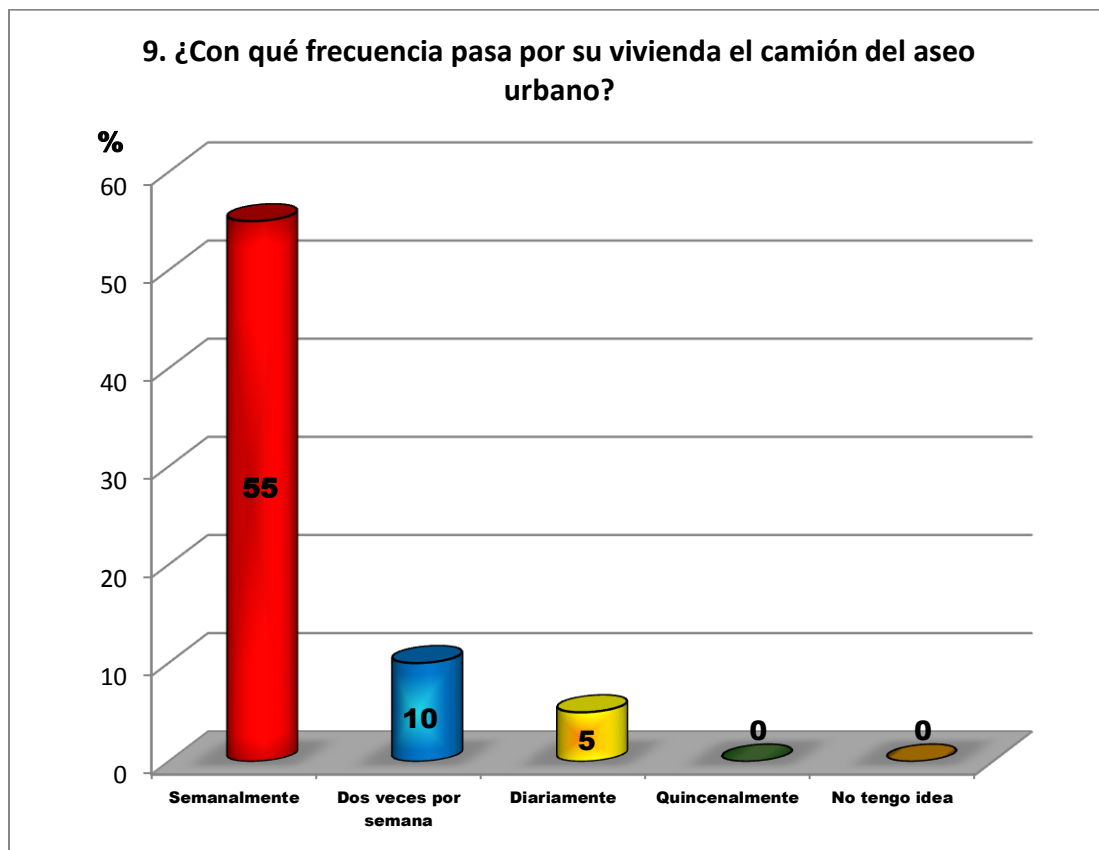
**Figura 4.8. Lugar de disposición temporal de los desechos sólidos.**

**Fuente: Propia del autor.**

La figura 4.8 refleja que, el 65% de la muestra poblacional coloca los desechos sólidos generados a la intemperie para que luego el camión recolector pase por ellos; el 25% expresó que coloca los desechos sólidos en un contenedor de metal (tambor); mientras que un 10% los arroja en un contenedor de plástico.

Cuando el 65% se refiere a la intemperie, realmente quiere decir que los desechos sólidos son almacenados en bolsas plásticas contentivas, pequeñas o grandes, todo depende de la cantidad de desechos generados, y las mismas son colocadas en las aceras de sus viviendas, preferiblemente en las esquinas, donde posteriormente el camión recolector pasa a retirarlas, caso similar ocurre con las personas que colocan los desechos en contenedores, ya sean de metal o de plástico, pero estos son colocados a las afueras de las viviendas solo los días que pasa el camión recolector. Es importante acotar que los contenedores son propios de las personas, los cuales por el volumen de desecho que generan es más cómoda la acumulación, ya que el Municipio no proporciona contenedores para tal fin. Por lo general se observó que las personas que poseen contenedores, los utilizan porque tienen mucha generación de material vegetal (hojas, ramas, palos, entre otros) en sus viviendas.

Ya sea en bolsas plásticas, contenedores de metal o plásticos, la población estudiada coloca, en mayor medida, los desechos sólidos generados en las aceras cercanas a sus viviendas para su posterior recolección, este procedimiento es el más común y el esperado en una población de ciudad; así lo señalaron Barrios y Saab (2010) en su trabajo de investigación, expresaron que para realizar la recolección en las calles principales, los 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 o cajas de cartón; por otro lado Monagas&Rodríguez (2007), en su trabajo en una zona metropolitana, indicaron que los residentes que viven en veredas colocan los desechos en estacionamientos comunes, aquellos que habitan en edificios, los colocan en cuartos de almacenamiento, donde el chofer ingresa con el camión lo más cerca posible para que se les facilite a los obreros de recolección sacar y vaciar los recipientes cargados de desechos.



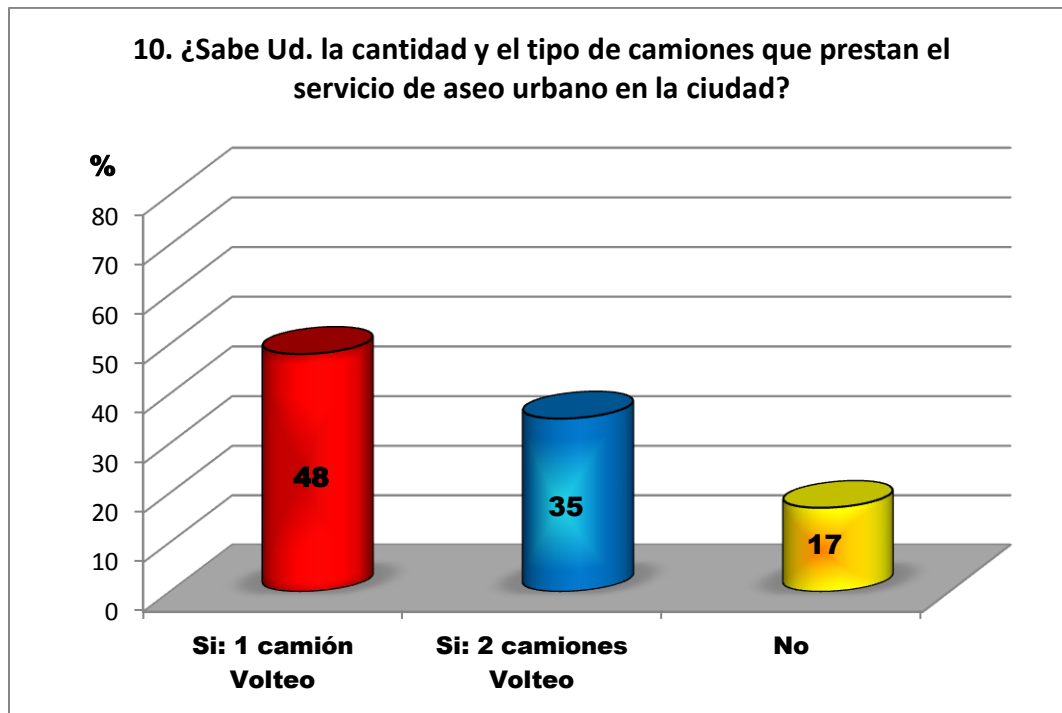
**Figura 4.9. Frecuencia de viajes del camión de recolección.**

**Fuente: Propia del autor.**

Como se observa en la figura anterior, el 55% de la población encuestada expresó que semanalmente el camión de recolección de desechos sólidos les presta el servicio; el 10% indicó que los desechos sólidos les son retirados dos veces por semana, y solo a un 5% le realizan el retiro de los desechos diariamente; como se visualiza, no existe ningún retiro de desechos que sea solo quincenal, y ningún encuestado tenía desconocimiento de lo que se estaba preguntando.

Del 55% de la población encuestada que recibe el servicio semanalmente indicaron que el camión recolector les presta el servicio una vez por semana, que tienen un día específico de la semana en el cual se realiza el retiro de desechos, es importante acotar que el camión recolector solo transita por la calle principal de cada sector, que es donde realiza la recolección. Las personas que indicaron que les prestan el servicio dos veces por semana, representadas con el 10% de la totalidad, son personas residencias en el casco central de la ciudad, expresaron que a pesar de que el camión recolector no tiene una hora fija para el servicio si cumple con los dos días semanales, los cuales son días fijos. A los que les prestan el servicio diariamente, son los habitantes que viven en la avenida Bolívar, representan una pequeña porción de la totalidad de encuestados, expresaron que el camión recolector pasa por sus viviendas todos los días de la semana, que por lo general de lunes a viernes el camión transita dos veces al día, y los fines de semana una vez en el día.

En comparación con otros estudios, tales como el realizado por Monagas&Rodríguez (2007), en el que reflejan que los servicios de recolección son de tres veces a la semana para el área que estudiaron, se observa que existe una deficiencia en cuanto a frecuencia de recolección en la ciudad de Cantaura; mas sin embargo es importante acotar que el área de estudio de Monagas&Rodríguez, es del tipo metropolitana, lo que traduce en mayor población y por ende mayor generación de desechos sólidos, por lo que es comprensible que la frecuencia de recolección sea mayor. A pesar de ello, un servicio de recolección de una vez por semana, para la mayor parte de la población, es poco recomendable, debido a lo variable que puede llegar a ser una generación de desechos sólidos en una determinada área.



**Figura 4.10. Cantidad y tipo de vehículo que presta el servicio de recolección.**

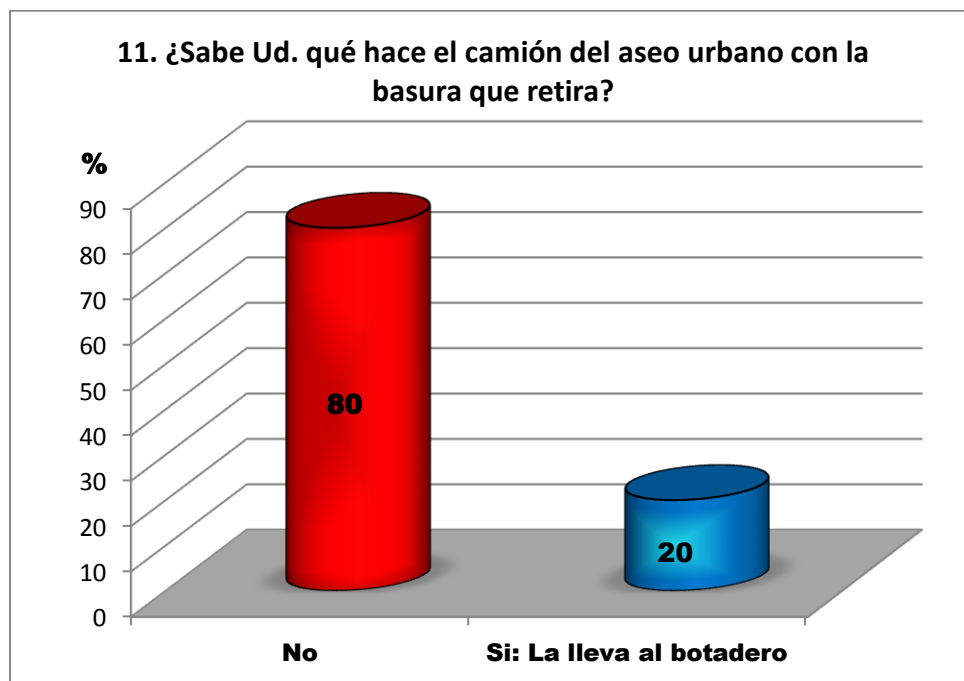
**Fuente: Propia del autor.**

La figura 4.10 muestra el resultado al conocimiento de la muestra poblacional con respecto a los vehículos que prestan el servicio de recolección de los desechos sólidos en la ciudad de Cantaura, el 48% de la totalidad expresó que si conoce la cantidad de vehículos, que es uno, y que el mismo es del tipo volteo; el 35% indicó saben de la existencia de dos camiones del tipo volteo; mientras que el 17% restante comentaron que desconocían cuantos y que tipo de camiones prestaban el servicio de aseo.

De los encuestados que indicaron que saben que existen uno o dos camiones y que los mismos son del tipo volteo, expresaron que el camión volteo cuenta con un chofer y dos operadores, que desde hace mucho tiempo ya los camiones pertenecientes a la Alcaldía del municipio, que son tipo compactadora, dejaron de prestar el servicio, además de que la cantidad de vehículos era superior a la actual, que uno o dos camiones no son suficientes para demanda de la población.

Barrios y Saab (2010) expresaron que, en el sector donde realizaron el estudio, el servicio de aseo urbano es proporcionado por un vehículo recolector, el cual se encarga de los procesos de recolección, refinamiento y el transporte hasta el sitio de disposición final.

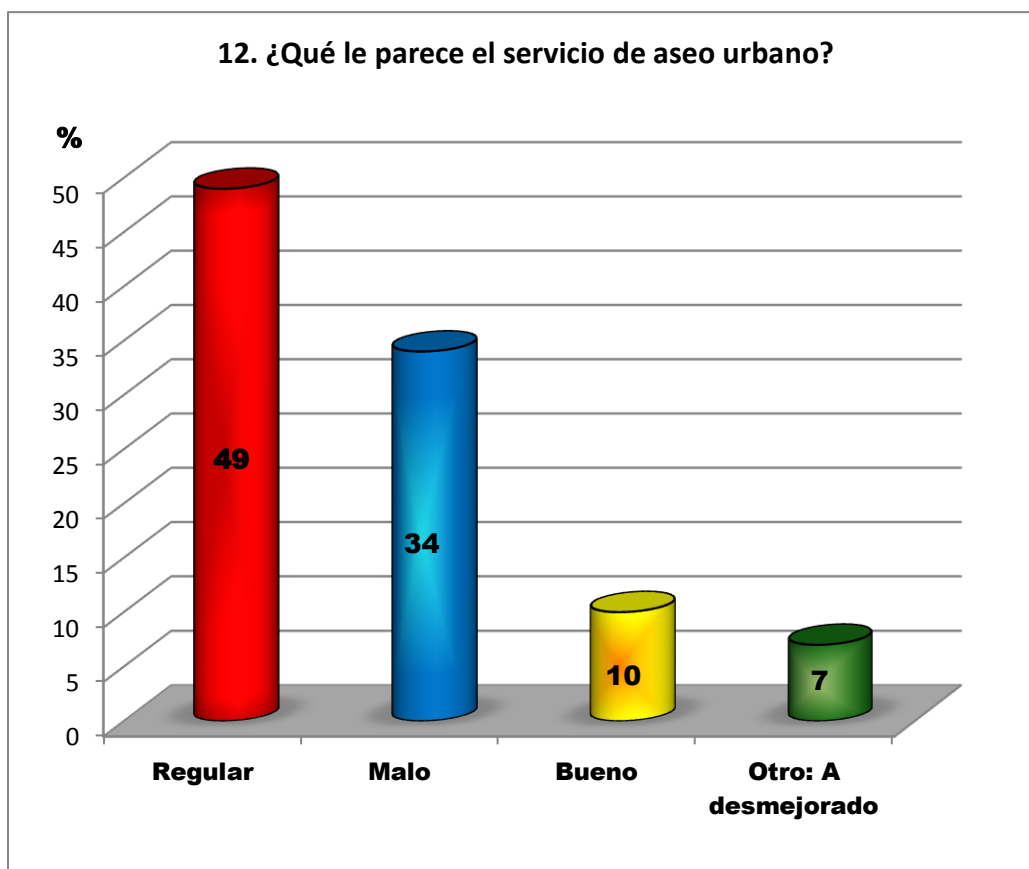
Aunado a ello, Luzón y Pérez (2010) indicaron que la ciudad que fue objeto de estudio cuenta con camiones compactadores de 12 toneladas, camiones volteos de cuatro toneladas y máquinas retroexcavadoras, para prestar el servicio, es evidente que la ciudad de Cantaura tiene un déficit, en cuanto a tipo y cantidad de vehículo se refiere, debido a que en comparación con otras poblaciones, ésta solo posee un camión, tipo volteo, para todo la ciudad, el cual no es el tipo de camión recolector más adecuado para la totalidad de la ciudad, debido a que se disminuyen las posibilidades de lograr la separación y clasificación de los desechos sólidos.



**Figura 4.11. Seguimiento al desecho solido retirado por el camión recolector.**

**Fuente: Propia del autor.**

Conforme a lo visualizado en la figura 4.11, el 80% de las personas encuestadas desconoce las actividades o el tratamiento que reciben los desechos sólidos una vez retirados de sus viviendas, mientras que el 20% expreso que si conoce lo que hace el camión con la basura, indicando que la misma la llevan al botadero de la ciudad, más sin embargo desconocen si en el botadero le realizan algún procedimiento específico para procesarla, puesto que nunca han recibido esa información por parte de las autoridades, y nunca han visitado el botadero, solo se tiene el conocimiento de que esta en las afueras de la ciudad.



**Figura 4.12. Percepción del servicio de aseo urbano.**

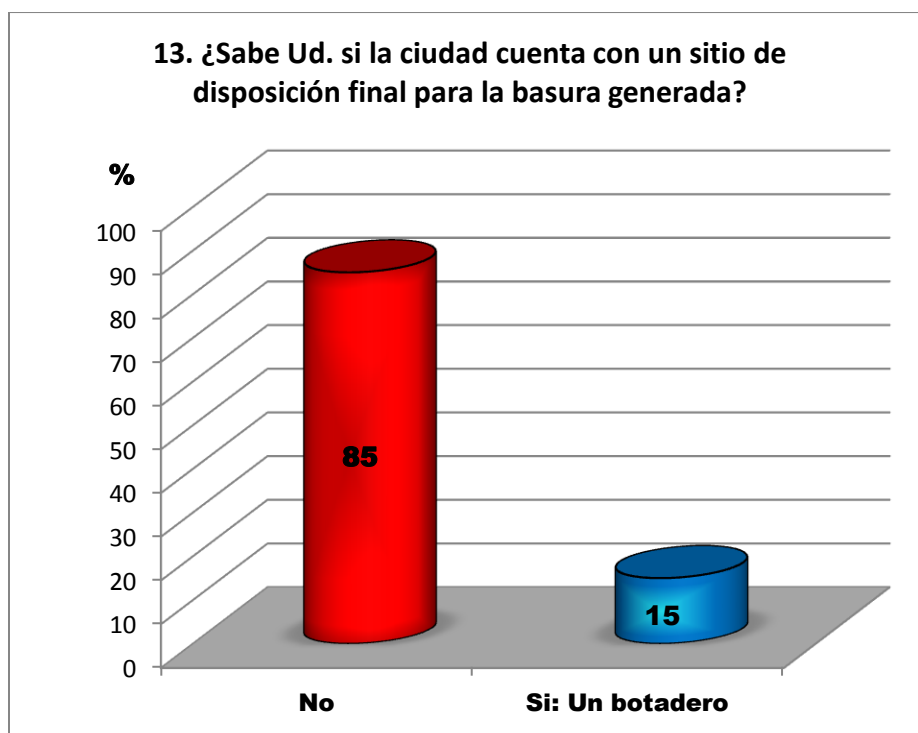
**Fuente: Propia del autor.**

En la figura 4.12 se visualiza la perspectiva que tienen los habitantes de la ciudad con respecto al servicio de aseo urbano, el 49% indicó que el servicio es regular, un 34% que el mismo es malo, solo un 10% expresó que el servicio de aseo urbano es bueno, mientras que a un 7% le parece que el servicio se a desmejorado con en el transcurrir de los tiempos.

De las personas que expresaron que el servicio es regular y malo, representadas por el 49% y el 34%, respectivamente, se basan en que el servicio no cubre la totalidad de la ciudad, además que no existen vehículos suficientes para retirar los desechos, aunado a ello el servicio de limpieza de las calles solo abarca la avenida Bolívar de la ciudad, además de que las frecuencias de recolección son muy reducidas, lo que conlleva mayor tiempo de almacenamiento de los desechos, contaminando más la ciudad. Por otro lado, existe un pequeño porcentaje, de 10%, que expresan que el servicio es bueno, porque los desechos

son retirados de sus viviendas, es importante acotar que este pequeño porcentaje representa a los habitantes que viven en sector Casco Central. El 7% que expresa que el servicio ha desmejorado, indican que esto es debido a que anteriormente había más cantidad de camiones, y que eran del tipo compactador, lo que permitía recolectar más desechos sólidos, al mismo tiempo que se abarcaban más calles en cada sector.

Esta situación, en cuanto a la calidad del servicio de aseo urbano y domiciliario, es más común de lo esperado; Martínez y Herrera (2010) comentan que, en un informe sobre la gestión de la empresa recolectora durante el IV trimestre del año 2007 realizado por la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, se describe que el servicio de recolección de desechos sólidos decayó en un 50% de su eficiencia operativa, por lo que 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; por lo que se puede inferir que no se tiene un servicio de buena calidad en ese municipio, escenario que se repite también en la ciudad de Cantaura, donde la mayor proporción de habitantes expresaron que el servicio es regular.



**Figura 4.13. Conocimiento del sitio de disposición final de la ciudad.**

**Fuente: Propia del autor.**

La figura anterior muestra como resultado de la encuesta a la muestra poblacional que, el 85% de la misma no tienen conocimiento de si la ciudad cuenta con un sitio para disposición final de la basura, es muy importante acotar que mucho de los encuestados no conocían en si lo que es un sitio de disposición final, por lo que en parte su respuesta estaba condicionada a ese hecho; mientras que un 15% de la totalidad de los encuestados expresó que si tienen conocimiento de la existencia de un sitio de disposición final en la ciudad, y que el mismo es un botadero, el cual se encuentra a las afueras de la ciudad, mas sin embargo desconocen la situación actual del mismo, puesto que nunca han visitado el recinto.



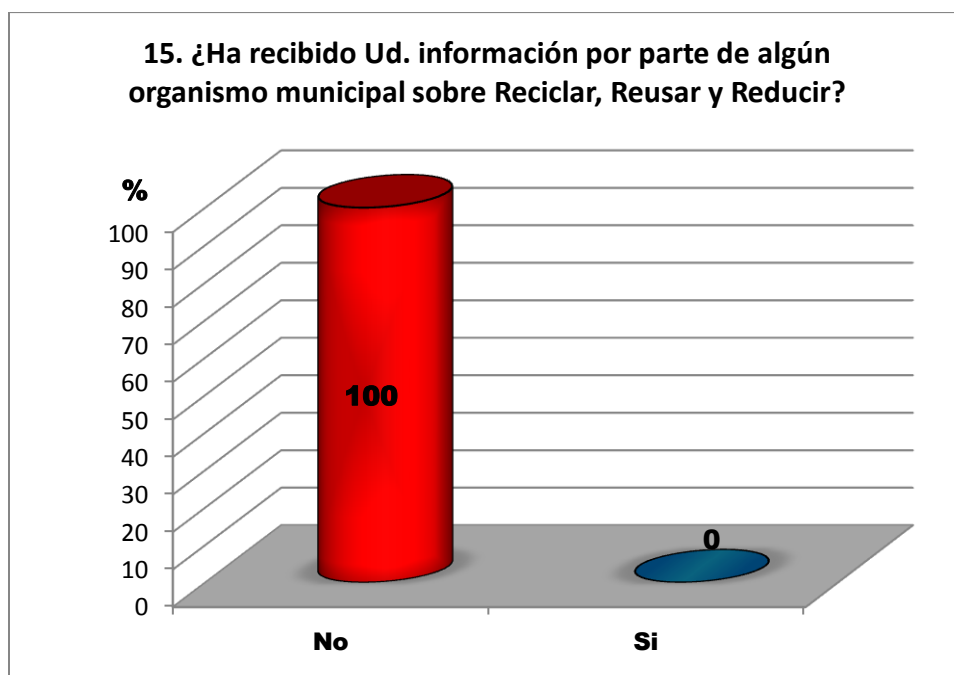
**Figura 4.14. Participación en la determinación de la generación per-cápita**

**Fuente: Propia del autor.**

En cuanto a la participación en la determinación de la generación per cápita, los habitantes de la ciudad, en su totalidad, se mantuvieron prestos para ayudar, como lo muestra la figura 4.14, el 100% de la población expresó estar dispuesto a participar, mientras se les indicara cada una de las actividades a realizar, y los procedimientos que implican, mientras ello ayudase a una mejor planificación y desarrollo en el ámbito del aseo urbano de la ciudad.



La participación ciudadana en este tipo de estudios siempre ha sido considerable y protagónica, como se observa en la figura 4.14, y así lo corroboran Barrios y Saab (2010), junto con Martínez y Herrera (2010) en sus investigaciones, muestran los resultados de las encuestas realizadas a 380 habitantes de las urbanizaciones Boyacá IV y V, y a 30 viviendas en la comunidad El Espejo, de la ciudad de Barcelona, respectivamente, con el fin de obtener datos sobre los desechos generados en la comunidad y su disposición.



**Figura 4.15. Información sobre reciclar, reusar y reducir en la ciudad.**

**Fuente: Propia del autor.**

La totalidad de la población encuestada expresó que no han recibido ningún tipo de información, por ningún medio, tales como periódicos, volantes, trípticos, televisión, radio, entre otros, sobre la importancia e implementación de reciclar, reusar y reducir, que por lo general ven este tipo de iniciativas en las actividades escolares de los niños de la casa, e inclusive en las calles no se ve información alusiva al respecto. Es importante destacar que los encuestados, actualmente implementan estas prácticas, sobre todo por la situación económica que se presenta actualmente, que de alguna u otra manera los ha llevado directamente a tomar medidas como reusar envases de plásticos, reciclar el papel, entre otros.

La totalidad de la muestra poblacional encuestada expresó que están abiertos a participar en campañas que promuevan el reciclaje, la reutilización y la reducción de materiales y desechos domésticos no peligrosos, como medida para contribuir a una mejor planificación y desarrollo óptimo del servicio de aseo urbano y domiciliario en el municipio.

Otros trabajos de investigación citados reflejan este tipo compromiso descrito anteriormente, Barrios y Saab (2010) reflejaron que un 68% de la población estudiada está interesada en participar en un programa de reciclaje, de implementarse los respectivos programas en la comunidad. Luzón y Pérez (2010) indicaron por su parte que, el 50% de la muestra poblacional en el área estudiada, está interesada en participar en un programa de educación ambiental, éste con el fin de mejorar el manejo de los desechos sólidos dentro de la comunidad.

#### **4.2.1 Mecanismos de limpieza, recolección y transporte del municipio**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las inspecciones de campo realizadas en la ciudad de Cantaura, con respecto a los mecanismos de limpieza, recolección y transporte.



**Figura 4.16. Contenedor de almacenamiento temporal de desechos sólidos en la avenida Bolívar.**

**Fuente: Propia del autor.**



**Figura 4.17. Desechos sólidos dispuestos en el contenedor de almacenamiento temporal.**

**Fuente: Propia del autor.**

De acuerdo a la inspección realizada en las calles de la ciudad, se pudo constatar, como se observa en las figuras 4.16 y 4.17, que los contenedores para almacenamiento temporal son recipientes metálicos, no herméticos, cuya estructura permite la filtración de líquidos, además es notable que los recipientes poseen la identificación desgastada, ya que se encuentran a la intemperie, expuestos a los diferentes cambios climáticos, aunque a pesar de ello los habitantes de la ciudad, debido al tiempo que los recipientes llevan ubicados allí, ya conocen que éstos son para colocar los desechos. Este tipo de recipientes están diseñados para utilizarlos con bolsas de plásticos resistentes, de forma tal de retirar los desechos con mayor facilidad, y es evidente que a los mismos no les colocan dichas bolsas. Los recipientes para el almacenamiento temporal de los desechos sólidos están ubicados principalmente en la avenida Bolívar, la plaza Bolívar, el Boulevard de la iglesia, en las avenidas del casco central, y en algunas plazas como la del sector Puerto Colón, la plaza Freites, plaza de Banco Obrero, Paseo de Creación Ntra. Sra. Virgen de la Candelaria y el Polideportivo, en el resto de la ciudad no se encuentran ningún tipo de recipiente de almacenamiento temporal.

Conforme a lo estipulado en la Ordenanza Municipal, específicamente en el artículo 38 del capítulo IX, con respecto a los recipientes de almacenamiento temporal de los desechos sólidos, éstos deben estar adecuadamente ubicados, ser herméticos, ser de material impermeables y resistente, tener adecuado mantenimiento, estar identificados en referencia al uso y tipo de desechos sólidos, entre otros; de acuerdo a ello y lo visualizado en las figuras 4.16 y 4.17, se puede decir que los recipientes ubicados en la ciudad no cumplen con lo convenido en la Ordenanza Municipal.

En investigaciones como la de Martínez y Herrera (2010), entre las de otros autores antes citados, se muestra que el servicio de recolección utilizado es de tipo residencial, no se indica que se hayan ubicados recipientes contenedores de desechos sólidos en las calles o avenidas de la ciudad de estudio, salvo los utilizados por cada vivienda a la hora de la recolección por parte de camión recolector. Por lo que se puede decir que la ciudad de Cantaura aún es una de las pocas ciudades que aún conserva este tipo de contenedores de desechos en las calles y avenidas principales.



**Figura 4.18. Personal de aseo urbano en labores de limpieza de las calles.**

**Fuente: Propia del autor.**



**Figura 4.19. Implementos para labores de limpieza del personal de aseo urbano.**

**Fuente: Propia del autor.**

En las figuras 4.18 y 4.19, respectivamente, se puede observar que el servicio de limpieza de las calles de la ciudad de Cantaura se realiza bajo un método manual de barrido, como se indicó en el capítulo anterior, mayormente por mujeres, las mismas poseen los implementos como guantes, guardapolvo identificado con información de la Alcaldía del municipio, pero faltando otros como son las botas, mascarillas, y gorra. Aunado a ello se visualiza que para realizar la labor utilizan pala, cepillo y una papelera con equipo rodante, esta labor se realiza solo en el casco central de la ciudad, y garantiza la limpieza de las calles, plaza Bolívar y Boulevard de la iglesia. Con respecto a lo convenido en la Ordenanza Municipal, ésta indica que el servicio de aseo urbano, comprende todas las actividades relacionadas con el barrido, la limpieza y la recolección de residuos y desechos sólidos en calle, avenidas, plazas, parques, boulevares, y demás lugares públicos existentes en el Municipio, exceptuando el hecho de que el servicio cubre solo los espacios indicado anteriormente, se puede decir que se cumple con la ordenanza, en esos espacios.

Se puede observar que, en la ejecución del aseo urbano, no existe ningún mecanismo de segregación, separación o recolección selectiva, que permita separar en el origen los desechos sólidos recolectados, sino que todos los desechos son recolectados y almacenados juntos para luego disponerlos. En el artículo 43 de la sección segundo del capítulo IX de la

Ordenanza Municipal, reza que en el caso de que la Alcaldía decida o aplique métodos de recolección selectiva, la Dirección de Servicios Públicos Municipales deberá proveer los envases apropiados para el cumplimiento de los objetivos de la recolección selectiva; asimismo, deberá informar debidamente a la población respecto a la frecuencia en que se realizará la recolección de los materiales que serán objeto de reciclaje. Por lo antes expuesto es notable que la Alcaldía del municipio aún no decide aplicar este tipo de método para la recolección de los desechos, de forma tal de aprovechar los que sean reciclables, esto también se corrobora por los resultados de la figura 4.15, que muestra que la Alcaldía no ha proporcionado información respecto a este tema a los ciudadanos.

En comparación con otras comunidades, se puede deducir que, en la ciudad Cantaura se cumple en gran medida con los implementos de seguridad para desempeñar las labores de aseo urbano, por ejemplo en la comunidad estudiada por Martínez y Herrera (2010) el personal de recolección cuenta solo con guantes para la manipulación de los recipientes, ese personal no cuenta con el equipo de seguridad que deberían (botas, mascarillas, lentes, entre otros.). Barrios y Saab (2010) mostraron que en la comunidad donde realizaron sus estudios, los trabajadores que se ocupan de la recolección se encontraban 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.

Con respecto al transporte de recolección que actualmente se utiliza en la ciudad, como se observa en las figuras 4.20 y 4.21, respectivamente, se trata de un camión Cargo 1721 modelo Volteo, de 2 ejes, con un volumen de  $14 \text{ m}^3$ , por parte del personal de la Dirección de Servicio Públicos de la Alcaldía, se conoció que el servicio del transporte es ofrecido por una empresa privada contratada por la Alcaldía, ya que los vehículos del municipio no están operativos actualmente, solo existe un solo camión que realiza las actividades de recolección de los desechos sólidos, el mismo no posee ningún tipo de señalizaciones de tránsito, ni mucho menos identificación de ser un vehículo para recolección de desechos, el camión cuenta con un operador/chofer y dos ayudantes, que son las personas de recolectar los desechos, se puede observar que ambos ayudantes poseen sus implementos de seguridad y sus guardapolvos identificados como trabajadores de la Alcaldía del municipio. El



mecanismo de operación es por levantamiento y acarreo directo de las bolsas plásticas hacía la parte trasera del camión. A pesar de ser un vehículo versátil y comúnmente utilizado en comunidades pequeñas, 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 descubiertos y carentes de sello hermético en el fondo, ocasionalmente podrían propiciar 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. Es apreciable que los trabajadores, de acuerdo a la figura 4.21, mantienen contacto directo con los desechos, ya que se encuentran dentro del compartimiento del vehículo donde depositan los desechos. La Ordenanza Municipal en materia del aseo urbano, indica en su artículo 46 de la sección segunda en el capítulo IX, que la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía, deberá tomar todas las previsiones para que el transporte de residuos y desechos sólidos se realice en vehículos con la señalización de tránsito establecida en la Ley. Asimismo, deberán tener la capacidad adecuada para el volumen de residuos y de desechos sólidos a transportar, ser construidos en forma de que no exista derramamiento de los residuos y desechos sólidos, ni líquidos; presentar fácilmente para su lavado y desinfección, y que no produzcan impacto en la salud del trabajador ni de la población. Asimismo, que garanticen la seguridad de los trabajadores del Municipio que realizan el servicio. Por la cantidad de desechos sólidos generados en la ciudad, el volumen del camión recolector es suficiente para atender la demanda, con varios viajes al sitio de disposición final, mas sin embargo según lo descrito en la Ordenanza, el camión recolector no cumple con las condiciones mínimas para prestar el servicio de recolección de desechos sólidos de la ciudad, además que solo es un solo camión con el que se dispone para esa tarea.



**Figura 4.20. Camión recolector de desechos sólidos (lado frontal).**

**Fuente: Propia del autor.**



**Figura 4.21. Camión recolector de desechos sólidos (lado posterior).**

**Fuente: Propia del autor.**

La Ordenanza Municipal en materia del aseo urbano, indica en su artículo 46 de la sección segunda en el capítulo IX, que la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía, deberá tomar todas las previsiones para que el transporte de residuos y desechos sólidos se realice en vehículos con la señalización de tránsito establecida en la Ley. Asimismo, deberán tener la capacidad adecuada para el volumen de residuos y de desechos sólidos a transportar, ser construidos en forma de que no exista derramamiento de los residuos y desechos sólidos, ni líquidos; presentar fácilmente para su lavado y desinfección, y que no produzcan impacto en la salud del trabajador ni de la población. Asimismo, que garanticen la seguridad de los trabajadores del Municipio que realizan el servicio. Por la cantidad de desechos sólidos generados en la ciudad, el volumen del camión recolector es suficiente para atender la demanda, con varios viajes al sitio de disposición final, mas sin embargo según lo descrito en la Ordenanza, el camión recolector no cumple con las condiciones mínimas para prestar el servicio de recolección de desechos sólidos de la ciudad, además que solo es un solo camión con el que se dispone para esa tarea.

A pesar de que el vehículo utilizado en la ciudad de Cantaura no es el adecuado para el servicio, este tipo de vehículo se sigue utilizando en otras comunidades, así lo respalda Martínez y Herrera (2010), la comunidad El Espejo, de la ciudad de Barcelona, dispone de



un camión tipo Volteo de 6 m<sup>3</sup> para realizar la recolección de los desechos. Caso contrario ocurre en los sectores que describen Barrios y Saab (2010) en su trabajo, debido a que el equipo utilizado es el camión 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 como medida mínima, es el vehículo de recolección que es recomendable utilizar para brindar un servicio de aseo urbano y domiciliario más óptimo, de acuerdo a las características de cada ciudad y población.

#### **4.3 Diagnosticar los mecanismos utilizados para la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui, y las posibles recomendaciones para mejoras del mismo**

Actualmente, los residuos y desechos sólidos generados por el área en estudio son dispuestos finalmente en el vertedero de la ciudad, el cual se encuentra ubicado a 1 Km aproximadamente de la ciudad, específicamente en la carretera Cantaura-San Joaquín, como si indicó en el capítulo anterior.



**Figura 4.22. Inspección en el vertedero de la ciudad de Cantaura.**

**Fuente: Propia del autor.**



**Figura 4.23. Casilla de entrada hacia el vertedero**

**Fuente: Propia del autor.**

De acuerdo a la inspección de campo, se pudo constatar que, el vertedero no cuenta con una estructura de control y supervisión de operaciones por parte de la Dirección de Servicios Públicos, que son los encargados por parte de la Alcaldía, del aseo y saneamiento urbano del Municipio Pedro María Freites, se observa en la figura 4.23 que, la casilla para el control de acceso al vertedero no cuenta con las condiciones adecuadas para laboral, solo labora una sola persona, pero por las condiciones presentadas, no lleva el control y seguimiento a los desechos sólidos dispuestos, ya sean los ingresados por el camión recolector o los de algún habitante particular (ver figura 4.24).



**Figura 4.24. Desechos sólidos acumulados en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**

Como se visualiza en las figuras 4.24, 4.25, 4.26 y 4.27, respectivamente, la deficiente sistematización del manejo de los desechos ocasiona que el vertedero colapse, esto a consecuencia del gran volumen y la diversidad de material que ingresa, tales como desechos orgánicos, cauchos, desecho vegetal, entre otros. Como simplemente la disposición de los desechos es a cielo abierto sin haber sido sometidos a tratamiento alguno, se contribuye a provocar problemas de salud ambiental, como proliferación de transmisores de enfermedades (moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, entre otros vectores), generación de malos olores, y contaminación del suelo, agua y aire.





**Figura 4.25. Desecho de cauchos en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**



**Figura 4.26. Desecho vegetal en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**

El vertedero posee desecho vegetal abundante con óptimas propiedades para ser utilizado como material de cobertura y el método operativo para cubrir los desechos depositados está determinado principalmente por la topografía del terreno (ver figuras 4.22 y 4.26). Por parte

del personal de Dirección de Servicios Públicos, y comunicados de prensa se conoció que anteriormente se empleaba un maquina Bulldozer (Komatsu D-85EX), pero actualmente la misma se encuentra en mantenimiento, lo que ha ocasionado que los desechos permanezcan en la superficie más del tiempo deseado.



**Figura 4.27. Acumulación de agua en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**

La figura 4.27 muestra una laguna de agua contaminada estancada dentro del vertedero, una inspección por los alrededores del vertedero refleja que no existen lagunas adyacentes en donde descargan los líquidos percolados o lixiviados que produce el vertedero, por lo que constantemente se tiende a producir la acumulación de agua contaminada, sobre todo en época de lluvia, lo que origina contaminación del suelo, comprometiendo la calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

El vertedero no posee chimeneas para el drenaje del biogás, es por ello que con frecuencia se observa humo en algunas zonas del vertedero, producto de la combustión generada por la interacción entre las reacciones químicas que se producen y los desechos con los que están en contacto. Aunado a ello, como lo muestran las figuras 4.28 y 4.29,

respectivamente, existen puntos de quema en el vertedero, las cuales se desconoce si son producto de lo indicado anteriormente o si son incendios provocados por personas.



**Figura 4.28. Desechos sólidos quemados en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**





**Figura 4.29. Desechos sólidos quemados parcialmente en el vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**

En la figura 4.30 se visualizan unas viviendas en las cercanías del vertedero, al momento de la inspección se desconoce si las mismas están habitadas o no, lo que se traduce en problema de salud pública, ya que, por lo antes expuesto, los habitantes estarían expuestos a vectores transmisores de enfermedades, provocando a futuro la posibilidad de la proliferación de alguna enfermedad.



**Figura 4.30. Se visualizan viviendas en las cercanías del vertedero.**

**Fuente: Propia del autor.**

La Ordenanza Municipal en materia de sitio de disposición final, estipula en el artículo 54 que, la Dirección de Servicios Públicos Municipales deberá tomar las previsiones necesarias para tener habilitado un sitio especial para la disposición final de los residuos y desechos sólidos, este sitio o lugar no puede ser destinado a ningún otro uso y debe cumplir con las normas sanitarias y ambientales vigentes. Aunado a ello en su artículo 57 reza que, en los sitios o lugares destinados por la Alcaldía para la disposición final de los residuos y desechos sólidos, no podrá, bajo ninguna circunstancia realizarse la quema de dichos desechos; es evidente que los entes competentes en la materia de aseo urbano no están cumpliendo a cabalidad lo indicado por la Ordenanza, ya que por lo anteriormente mencionado, el vertedero municipal no cumple con las normas sanitarias y ambientales, además que en el mismo se produce quema de los desechos sólidos dispuestos.

Cuando se coteja el vertedero de la ciudad de Cantaura con un relleno sanitario, se pueden corroborar las diferentes deficiencias que presenta el mismo; Barrios y Saab (2010) comentan acerca del relleno sanitario utilizado por la comunidad que estudiaron, el relleno sanitario de Cerro de Piedra, el cual posee condiciones óptimas de ubicación fuera de la ciudad, posee la capacidad de albergar toneladas diarias de desechos. El relleno sanitario



posee material de corte abundante para ser utilizado como material de cobertura 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, en presencia de lluvias, 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. La profundidad del nivel freático del relleno es de 12m, y la dirección del viento es de Este a Oeste. Dentro de sus instalaciones se encuentran 340 recolectores que realizan por cuenta propia labores de segregación, clasificación y comercialización de los desechos sólidos. En comparación con estas características, es más que evidente que el vertedero de la ciudad de Cantaura, no es el más óptimo, y además presenta ciertos rasgos que implicarían un saneamiento ambiental de toda la zona.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

1. El método estadístico geométrico fue el que mejor se adaptó para poder estimar la población de la ciudad de Cantaura. La estimación de la población para el año 2020 fue de 62.697 habitantes.
  
2. La generación per cápita de desechos sólidos fue de 0,54 Kg/hab.día, mientras que la tasa de generación de desechos sólidos fue de 29.547,18 Kg/día. Los días en los que se genera mayor cantidad de desechos sólidos son los viernes y sábado, mientras que la menor generación ocurre los días domingo y lunes. El mayor desecho generado en la ciudad, son los desechos orgánicos, con el 60% del total de desechos producidos, mientras que los que menos que se generan son cartón y vidrio, con un 5% respecto al total.
  
3. Las bolsas plásticas son el medio más utilizado como almacenamiento temporal de los desechos sólidos. El 75% de la totalidad de la población goza del servicio de aseo urbano. El 80% de la población desconoce qué acciones se ejecutan a los desechos sólidos dispuestos. Un 34% de la población piensa que el servicio de aseo urbano es malo, mientras que solo un 10% expresa que es bueno. El 85% de la población desconoce la ubicación y el tipo de sitio donde se disponen finalmente los desechos sólidos.
  
4. El 100% de la población no tiene información, por parte de los entes municipales, acerca del reciclar, reusar y reducir. Los recipientes de disposición temporal para desechos sólidos de la Alcaldía, así como el camión recolector, y el vertedero municipal, no cumplen con lo estipulado en la Ordenanza Municipal.

## 5.2 Recomendaciones

1. Actualizar y crear un historial con los indicadores estadísticos de la generación de desechos sólidos de la población, tales como la generación per-cápita, que permitan una mejor planificación en materia de infraestructura y saneamiento urbano-ambiental, de modo tal que prevea colapsos en el sistema de saneamiento.
2. Realizar saneamiento y control de gestión en el vertedero de la ciudad, de manera tal que se brinde una mejor gestión en la disposición de los desechos, evitando la contaminación ambiental, y los daños a la salud pública.
3. Hacer cumplir el pago del servicio de aseo urbano, de modo tal que vayan acorde al servicio prestado, para así garantizar un mejor desempeño.
4. Incorporar más unidades de recolección de desechos sólidos, que cubran la totalidad de las rutas de la ciudad, con el fin de minimizar la quema de la basura, así como también la colocación de la misma en lugares no indicados.
5. Adquisición de nuevas unidades con compartimientos especiales para clasificar los desechos sólidos para su posterior reciclado.
6. Fortalecimiento de la participación política, social, y comunitaria en las campañas de reciclar, reusar y reducir, que conllevarán a una disminución de desechos sólidos generados.
7. Elaborar una campaña de concientización destinada a la comunidad con el fin de que tomen conciencia y coloquen la basura en los contenedores especificados para tal fin.
8. Difusión por medios de comunicación de los días de recolección de los desechos sólidos en la zona, así como también implementar campañas de divulgación de reciclaje.

9. Elaboración de un proyecto de ingeniería en el vertedero municipal, que involucre el estudio de impacto ambiental y sociocultural, así como también un plan de asfaltado de la carretera de acceso al vertedero.

10. Estudiar la idea de crear y promulgar una nueva ordenanza municipal en la ciudad de Cantaura, 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 desechos sólidos en la fuente, con la finalidad de promover la recuperación y reciclaje de los desechos sólidos no solo en el área en estudio sino también en el municipio completo.

## BIBLIOGRAFÍA

AGELVIS, R. Y NARANJO, H. (1994). "*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.

BARRADAS A. (2009). "*Gestión integral de residuos sólidos municipales*" Minatitlán, Veracruz, México.

BARRIOS J. Y SAAB F. (2010). "*Diagnóstico del sistema de recolección, manejo, y disposición de los desechos sólidos generados por las comunidades Boyacá IV y V, municipio Simón Rodríguez, estado Anzoátegui.*" Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. Barcelona, Venezuela.

CANTANHEDE, A. y colaboradores (2006). "*Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos*". (Revista en línea), volumen I (numero 1).

Disponible:

<http://www.journals.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13553>(Consulta: Febrero 2019).

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA. (CEPIS). "*Método Sencillo del Análisis de los Residuos Sólidos*". Disponible:

[www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html](http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html). [Consulta 2019, Junio 15].

COLOMER, F. y GALLARDO, A. (2007). "*Tratamiento y gestión de residuos sólidos*". Valencia, España, 320 p.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (1992). "*Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no*

*sean peligrosos*".Gaceta Oficial, núm. 4418 extraordinario, págs. 27-30. Caracas, Venezuela.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (2004). "*Ley de Residuos y Desechos Sólidos*". Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas.

FLORES, J. (2002) "*Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas.*" Perú. B - Municipalidad Distrital de Las Lomas, pp. 12-13.

Gerencia General de Estadísticas Demográficas. (2004). "*Gerencia de Censo de Población y Vivienda. "XIV Censo Nacional de Población y Vivienda Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Anzoátegui"*". Barcelona, Venezuela. Disponible: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/anzoategui.pdf>

GHANEM, A.(2003). "*Curso de Ingeniería Ambiental*". Curso didáctico, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz.

GONZÁLEZ L. (2002). "*Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable (Acueductos)*". Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela.

LATUFF, J. (2005). "*Evaluación de Oportunidades de Recuperación y Reciclaje para los Desechos Sólidos generados en la Ciudad de Maturín, Estado Monagas*". Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, Maturín, Venezuela.

LUZÓN, A. Y PÉREZ, J. (2010). "*Diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad de Boyacá III sector*

*oeste, municipio Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui*". Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela.

MARTINEZ, D. y HERRERA R. (2010). "Diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad "El Esfuerzo", municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui". Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela.

MONAGAS & RODRÍGUEZ. (2007). "*Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos generados por las comunidades de Boyacá I y II, Municipio Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui*". Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.

REYES, L. & MARTÍNEZ, W. (1993). "*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, Anzoátegui, Venezuela.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H Y VIGIL S. (1994). "*Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen I y Volumen II*". McGrawHill. España.

<http://cepis.org.pe/sobre-el-cepis/> Copyright © 2019 using Wordpress - Genesis -Dynamik - Moose Chat theme. June 15, 2019.

<https://tvstudioscantaura.wordpress.com/2013/02/18/cantaura-resumen-historico-dirigidos-a-ayudar-a-los-estudiantes-en-sus-investigaciones/> 18 de febrero de 2013.

[http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com\\_content&view=category&id=98&Itemid=51](http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=98&Itemid=51) [Instituto nacional de estadística, el sistema estadístico nacional y derivados]. 2011.

## HOJAS DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	“Evaluación del Sistema de Recolección y Disposición de los Desechos Sólidos de la Ciudad de Cantaura, Edo. Anzoátegui.”
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Jorge Francisco Pérez Maita	<b>CVLAC</b>	20.446.657
	<b>e-mail</b>	jorgefrancisco471@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

evaluación
sistema de recolección y disposición
desechos solidos
aseo urbano
generación per cápita
vertedero
basura
población



## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

### Resumen

El estudio estuvo basado principalmente en la evaluación del sistema actual de recolección y disposición final de los desechos sólidos que se generan en la ciudad de Cantaura. Constó de una investigación exploratoria y descriptiva, que buscó estimar la población de la ciudad, a través de métodos recomendados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), obteniendo seguidamente el estudio de la composición física de los desechos sólidos generados a diario en la comunidad. Para adquirir los datos se aplicaron la observación directa y encuestas estructuradas dirigidas a una muestra poblacional de 61 viviendas de la comunidad, lo que conllevó a tomar muestras en las viviendas, durante 7 días, para conocer la composición física de los desechos sólidos. Posteriormente, se realizaron observaciones al equipo y personal de recolección, así como al personal de aseo urbano, a los contenedores de disposición temporal, y al vertedero municipal. Se estimó que para el 2021 la población de la ciudad de Cantaura fue de 62.697 habitantes, de acuerdo a la aplicación del método estadístico geométrico, cuya generación per-cápita es de 0,54 kg/hab.día, reflejando que los desechos orgánicos son lo que mayormente se producen en la comunidad, y que tanto los recipientes de disposición temporal para desechos sólidos de la Alcaldía, así como el camión recolector, y el vertedero municipal, no cumplen con lo estipulado en la Ordenanza Municipal, ni con las normas sanitarias y ambientales vigentes. Por lo que se recomendó realizar saneamiento y control de gestión en el vertedero de la ciudad, incorporar más unidades de recolección de desechos sólidos, que cubran la totalidad de las rutas de la ciudad.

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Prof. Laurimar Rojas	ROL	CA		A	X	T	(x)	J			
		S				U		U			
	CVL AC	15.563.371									
	e-mail	laurimart@gmail.com									
	e-mail										
Prof. Elys Rondón	ROL	CA		A		T		J			
		S				U		U			
	CVL AC	8.440.241									
	e-mail	elysrondonn@gmail.com									
	e-mail										
Prof. Anabel González	ROL	CA		A		T		J			
		S				U		U			
	CVL AC	16.573.233									
	e-mail	anabelyoedelin@hotmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2020	11	16

Lenguaje: SPA

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6**

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
<b>Tesis-JorgeP.doc</b>	<b>Application/word</b>

Alcance:

Espacial:

UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

**Título o Grado asociado con el trabajo:****Ingeniero Civil****Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-grado****Área de Estudio:****Departamento de Ing. Civil****Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:****Universidad de Oriente**

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cautara, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolanos Cunele*

**JUAN A. BOLANOS CUNELE**  
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martínez*

FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

---

**Jorge Francisco Pérez Maita**

**AUTOR**

---

**Prof. Laurimar T. Rojas**

**TUTOR**