



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS, GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE
RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU.**

Hugo Webster Woc Hernández

Asesorado por la Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú

Guatemala, junio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS GENERADOS EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE
RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO WEBSTER WOC HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL INGA. MIRIAM PATRICIA RUBIO DE AKÚ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL 1º.	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL 2º.	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL 3º.	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL 4º.	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL 5º.	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

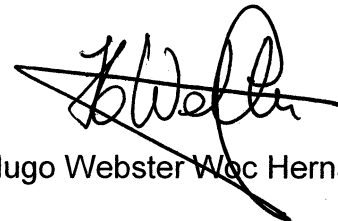
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS, GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE
RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha 04 de septiembre de 2009.



Hugo Webster Woc Hernández

Guatemala, Marzo de 2010

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad San Carlos de Guatemala

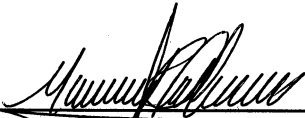
Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que he procedido a la revisión del trabajo de graduación titulado "PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU", presentado por el estudiante **Hugo Webster Woc Hernández** con carné No. **200412830** y después de realizado las correcciones pertinentes, considero que el mismo ya cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto hago de su conocimiento que en mi opinión, el mencionado trabajo reúne los requisitos necesarios para la aprobación final.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
Ingeniera Industrial
Colegiado 4074

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. No. 4074



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Webster Woc Hernández**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO NO. 6.182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

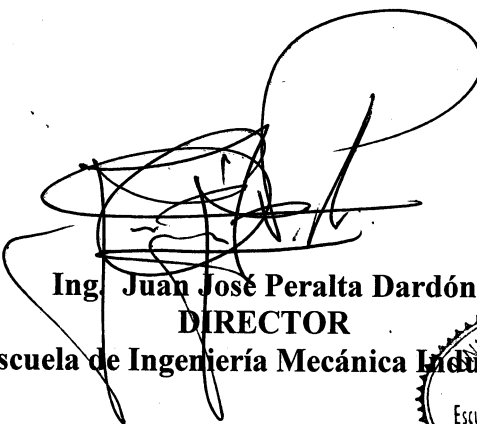
Guatemala, mayo de 2010.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Webster Woc Hernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Webster Woc Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Regios
Decano



Guatemala, junio de 2010.

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Inga. Miriam Patricia Rubio Por la asesoría al presente trabajo de graduación.

Lic. Mynor Amilcar Cordón Su valiosa ayuda fue muy importante para la culminación del presente trabajo de graduación.

Inga. Nora García Por su ayuda y apoyo moral.

Nelson Iván Canchán Por su colaboración y el apoyo que me brindó.

Todas las personas Que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Todopoderoso

Creador Supremo y luz en mi vida.

Mis padres

Carlos Humberto y Aura Marina
Con inmenso amor y en reconocimiento
a su esfuerzo y entrega.

Mis hermanos

Mirna Marilú y Hugo Winston
Por su incondicional apoyo y cariño.

Mis sobrinas

Karla Paola y Melanie Fernanda
Gracias por darme fuerzas a seguir
adelante.

Toda mi familia

Para que los lazos de amor fraternal
nos siga uniendo; gracias por su apoyo.

Mis amigos

Por su apoyo y amistad sin límite.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
SUMMARY	XII
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Municipalidad de Retalhuleu	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Ubicación	2
1.1.3 Misión.....	3
1.1.4 Visión	3
1.1.5 Valores	4
1.1.6 Organigrama	6
1.2 Desechos sólidos.....	7
1.3 Clasificación de los desechos sólidos	7
1.3.1 Por su composición	7
1.3.1.1 Orgánico	7
1.3.1.2 Inorgánicos	8
1.3.2 Por el lugar donde son generados.....	8
1.3.2.1 Residenciales	8
1.3.2.2 Comerciales e industriales	8
1.3.2.3 Lugares públicos.....	9
1.3.2.4 Hospitalarios	9
1.4 Propiedades de los desechos sólidos	9

1.4.1	Físicas	10
1.4.2	Químicas	10
1.4.3	Biológicas	12
1.5	Determinación de las propiedades de los desechos sólidos urbanos ..	12
1.5.1	Composición de los desechos sólidos	15
1.5.2	Cálculo de la tasa de generación.	19
1.5.3	Condiciones de higiene y seguridad a considerar	22
1.6	Manejo de los desechos sólidos urbanos	23
1.6.1	Incineración	25
1.6.2	Compostaje	26
1.6.3	Reciclaje	28
1.6.4	Relleno Sanitario	29
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ...	33
2.1	Situación geográfica e indicadores para el municipio	33
2.1.1	Ubicación geográfica	33
2.1.2	Características físicas.....	34
2.2	Características propias del municipio	36
2.2.1	Población.....	36
2.3	Cantidad de desechos sólidos generados en Retalhuleu	37
2.4	Agentes generadores de desechos sólidos	37
2.4.1	Residuos domésticos.....	38
2.4.2	Residuos comerciales.....	38
2.4.3	Residuos hospitalarios.....	39
2.4.4	Residuos institucionales	39
2.4.5	Residuos animales	39
2.5	Tipos de desechos generados en Retalhuleu.....	39
2.5.1	Según su clase	40
2.5.1.1	Materia orgánica.....	40
2.5.1.2	Desechos de jardín	41

2.5.1.3	Plásticos	41
2.5.1.4	Papel	42
2.5.1.5	Cartón.....	43
2.5.1.6	Tela	44
2.5.1.7	Vidrio	45
2.5.1.8	Cuero.....	46
2.5.1.9	Metales	47
2.5.1.10	Madera.....	48
2.6	Proceso de los desechos sólidos	49
2.6.1	Traslado a botadero municipal	49
2.6.2	Limpieza de basureros clandestinos	49
2.7	Disposición final que se le da a los desechos sólidos	50
2.7.1	Incineración.....	50
2.7.2	Venta.....	50
2.7.3	Relleno sanitario	51
2.8	Estrategias comúnmente utilizadas.....	52
2.8.1	Programas de extensión.....	52
2.8.2	Programas escolares	53
2.8.3	Medios de comunicación (Televisión y radio)	54
3.	PROPUESTA DEL NUEVO PROGRAMA PARA EL CONTROL DE LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS.....	55
3.1	Disposiciones generales.....	56
3.1.1	Objetivo.....	56
3.1.2	Principios y criterios básicos	57
3.1.3.	Ámbito.....	57
3.1.3.1	De aplicación.....	57
3.1.3.1.1	Al municipio	57
3.1.3.2	De competencia	58
3.1.3.2.1	A la municipalidad	58

3.1.4.	De las definiciones y terminología.....	58
3.2.	Servicios de desechos sólidos	63
3.2.1.	Almacenamiento.....	63
3.2.1.1.	Requisitos	63
3.2.1.1.1	Residenciales	63
3.2.1.1.2	Edificaciones	64
3.2.1.1.3	Estaciones de servicio	64
3.2.1.1.4	Empresas avícolas	64
3.2.1.1.5	Plantas de producción	65
3.2.1.2	Obligaciones	65
3.2.1.2.1	Hospitales.....	65
3.2.1.2.2	Personas (públicas y privadas).....	66
3.2.1.2.3	Comercios	67
3.2.1.2.4	Áreas públicas	67
3.2.1.2.5	Negocios de neumáticos	67
3.2.1.2.6	Lugares para eventos	68
3.2.1.2.7	Industrias.....	68
3.2.1.2.8	Vehículos.....	68
3.2.1.3.	Disponibilidad.....	68
3.2.1.3.1	De la municipalidad	69
3.2.2.	Recolección y transporte especial.....	69
3.2.2.1	Calles y avenidas.....	74
3.2.2.2	Mercados e industrias	74
3.2.2.3	Empresas pecuarias	74
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	75
4.1	Recolección de desechos sólidos comunes.....	75
4.1.1	Métodos a implementar	76
4.1.1.2	De parada fija.....	76
4.1.1.3	Indirecto	76

4.1.1.3	Directo	77
4.1.1.4	En punto fijo.....	77
4.1.1.5	En vertedero	77
4.1.1.6	Con tratamiento reciclaje	77
4.1.1.7	En centro de acopio	78
4.2	Recolección de desechos reciclables y reutilizables	78
4.2.1	Determinación del mejor método.....	80
4.2.1.1	Objetivos.....	80
4.2.1.2	Equipo para funcionamiento	81
4.2.1.3	Funcionamiento	83
4.3	Recolección de desechos orgánicos.....	88
4.3.1	Proceso de recolección de los desechos orgánicos	100
4.3.1.1	Objetivo	100
4.3.1.2	Equipo y aparatos.....	101
4.3.1.3	Procedimiento.....	101
5.	RESULTADO Y VERIFICACIÓN.....	105
5.1	Estaciones o plantas de transferencia	105
5.1.1	Condiciones.....	105
5.2	Tratamientos	106
5.2.1	Desechos sólidos especiales	107
5.2.1.1	Centros de recuperación	107
5.2.2	Criterios de diseño de ubicación	108
5.2.2.1	Criterios de operación	109
5.3	Contaminación por desechos sólidos	111
5.3.1	Prohibiciones generales.....	112
5.4	Disposiciones administrativas	115
5.4.1	Medios de régimen de sanciones	115
5.4.1.1	Fallas graves.....	116
5.4.1.2	Circunstancias agravantes	117

5.4.1.3 Circunstancias atenuantes	118
5.4.2 Aspectos económicos y financieros	119
5.4.2.1 Asignación de presupuesto de operación	119
5.4.2.2 Costos de operación	120
5.4.3 Disposiciones finales	122
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de la municipalidad de Retalhuleu.....	6
2. Ubicación Geográfica Municipio de Retalhuleu	33
3. Materia orgánica en basureros del municipio de Retalhuleu	41
4. Restos de papel en basureros del municipio de Retalhuleu	42
5. Restos de cartón en basureros del municipio de Retalhuleu	43
6. Residuos de tela en basureros del municipio de Retalhuleu	44
7. Residuos de vidrio en basureros del municipio de Retalhuleu	45
8. Residuos de cuero en basureros del municipio de Retalhuleu	46
9. Residuos de metales en basureros del municipio de Retalhuleu	47
10. Residuos de madera en basureros del municipio de Retalhuleu.....	48
11. Diseño de bodega de centro de acopio.....	87
12. Diseño de estantes para productos reciclables	87
13. Dimensiones de los contenedores	92
14. Área de recolección si los contenedores están ubicados en calle transitada	99
15. Área de recolección si los contenedores están ubicados al final de una calle	100

TABLAS

I. Distribución porcentual típica de los desechos sólidos domésticos en países con ingresos per cápita altos, medios y bajo	15
II. Cantidad de desechos reciclables generados	84
III. Cantidad de desechos por escuela	84
IV. Cuadro de tarifas propuestas	120

GLOSARIO

- Basura** Es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. La basura es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado. No necesariamente debe ser odorífica, repugnante e indeseable; eso depende del origen y composición de ésta.
- Biodegradable:** Propiedad de toda materia de tipo orgánico para ser metabolizada por medios biológicos.
- Centro de acopio** Es el lugar en donde se reciben y compran los diferentes materiales que pueden ser reciclables.
- Compost** Es la materia resultante de la oxidación o biodegradación de los residuos orgánicos en un proceso controlado de oxigenación por volteo periódico.
- Concienciar** Es un verbo que se aplica con el significado de tomar conciencia, hacer que alguien sea consciente de algo
- Contenedor** Recipiente de gran capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado, utilizado para el almacenamiento de desechos sólidos generados en lugares de gran concentración, que presentan difícil acceso o bien en aquellas zonas donde por su capacidad es requerido.

Degradación	Acción de hacer perder una cualidad o un estado característicos
Desecho sólido	Cuerpo, con forma y volumen constante, que presenta resistencia a la separación y que no sirve.
Lixiviado	Líquido contaminante que resulta de la percolación a través de drenado de un estrato de desecho sólido y que contiene materiales miscibles saludables, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desecho
Relleno sanitario	Método de disposición final de desechos sólidos en el suelo, que consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más pequeño, cubrirlos diariamente con tierra u otro material de relleno, sobre una base previamente acondicionada e impermealizada con drenajes para control de líquidos lixiviales y tubería para el control de gases.

RESUMEN

Uno de los problemas más grandes que enfrenta el municipio de Retalhuleu, del departamento de Retalhuleu, no es la generación de desechos, sino la forma como se eliminan, lo cual contribuye a la contaminación del medio ambiente.

A ningún ciudadano, sin importar su condición socioeconómica, nadie escapa del problema de los desechos sólidos, ya que están presentes en toda actividad diaria humana, ya sea en el hogar, oficina, mercado, escuela, centro de diversión o en los propios cementerios. La contaminación por la acumulación de desechos sólidos cada vez es más evidente, debido al aumento desmedido de la población en municipios de rápido crecimiento como Retalhuleu.

Los desechos que más se generan son la materia orgánica con un 50%, es decir, los desechos de los hogares, los desechos de jardín que alcanzan el 28%, mientras que los materiales reciclables y/o reutilizables presentan el 22%.

El problema de la producción excesiva de desechos, radica en el consumismo, ya que somos un país en vías de desarrollo y consumimos más de lo que producimos. La globalización industrial también afecta debido a que los grandes productores, con el objeto de vender el excedente de sus productos, se abren mercado en el extranjero, encontrado receptores como Guatemala y la mayoría de países latinoamericanos.

Debe tenerse claro que el manejo adecuado de los desechos sólidos es un aspecto de cultura que debe inculcarse en la población infantil.

SUMMARY

One of the greatest problems that Retalhuleu Town County, department of Retalhuleu faces is not the generation of waste, but the method of elimination used which contributes to the contamination of the environment.

No matter the socioeconomic condition of the citizens in this department, they are all victims of these solid wastes problem located at their houses, offices, markets, schools, or also in the cemeteries. The contamination caused by the accumulation of solid wastes is more evident every day due to the uncontrollable increase of the fast growth population in county such as Retalhuleu.

The organic waste is the most remarkable waste generator with a 50% of the total. These include the waste from the houses such as garden waste representing a 28% and the recyclable or re-usable materials that complete the representing 22%.

The problem of the excessive production of waste is mainly because by the consumption; since as a developing country the consumption is greater than the production. Guatemala is a country in that has been affected, like other Latin American countries, by the industrial globalization by buying the surplus products of big industries.

It must be known clearly that the suitable handling of solid wastes is a culture aspect that must be taught to the young population.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un programa para el manejo de los desechos sólidos generados en el área urbana del municipio de Retalhuleu del departamento de Retalhuleu.

Específicos:

1. Determinar las causas que originan los excesos de desechos sólidos.
2. Mejorar el sistema de recolección y transporte de la basura domiciliar y pública en la ciudad.
3. Establecer un plan de limpieza en las calles de la ciudad.
4. Proponer mejoras en el tratamiento de los desechos sólidos para propiciar un mejor ambiente para los habitantes del municipio.
5. Eliminar basureros clandestinos de la ciudad.
6. Dar a conocer la importancia del buen manejo de desechos sólidos.
7. Analizar el sistema de limpieza del municipio de Retalhuleu.

INTRODUCCIÓN

El tema de los desechos sólidos es sumamente importante debido a que es un problema que afecta fuertemente a nuestro país y en el mundo entero, por lo que debe ser estudiado y analizado, ya que este afecta las condiciones estéticas, económicas y sanitarias de la ciudad, propiciando un medio ambiente inadecuado para la población, por lo que se recomienda buscar soluciones para el manejo de los desechos que realmente ayuden a proporcionar un ambiente agradable para la ciudad.

Para encontrar una solución acerca de la problemática que los desechos sólidos generan, es necesario hacer un análisis del lugar y de la población del cual provienen, ya que estudiando las características sociales, culturales y económicas, podemos desarrollar propuestas que sean de gran ayuda a la población y permitir alcanzar una solución adecuada para los ciudadanos.

De esa forma nace el deseo de proporcionar una propuesta de un programa para el manejo de desechos sólidos producidos en el municipio de Retalhuleu, los cuales repercuten notablemente en el deterioro del entorno ecológico y las condiciones de vida de los habitantes de este municipio.

Es necesario mencionar que el municipio de Retalhuleu cuenta con una población de 70,470 habitantes. Cuenta con 5 aldeas 27 caseríos, 4 labores, 7 Parcelamientos, 55 fincas y 70 haciendas. De conformidad con el Artículo 7mo del Decreto núm. 583 del presidente de la República ley preliminar de urbanismo, se declaran área de influencia urbana de la ciudad de Retalhuleu la delimitada consigue al norte hasta el límite con los municipio de San Sebastián

y Nuevo San Carlos, al sur hasta finca La Pradera, La Cuchilla y aldea La Guitarra al poniente todo el recorrido del río Ocosito y al oriente finca Las Delicias y río Samalá. Actualmente Retalhuleu cuenta con 6 zonas.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Municipalidad de Retalhuleu

La municipalidad del municipio presta los servicios de energía eléctrica, agua potable, drenajes y servicios de limpieza. Ubicado entre la 5a y la 6a Calle de la Zona 1, a la par del Museo Arqueológico.

1.1.1 Historia

Una de las etimologías podría ser que Retalhuleu significa señal de hoyos en la tierra, de retal señal y huleu hoyo de tierra, sincopadas hul y uleu. Empero, es el caso de que la “h”, no se le da aquí su pronunciación de la “j” fuerte, siendo que emiten aspirada como si estuviese escrita con u nada más, es decir, uleu, por consiguiente, con los elementos quichés enunciados, sería señal de la tierra.

Existe también la leyenda, bastante generalizada por cierto, pero sin confirmación histórica que se sepa, que habiendo solicitado los indígenas al conquistador de Guatemala don Pedro de Alvarado, que delimitarse sus tierras, éste se situó en una eminencia, requirió su espada y con la misma trazó una señal en el aire para dividir así las tierras Empero durante el período hispánico, es sabido que Retalhuleu formaba parte del Corregimiento de Suchitepéquez.

La leyenda indica, desde por lo menos a fines del siglo pasado según se tiene conocimiento, se manifestó figuras en los títulos de Quetzaltenango y San Martín Chile Verde (hoy San Martín Sacatepéquez que), aunque sin especificar

los títulos, según los cuales se ha dicho que Alvarado señaló a la derecha todo el territorio Mam y a la izquierda el Quiché, cuyo límite quedó justamente en el río Nil, cerca de la actual cabecera departamental de Retalhuleu.

Dícese que Retalhuleu quiere decir fin de la Tierra, y lo cierto es que es el fin de la tierra caminando o considerándola de oriente a poniente, porque hacia este rumbo es el pueblo último y da con el mar del Sur. En la antigüedad los pueblos de Santa Catalina y San Antonio Retalhuleu, eran dos pueblos que sólo los dividía una calle: era el lugar de mayor comercio de la provincia, por ser tránsito para las de Soconusco y Tehuantepeque.

Al transcurrir el tiempo, Santa Catalina Sacatepéquez y San Antonio Retalhuleu se funcionaron los dos pueblos, formando lo que hoy es la cabecera de Retalhuleu. Fecha en que fue proclamado Departamento: Por Decreto 194 del 16 de octubre de 1877, se segregó del departamento de Suchitepéquez el territorio para formar el de Retalhuleu.

“Considerando: Que con motivo del incremento que han formado en los últimos años del comercio y la cultura del departamento de Suchitepéquez, se hace difícil su administración y demás circunstancias, está llamada a ser el centro administrativo de las poblaciones que le son inmediatas; Decreto: Artículo 1º. Se establece un nuevo departamento que se denominará de Retalhuleu, cuya cabecera será la Villa de este nombre.

1.1.2 Ubicación

El municipio de Retalhuleu se ubica en latitud: 1432`07" y longitud: 9140`42". La altura sobre el nivel del mar de 239.39 metros. Clima cálido. Idiomas que se hablan: español, quiché y kakchiquel.

El Departamento de Retalhuleu se encuentra situado en la región Sur Occidental de Guatemala. Limita al norte con Quetzaltenango, al sur con el Océano Pacífico, al este con Suchitepéquez; y al oeste San Marcos y Quetzaltenango. La cabecera departamental se encuentra a una distancia de 190 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala. Retalhuleu posee un clima cálido todo el año, ya que sus temperaturas van de los 22 a los 34 °C.

La municipalidad del municipio de Retalhuleu se encuentra ubicada en el centro de la zona 1, a un costado del parque central el cual cuenta con la iglesia Católica del municipio.

Recientemente, la municipalidad fue remodelada debido a que en el año 2007 cuando era presidiada por la Alcaldesa Marilú Hidalgo, fue víctima de un incendio, lo cual hasta la fecha no se tiene el dato exacto de lo que produjo tan grave accidente.

1.1.3 Misión

Brindar servicios públicos de calidad, generar la participación ciudadana y contribuir a un desarrollo integral social, económico y ambiental para satisfacer las necesidades actuales de la población del Departamento de Retalhuleu.

1.1.4 Visión

Una Municipalidad que garantice la transparencia, eficiencia, responsabilidad, eficacia, calidad en su gestión y con compromiso a los

intereses y necesidades de la población, brindándoles servicios que se encaminen a un desarrollo sostenible humano y ambiental.

1.1.5 Valores

Los principios y valores que posee la Municipalidad de Retalhuleu son el bien común, la responsabilidad, transparencia y la excelencia en el trabajo que a continuación se describen.

a) El bien común

Las Autoridades y los Servidores de la Municipalidad tienen como la más alta prioridad de sus acciones lograr el bienestar permanente de la población que habita en el municipio.

b) La responsabilidad

Las Autoridades Edilicias y Servidores de la Municipalidad tienen la autoridad necesaria para realizar su trabajo y cumplir con sus funciones en beneficio de la comunidad, en concordancia con los valores de bien común y la gestión democrática, de acción participativa y solidaria, en tal sentido cada uno debe responder por sus actos y asumir la responsabilidad que corresponda de acuerdo con su competencia en la organización municipal.

c) Transparencia

Las Autoridades Edilicias y Servidores de la Municipalidad, realizan su acción utilizando las mejores prácticas y herramientas científicas de planificación, administración, de gestión y control; a fin de lograr un uso racional

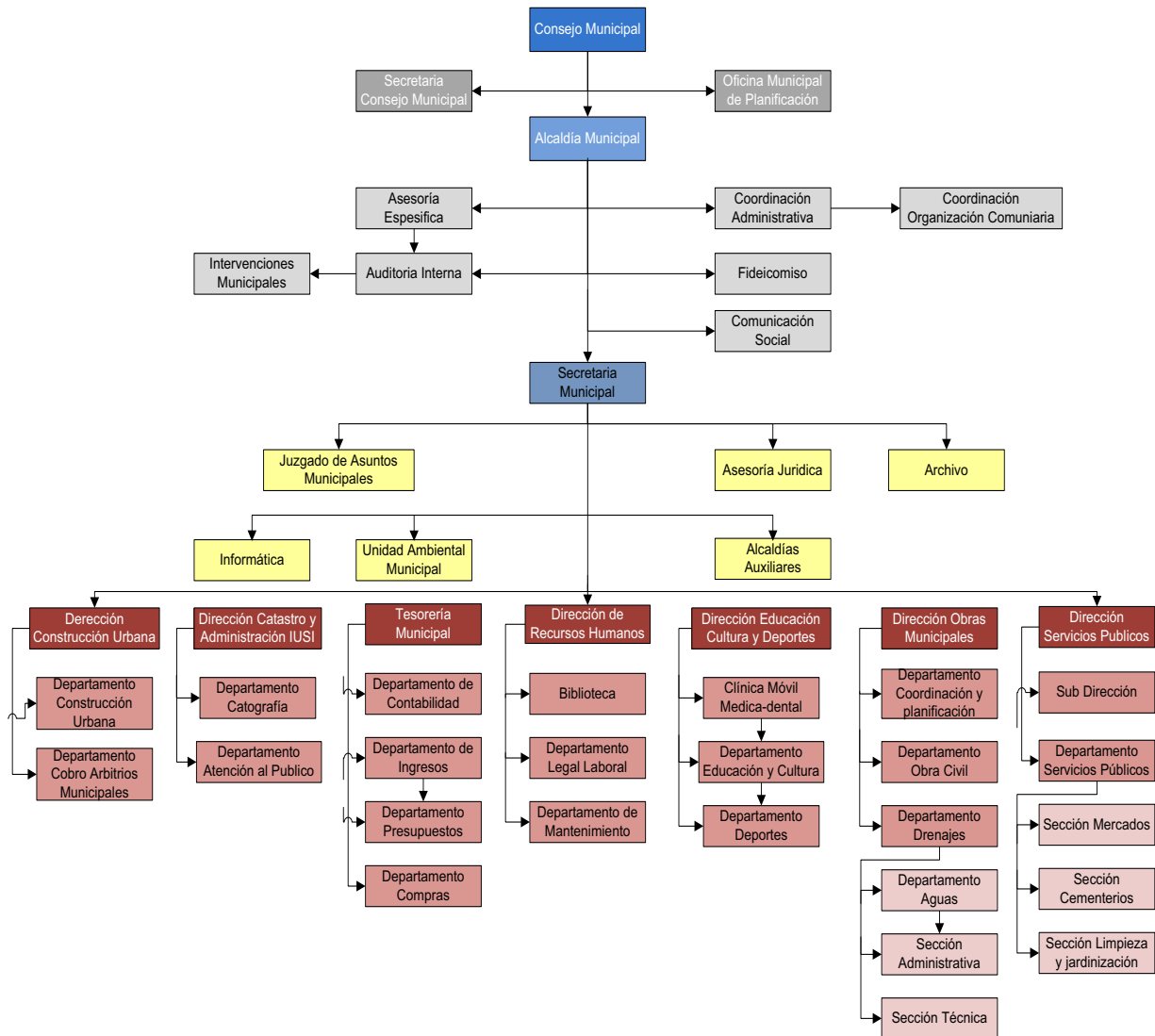
y transparente de los recursos municipales, obligándose a dar cuenta a la población del resultado de su gestión.

d) La excelencia en el trabajo

Las Autoridades Edilicias y Servidores de la Municipalidad promueven y desarrollan sus acciones con miras al logro de la excelencia en la calidad del servicio a los vecinos de la ciudad.

1.1.6 Organigrama

Figura 1. Organigrama de la municipalidad de Retalhuleu



Fuente: Propia

1.2 Desechos sólidos

Existe coincidencia entre algunos autores en la forma como se definen los desechos sólidos como “todos los residuos que surgen de las actividades animales y humanas, que son normalmente sólidos y que son desechables como inútiles o superfluos”.

1.3 Clasificación de los desechos sólidos

Al margen de las definiciones anteriores, para lograr definir los desechos sólidos de una forma precisa, parece que lo más importante es hacer una clasificación de estos, para así identificar sus características principales y conocer de qué clase de desechos se trata.

1.3.1 Por su composición

Los desechos sólidos se clasifican por su composición química en desechos orgánicos (combustibles) y desechos (incombustibles).

1.3.1.1 Orgánicos

A este desecho se le designa como basura húmeda, por estar compuesto de desechos, que son susceptibles de sufrir una descomposición biológica, es decir que se biodegradan. Estos son generados en zonas residenciales y establecimientos comerciales que tienen características similares entre estos tenemos: desechos de comida, papel, plásticos, cartón, desechos de jardín, textiles, madera y cuero.

1.3.1.2 Inorgánicos

Se le conoce también como basura seca; el cambio que podría sufrir biológicamente llevara mucho tiempo, quizás algunos cientos de años. Entre estos tenemos: vidrios, cerámicos, latas, aluminio y metales féreos.

1.3.2 Por el lugar donde son generados

Por la fuente de la que provienen, los desechos sólidos se pueden clasificar en desechos residenciales, comerciales e industriales, lugares públicos y hospitalarios.

1.3.2.1 Residenciales

Aquel que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar a éstas.

1.3.2.2 Comerciales e industriales

Desecho sólido industrial es aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción. Son los que se generan en los procesos de manufactura o transformación de materias primas.

Desecho sólido comercial es aquel que es generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros.

1.3.2.3 Lugares públicos

Desechos sólidos de barrido de calles son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otras: basuras arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, desechos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores.

Desechos sólidos de limpieza de parques y jardines: Es aquel originado por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas.

1.3.2.4 Hospitalarios

Son aquellos elementos, sustancias o materiales que se generan como resultado de las distintas actividades desarrolladas en un establecimiento hospitalario y/o en establecimientos que generan residuos similares, los cuales son desechados al perder utilidad o por el riesgo que representan para la salud ya que pueden tener características que los hagan infectocontagiosos, tóxicos o radioactivos. Entre estos tenemos agujas, gasas, telas u otros que, independientemente de su origen (orgánico o inorgánico), se consideran como desechos peligrosos.

1.4 Propiedades de los desechos sólidos

Para poder diseñar y poner en práctica un estudio sobre el manejo de los desechos sólidos en un área determinada es necesario conocer las características de estos desechos que pueden ser útiles en el transcurso del

estudio. Las propiedades de los desechos sólidos se en dividen en propiedades físicas, químicas y biológicas.

1.4.1 Físicas

Las propiedades físicas más importantes de los desechos sólidos son el peso específico, el contenido de humedad, el tamaño de la partícula y la distribución del tamaño.

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen. Como esta propiedad varia según el grado de compactación de los desechos debe tomarse en cuenta este indicador al momento de analizar los datos.

Esta propiedad es importante para determinar las necesidades de espacio en el transporte y almacenaje de los desechos. En nuestro medio se utiliza como unidad para el peso específico las libras por centímetro cúbico (lb/cm^3). El contenido de humedad de los desechos sólidos se puede expresar de dos formas.

1.4.2 Químicas

Las propiedades químicas de los desechos sólidos urbanos son importantes para determinar las opciones más viables de procesamiento y recuperación. Estas propiedades son especialmente importantes para hacer el análisis de factibilidad de incinerar los desechos. En el caso de uso de los desechos como combustible, las propiedades por analizar son principalmente:

- Análisis físico que incluye ensayos de humedad, materia volátil combustible, carbono fijo y ceniza.
- Punto de fusión de las cenizas que es el análisis de la temperatura a la cual la ceniza se transforma en sólido.
- Análisis elemental de los componentes de los desechos sólidos. Este implica la determinación del porcentaje de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y ceniza que compone a los mismos. Se puede encontrar en tablas para cada tipo de componente, pero estas propiedades varían para aplicaciones en países y regiones con características diferentes, sobre todo en el caso de los desechos orgánicos, ya que al variar la composición de estos (lo cual se da al variar las costumbres y condiciones económicas) varía su composición elemental. En el caso de desechos de papel, cartón, aluminio, vidrio y otros. Su composición es similar por ser los procesos de fabricación muy similares.
- Contenido energético de los componentes de los desechos sólidos que es la cantidad de calor generada por la combustión de 1 Kg. de basura mixta. Este se puede determinar de tres formas. Utilizando una caldera a escala real como calorímetro. Utilizando una bomba calorimétrica de laboratorio. Por cálculo si se conoce la composición elemental. El método más utilizado, por la dificultad de instrumentar una caldera a escala real y por la dificultad para conocer con certeza la composición elemental de los desechos, es la utilización de una bomba calorimétrica y por ello casi todos los datos disponibles están basados en ensayos de este tipo.

1.4.3 Biológicas

La fracción orgánica de los desechos sólidos urbanos, excluyendo el cuero, la goma y el plástico, pueden ser clasificado de la siguiente forma:

- Constituyentes solubles en agua.
- Hemicelulosa.
- Celulosa.
- Grasas aceites y ceras.
- Lignina y lignocelulosa.
- Proteínas.

Casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. La producción de olores y moscas también está relacionada con la naturaleza putre factible de los desechos sólidos de tipo orgánico.

1.5 Determinación de las propiedades de los desechos sólidos urbanos

Antes de realizar el diseño e implementación de un sistema para el manejo de desechos sólidos para una ciudad o una región determinada, es primordial conocer en forma detallada las propiedades que tienen los desechos sólidos generados específicamente en una región en su conjunto y de forma específica en ciertas áreas de la misma. Esto es necesario porque esta composición constituye una información valiosa en el diseño de sistemas de recolección, plantas de tratamiento, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia; de la misma manera determina las necesidades de equipo, materiales, máquinas, personal y otros recursos.

Estas propiedades importantes incluye: la tasa de generación, la tipología y composición porcentual de los desechos sólidos y su peso específico; conociendo estas propiedades y sus variaciones a través del tiempo es posible iniciar con el diseño de sistemas de gestión de desechos sólidos con la certeza de que están siendo diseñados para lo que en verdad van a ser utilizados.

Hay conciencia en que las cantidades generadas de desechos sólidos urbanos deben expresarse en función de su peso; esto con la finalidad de evitar las diferencias en volumen por los grados de compresión de los desechos. Se recomienda expresar la tasa de generación de acuerdo a la fuente de la que proceden los desechos estudiados. Para el caso de los desechos sólidos domésticos, tomando en cuenta su relativa estabilidad, se recomienda expresar su tasa de generación en Kg. /hab./día; a menos que la composición de los desechos varía en forma significativa con relación a la generación media de desechos sólidos típicos en la región de estudio.

Para los desechos sólidos comerciales se pueden utilizar en ciertos casos la misma unidad que para los desechos domésticos, aunque cuando es necesario determinar con certeza los desechos que generan establecimientos comerciales es recomendable utilizar un indicador basado en la actividad comercial de la empresa, como Kg./unidad _ vendida, Kg./Q_vendidos o Kg./No._de _ clientes. La tasa de generación para los desechos sólidos industriales se debe indicar respecto a la producción en planta, es decir, en Kg./unidad_de_producción, así se pueden establecer estándares por actividad productiva, ya que no se puede generalizar la generación de desechos industriales dado que cada proceso productivo genera desechos con características diferentes. De una manera similar se puede trabajar la tasa de generación de desechos sólidos agrícolas; expresada en función de alguna medida de producción, como podría ser los Kg./tonelada_de_producción.

Para el caso de los desechos sólidos urbanos de tipo doméstico, estos tienen características diferentes para cada lugar de estudio, sean países, regiones, ciudades, colonias e incluso residencias individuales. Las propiedades distintas se explican por factores de diversa índole, destacando los: geográficos, climatológicos, culturales, económicos, educativos y otros. En la tabla III se observa la variación en la composición porcentual de los desechos urbanos domésticos en 1990 para países con un ingreso per cápita anual alto (mayor de US\$5000.00), para países con un ingreso medio (entre US\$750.00 y US\$5000.00) y para países con ingreso per cápita bajo (menor de US\$750.00). En un país con las características de Guatemala, en el que se dan grandes diferencias culturales y económicas entre ciudades y dentro de las mismas, sería probable que existieran diferencias incluso entre colonias.

En el caso de Guatemala se tienen algunos datos publicados en el Análisis Sectorial de Desechos Sólidos 1995, basándose en un estudio realizado por OPS en varias ciudades del interior de la República, estos sugieren una tasa de generación de desechos sólidos domiciliarios en la ciudad capital de 0.542 Kg. por habitante por día, igualmente se tiene un dato de 0.157 Kg. /hab./día de desechos sólidos en vías y áreas públicas. Según este mismo documento se estima la producción de desechos sólidos en las ciudades del interior de la República en alrededor de 0.5 Kg./hab./día (incluida la basura de barridos de calles, áreas públicas y mercados).

Tabla I. Distribución porcentual típica de los desechos sólidos domésticos en países con ingresos per cápita altos, medios y bajo

COMPONENTE	PAÍSES DE BAJOS INGRESOS.	PAÍSES DE MEDIOS INGRESOS.	PAÍSES DE ALTOS INGRESOS.
Residuos de comida	40 – 85	20 – 65	6 – 30
Papel	1 – 10	8 – 30	20 – 45
Cartón			5 – 15
Plásticos	1 – 5	2 – 6	2 – 8
Textiles	1 – 5	2 – 10	2 – 6
Goma			0 – 2
Cuero	1 – 5	1 – 4	0 – 2
Residuos de jardín	1 – 5	1 – 10	10 – 20
Madera			1 – 4
Vidrio	1 – 10	1 – 10	4 – 12
Latas de hojalata			2 – 8
Aluminio	1 – 5	1 – 5	0 – 1
Otros metales			1 – 4
Suciedad, ceniza, etc.	1 – 4	1 – 30	0 – 10

Fuente: George, Tchobanoglous, **Gestión integral de residuos sólidos**. Pág. 58.

1.5.1 Composición de los desechos sólidos

La composición de los desechos sólidos urbanos se puede determinar por medio de un estudio de caracterización de desechos, cuyo objetivo es

determinar: fuentes, características y cantidades de desechos sólidos generados.

Por el procedimiento de análisis que conlleva una caracterización de desechos es difícil llevarla a cabo, ya que el gran número de fuentes y el número limitado de muestras que se pueden tomar, obligan que el diseño del muestreo sea muy cuidadoso, a manera que el estudio sea lo suficientemente representativo. Los pasos recomendados para llevar a cabo un estudio de caracterización de desechos sólidos son:

- 1) Recoger información existente. Esto es importante, porque puede dar bases para posteriores etapas del estudio y tiene la característica de ahorrar recursos y tiempo. Destacan como fuentes de información:
 - a) Estudios anteriores sobre gestión y planificación de desechos sólidos.
 - b) Archivos de instalaciones de procesamiento.
 - c) Estudios sobre evacuación de desechos.
 - d) Información de comunidades similares.
 - e) Empresas de servicios públicos.
 - f) Archivos de compañías de recolección de desechos.

- 2) Identificar las fuentes de generación de desechos y las características a estudiar en los desechos.
 - a) Fuentes: Domésticos, comerciales, industriales, institucionales, construcción y demolición, agrícolas servicios municipales, plantas de tratamiento.
 - b) Desarrollar categoría de desechos. Dependiendo de las necesidades de información existentes, se debe determinar las categorías más utilizadas en estudios de caracterización de desechos domésticos.

- 3) Desarrollar metodologías de muestreo.
 - a) Identificación y caracterización de muestras: fuentes, tamaño de la muestra, número de muestras necesarias para la relevancia estadística.
 - b) Duración del período del muestreo. Es de vital importancia conocer que intervalo de tiempo se va a estudiar, esto se define tomando en cuenta los fines de la investigación.
 - c) Época del año. Para obtener datos representativos se debe elegir una época del año que sea representativa o similar a lo que se va a presentar en la mayor parte del año.

- 4) Realizar el estudio de campo. Esta es la parte más importante del trabajo, ya que de nada sirve realizar un diseño cuidadoso y teóricamente correcto, si no se vela porque el estudio cumpla con las características que se plantearon anteriormente. Se debe cuidar la toma de las muestras en cuanto a tamaño e integridad, veracidad de las mediciones y validez de los resultados.

- 5) Valorar los factores que afectan los resultados. En caso de que existan ciertos eventos que se consideren extraños dentro de los resultados del estudio, se debe efectuar el análisis de factores que pueda originar estos eventos.

Algo importante a considerar es que por la naturaleza heterogénea de los desechos sólidos, la determinación de la composición no es una tarea fácil. De hecho, los procedimientos estadísticos aplicados de una forma estricta no son fácilmente aplicables si no imposibles de aplicar. Lo que es recomendable es

usar procedimientos de campo generalizados, que basados en el sentido común y las técnicas de muestreo al azar, se desarrollen para determinar la composición. En caso que se tenga la necesidad de dar datos específicos para un determinado sector de estudio se debe buscar que las muestras tomadas sean representativas de ese sector.

Un muestreo doméstico representativo podría ser la carga de un camión que procede de una ruta típica de recolección, un día laborable en una zona residencial. Igualmente lo puede ser el análisis de los desechos generados en un número lo suficientemente grande de residencias aleatoriamente seleccionadas. Podría ser representativo igualmente un muestreo del foso de almacenamiento de una incineradora, del foso de descarga de una trituradora, o también un muestreo totalmente aleatorio tomado en un vertedero de desechos.

Para asegurar la integridad y la representatividad de los datos obtenidos, el muestreo examinado debe ser suficientemente grande. Experimentalmente se ha demostrado que las medidas hechas a partir de una muestra de unos 90 Kg. no varían significativamente en cuanto a una exactitud respecto a muestras de hasta 770 Kg. sacados de la misma carga de desechos. Algo importante es no afectar la integridad del desecho muestreado sin importar el olor o el grado de descomposición que este tenga. Solamente así se puede mantener algún grado de azar y una muestra imparcial. Una medida recomendable es obtener la muestra, tomando una porción representativa de una muestra mayor, para aumentar el grado de aleatoriedad deseado. Para estudiar los desechos sólidos industriales y comerciales se deben muestrear los desechos sólidos en origen y no de una carga mezclada en un vehículo de recolección. En este caso, por la heterogeneidad de la información se hace complicado obtener una muestra estadísticamente válida, por lo que el diseño de estos estudios se basa en la experiencia y el sentido común del realizador.

1.5.2 Cálculo de la tasa de generación.

La cantidad de desechos de un determinado tipo, generados en un área específica o en una unidad de estudio no es una tarea fácil. Es necesario primeramente tomar en cuenta que información es la que se necesita como resultado, aunque la mayor dificultad estriba en obtener datos de cantidades totales generadas de desechos sólidos y no de cantidades recolectadas por un determinado sistema. Existe diferencia entre ambas por diversos factores, como el uso de lugares alternativos de disposición, la reutilización o venta de algunos desechos reutilizables, etc.

Las cantidades de desechos normalmente se estiman basándose en datos obtenidos en un estudio de caracterización de desechos, o por medio de proyecciones de datos previos sobre generación de desechos o por medio de una combinación de ambos acercamientos. Dependiendo de la información que se necesite, se pueden aplicar diferentes métodos para estimar las cantidades de desechos sólidos generados o recolectados; los métodos comúnmente utilizados para valorar las cantidades de desechos sólidos son un análisis de balance de masas, un análisis del número de cargas o un análisis de peso-volumen.

Análisis del número de cargas: Se basa en anotar el número de cargas de desechos sólidos que ingresan a una estación de transferencia, una planta de tratamiento o un vertedero o sitio de disposición final, y utilizando datos existentes de peso específico, volumen promedio de las cargas y de ser posibles el peso de cada carga. Con estos datos se puede estimar con una razonable certeza la cantidad de desechos sólidos que ingresa al sitio en análisis.

La desventaja que tiene este método es que únicamente da como resultado datos de desechos manejados por cierto sistema de recolección, es decir, no es un dato de desechos generados sino de desechos recolectados. Otro problema que presenta este método es la poca exactitud de los datos que brinda, ya que no toma en cuenta la considerable diferencia en las características de los desechos generados en sectores o áreas con propiedades diferentes, lo que es importante.

Análisis de peso- volumen: Consiste en efectuar, por medio de una balanza de plataforma, el pesado de los desechos que ingresan a una instalación de transferencia de procesamiento o disposición final; igualmente se efectúa la medición del volumen que ocupan las cargas pesadas. Este método da un dato bastante exacto de la cantidad de desechos sólidos que ingresan a la instalación en estudio y, además, permite obtener un dato confiable del peso específico de los desechos sólidos, en total y de cada ruta de recolección. La dificultad que presenta es que únicamente da como resultado datos de desechos sólidos recolectados y no de desechos sólidos generados. Otro problema es la dificultad de tener acceso a una balanza de plataforma, las cuales tienen un costo demasiado alto y son difíciles de conseguir.

Balance de masa: Es el método más exacto para obtener datos de cantidad de desechos generados en un lugar de estudio y el movimiento de éstos. Este método se inicia definiendo el límite del sistema alrededor de la unidad que se va a estudiar. Seguidamente se identifican todas las actividades que cruzan este borde o que se producen dentro del borde y afectan la generación de desechos. Luego se calcula la generación de desechos asociados a cada una de estas actividades y por último, utilizando las relaciones matemáticas apropiadas se determina la cantidad de desechos

generados, recolectados y almacenados. Esta relación se presenta a continuación:

$$dM/dt = \sum Men - \sum Msa + Rw$$

Donde:

dM/dt = Tasa de acumulación del material dentro del borde del sistema.

$\sum Men$ = Tasa de flujo del material hacia dentro del borde del sistema.

$\sum Msa$ = Tasa de flujo del material hacia fuera del borde del sistema.

Rw = Tasa de generación de desechos dentro del borde del sistema.

Este método representa como ventajas su exactitud y el hecho de que da resultados de cantidades generadas y no recolectadas. La dificultad principal consiste en lo complicado de su puesta en práctica, sobre todo al efectuarse en desechos sólidos domésticos, donde la unidad de estudio debe ser una residencia individual, donde es muy complicado y en ocasiones prácticamente imposible determinar las entradas y salidas de recursos durante un tiempo y, además, es igualmente complicado enumerar las actividades que se dan en la casa y los desechos que se generan. Otro problema que se presenta es que en este método se obtienen datos de tasas de generación de desechos en general, no únicamente sólidos. Este método es más apropiado para medir las tasas de generación de desechos en instalaciones con actividades de entradas y salidas más definidas como industrias, en casos como éste se facilita bastante la puesta en práctica de este.

Un método no muy utilizado, pero conveniente para determinar las cantidades de desechos sólidos domésticos generados en un área determinada consiste en tomar una muestra de unidades de estudio y efectuar periódicamente un análisis de los desechos sólidos enviados a su disposición final por distintas vías, así como los desechos reutilizados, para reventa, producción de compost, elaboración de otros productos, etc. Este método es razonablemente exacto y permite analizar sin demasiada dificultad los desechos

sólidos generados en un número estadísticamente correcto de unidades de estudio. El problema que presenta este método es principalmente la disponibilidad de los recursos humanos capacitados para elaborar el trabajo necesario, lo cual en ciertos casos es un problema bastante complicado.

1.5.3 Condiciones de higiene y seguridad a considerar

Es necesario, sobre todo cuando se manejan directamente materiales que pueden provocar enfermedades, tomar en cuenta las medidas adecuadas para garantizar la salud de quienes efectuarán dicho manejo. Durante el desarrollo del estudio se requiere efectuar la clasificación de muestras de desechos sólidos, lo cual requiere tomar las medidas adecuadas para evitar la generación de enfermedades.

Por las características especiales que los desechos sólidos tienen, se debe evitar el contacto directo con la piel y con los ojos, lo que podría provocar algún problema, tal como alergias, erupciones u otras; por lo que se recomienda que al momento en que se requiera el manejo manual directo de estos desechos se deben usar guantes y de ser posible gafas protectoras para evitar el contacto directo con la piel y algún contacto con los ojos. El tipo de guantes debe permitir que la sensibilidad de las manos se mantenga para así no afectar la habilidad al realizar el manejo de los desechos.

Otra situación importante es que al momento de realizar el manejo de los desechos se debe tener una visibilidad completa de los desechos que se toman con las manos, ya que al no tener esas condiciones se corre el riesgo de tener accidentes como cortadas, los que pueden llevar a la persona que las sufre a contraer ciertas enfermedades. Para lograr dicha visibilidad, se busca que el lugar de trabajo este correctamente iluminado y se buscará extender los

desechos en un área suficiente como para lograr tener contacto visual con todo lo que se requiera manejar.

Paralelamente, se pueden mejorar las condiciones de trabajo al promover la utilización de mascarillas al estar en contacto con los gases que emiten los desechos que se encuentran en estado de descomposición. Así mismo es de ayuda para disminuir los olores fétidos el efectuar el trabajo en un lugar que tenga una ventilación suficiente, de preferencia efectuar el trabajo a cielo abierto. Unido a lo anterior, se debe velar por que las selecciones de desechos sólidos se efectúen en un lugar adecuado, en el que no se afecte a la población, además, se deben disminuir los efectos nocivos buscando no afectar el nivel de aseo del sitio, así como velar por recoger los desechos remanentes después de terminar el trabajo y colocarlos en recipientes adecuados, evitando elevar el nivel de contaminación; y con lo anterior evitar aumentar el problema de los desechos sólidos que se trata de mitigar.

1.6 Manejo de los desechos sólidos urbanos

El manejo de desechos es el proceso de recolectar, clasificar, reciclar, desechar e implementar maneras de reducir desechos. Es el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los desechos sólidos. La meta es realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada. El manejo de desechos sólidos es la gestión de los desechos, la recogida, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho.

La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de los desechos. La gestión de los desechos puede implicar tanto estados sólidos, líquidos, gases o sustancias radiactivas, con diferentes

métodos y técnicas especializadas para cada uno. Básicamente el sistema de manejo de los desechos se compone de cuatro subsistemas:

Generación: Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un desecho. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso genera un desecho, o cuando lo derrama o cuando no utiliza más un material.

Transporte: Es aquel que lleva el desecho. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites internacionales (en el caso de los desechos peligrosos), o si acumula lodos u otros desechos del material transportado.

Tratamiento y disposición: El tratamiento incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los desechos peligrosos o de sus constituyentes. Respecto a la disposición la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario.

Control y supervisión: Este subsistema se relaciona fundamentalmente con el control efectivo de los otros tres subsistemas.

El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de desechos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de desechos traen como beneficios principales: La conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Así como también evitar enfermedades provocadas por vectores sanitarios, contaminación de aguas, contaminación atmosférica contaminación de suelos, problemas paisajísticos, salud mental y recuperación de áreas.

1.6.1 Incineración

Es una técnica de tratamiento que consiste en eliminar la mayor parte del volumen de los desechos sólidos, mediante su combustión o quemado, y a través de la cual se facilita su transformación en gases, cenizas y escoria, con el fin de reducir su volumen. Actualmente la situación es diferente, ya que la tecnología a avanzado por lo que ahora es posible disminuir el impacto ambiental que se causaba. Los incineradores convencionales son hornos o cámaras refractarias, en las que se queman los desechos; los gases de combustión y los sólidos que permanecen se queman en una segunda etapa.

Los materiales combustibles se queman en un 90%, además de generar calor, que es como fuente energética; la incineración genera dióxido de carbono, oxido de azufre y nitrógeno y otros contaminantes gaseosos, cenizas volátiles y desechos sólidos sin quemar. La emisión de cenizas volátiles y otras partículas se controlan con filtros, lavadores y precipitadores electrostáticos. Cuando se trabaja eficientemente el método de incineración, se logran eliminar por completo los lugares de reproducción de moscas y roedores; el humo y los malos olores pueden controlarse perfectamente por medio de filtros y cámaras recogedoras de polvo y limpiadoras de humedad.

Entre las ventajas que se tienen por la utilización del método de incineración tenemos: La reducción del volumen de los desechos, no requiere mucha área para efectuar las descargas de los desechos. Las cenizas u otros desechos están prácticamente libres de materia orgánica, no ofensivas y aceptables como material de relleno. No influyen en la operación ni el clima, ni las condiciones meteorológicas.

Dado que es un método de alta tecnología, sus instalaciones podrían situarse, inclusive dentro del perímetro urbano, sin ocasionar grandes molestias. Hay flexibilidad en el funcionamiento, ya que los incineradores pueden funcionar con un horario determinado o bien durante las 24 horas del día.

Las desventajas para la utilización del método de incineración tenemos: Inversiones iniciales, que dependen de la cantidad de desechos sólidos que se van a procesar. Los gastos de funcionamiento son muy elevados, porque se necesita personal especializado. Estos varían en relación con el funcionamiento y el grado de automatización que tenga la planta, aparte de los gastos generales y administrativos. Las temperaturas elevadas, los desechos y el tipo de material manejado ejercen efecto desgastador sobre el equipo, ya que requieren mantenimiento y operaciones frecuentes.

1.6.2 Compostaje

Se entiende como tal al proceso de descomposición de la materia orgánica proveniente de materiales que la contienen, por medio de una gran variedad de microorganismos en un medio húmedo y aireado para dar en su etapa final un material rico en humus, muy utilizado en el mejoramiento o enmienda orgánica de suelos empobrecidos y agotados.

El humus es el responsable de mejorar las propiedades físicas del suelo, proporcionar estabilidad a los agregados del mismo, mejorar la porosidad, incrementar su capacidad de retención del agua, mejorar las propiedades químicas y biológicas, constituirse en fuente de elementos minerales para las plantas y contribuir así al crecimiento de vegetales y raíces.

El compostaje fue una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros desechos para su uso como fertilizante. La generación de los abuelos sabía el valor de compostar sus desechos de jardín y cocina. En sus orígenes consistía en el apilamiento de los desechos de la casa, los excrementos de animales y personas y los desechos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los desechos orgánicos y su transformación en un producto estable y válido para la agricultura y la jardinería.

El material de desecho o residuo que constituye la materia prima del proceso de compostaje, contiene generalmente diferentes tipos de microorganismos idóneos para realizar el proceso, comenzando el mismo cuando el nivel de oxígeno, la humedad y el contenido de alimentos es el adecuado para el crecimiento y reproducción de la población microbiana encargada de la descomposición. Los requerimientos de alimentos normalmente son suministrados por este material de desecho que se destina a compostaje; así, la materia orgánica se va biodegradando, por un lado en compuestos solubles o gaseosos tales como CO_2 (dióxido de carbono), NH_3 (amoníaco), NO_3^- (nitrato); PO_4^{3-} (fosfato); SO_4^{2-} (sulfato) (mineralización) y por otro se va transformando en elementos húmicos, que son bastante estables y resistentes a los microorganismos (humificación).

Existen varios procesos para llevar a cabo la transformación de los desechos en compost que van desde los tratamientos diseñados y construidos en casa, colocando los desechos en hileras con volteo manual para aporte de

oxígeno y en pilas estáticas aireadas mecánicamente, hasta los procesos llevados a cabo en birreactores que utilizan diseños y equipos patentados.

Entre las ventajas que se tiene con la aplicación del compostaje tenemos: La mejora notoria en las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos. Su utilización hace que el suelo retenga más agua. Ahorro económico en abonos químicos. Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del desecho. El compost es aplicable como sustrato, tiene su importancia y su uso en el cultivo de plantas ornamentales.

Entre sus desventajas tenemos: La demanda de este producto está supeditada al carácter cíclico de la agricultura. Los costos de transportación dificultan su comercialización. No es el método más adecuado para la recuperación de materiales.

1.6.3 Reciclaje

Se define como todo proceso industrial, cuyo objeto es la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos como bienes de consumo. El aprovechamiento que se haga de estos recursos puede referirse tanto al potencial energético de los desechos o a la recuperación de alguno o varios de sus componentes. Esta tarea permite una sensible disminución de los desechos, a la vez que ahorra enormes cantidades de agua y energía; en países desarrollados, el proceso se facilita con la recolección selectiva de la basura.

El papel, el vidrio y otros materiales son fácilmente reciclables. En cambio, sería conveniente limitar el uso de envases plásticos que no sean los

nuevos polímeros auto degradables y de envases de hojalata (en realidad, de aluminio) ya que la producción de la lámina de este material es cara y contaminante, y genera elevado consumo de agua.

Entre algunas de las ventajas que le reporta al municipio la recuperación o reciclaje de materiales en el origen, se encuentran las siguientes: Reducir el volumen de desechos sólidos a ser recogidos y transportados. Disminuir las necesidades de equipo recolector. Aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y, por lo tanto, disminuir la demanda de tierras que son cada día más escasas y costosas. Disminuir los costos por la prestación del servicio de aseo. Conservar los recursos naturales y proteger el ambiente.

La desventaja principal de este método es que se necesita una infraestructura adecuada para el proceso, y requiere por lo tanto, de una inversión inicial muy alta para una población.

1.6.4 Relleno Sanitario

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Es un método de ingeniería para la disposición de desechos sólidos en el suelo de manera que se le dé protección al ambiente, mediante el esparcido de los desechos en pequeñas capas, compactándolos al menor volumen práctico y cubriéndolos con suelo al final de cada día de trabajo, previniendo los efectos adversos en el medio ambiente.

Un Relleno Sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas

de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en el compost. Entre las ventajas que tiene la utilización de los rellenos sanitarios tenemos: Generar empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo. Recuperar gas metano en grandes rellenos sanitarios que reciben más de 200 ton/día, lo que constituye una fuente alternativa de energía. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implantar cualquiera de los métodos de tratamiento: incineración o compostación. Bajos costos de operación y mantenimiento.

Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad. Recuperar terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de un parque, área recreativa, campo deportivo, etc. Puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación. Se considera flexible, ya que no precisa de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que está apto para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal.

Las desventajas que tienen los rellenos sanitarios tenemos: La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición que se suscita por parte del público, ocasionada en general por factores tales como:

- La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario.
- Asociarse el término "relleno sanitario" al de un "botadero de basuras a cielo abierto".
- La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales.

- El rápido proceso de urbanización que encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte.

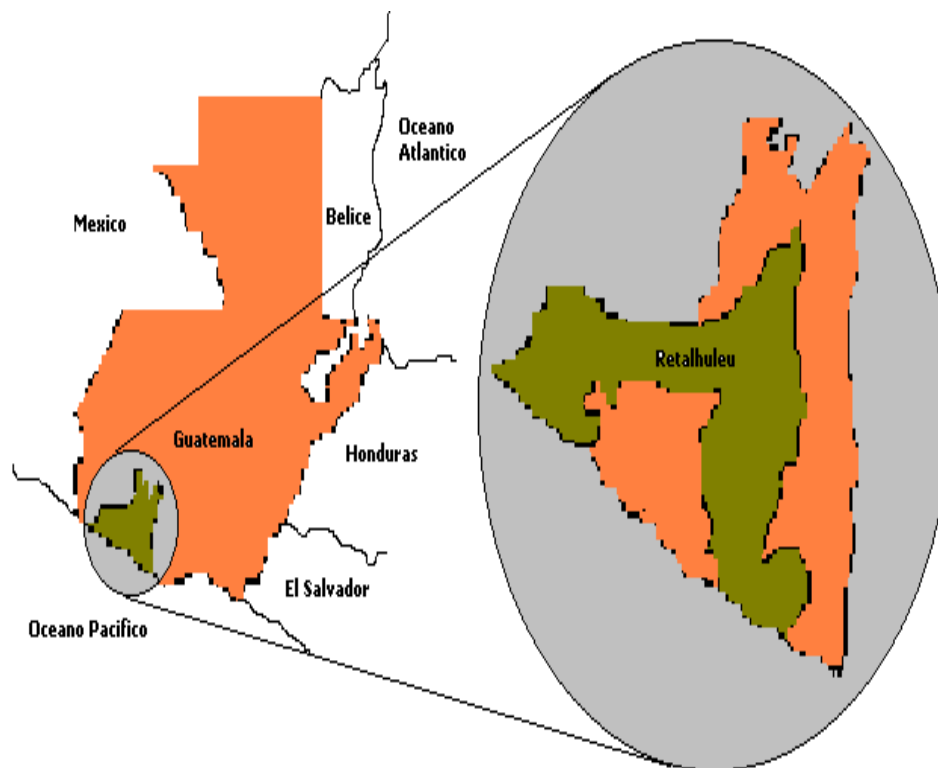
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

2.1 Situación geográfica e indicadores para el municipio

En el presente trabajo se ha seleccionado el municipio de Retalhuleu por el grave problema que actualmente afronta en la recolección y tratamiento de desechos sólidos, principalmente por la situación ambiental generada debido a la acumulación excesiva de basura.

2.1.1 Ubicación geográfica

Figura 2. Ubicación Geográfica Municipio de Retalhuleu



Fuente: Unidad de Planificación, Municipalidad de Retalhuleu.

El municipio de Retalhuleu se localiza en la parte sur del territorio nacional y es la cabecera departamental del departamento del mismo nombre y uno de los nueve municipios con categoría de ciudad. Su latitud es 14° 32' 10" y su longitud es 91° 40' 40".

2.1.2 Características físicas

a) Extensión territorial:

La extensión territorial del Municipio de Retalhuleu es de 796 kilómetros cuadrados.

b) Topografía:

El territorio del Municipio de Retalhuleu es muy poco accidentado, no existiendo por lo tanto, montañas ni volcanes de consideración. Siendo su elevación máxima alrededor de 1,050 msnm. La pendiente general de la planicie en la parte Norte es alrededor del 15%.

c) Zona de vida:

Según el sistema de clasificación ecológica del Doctor Leslie R. Holdridge el Municipio de Retalhuleu se encuentra en 2 zonas climáticas, siendo las siguientes:

Zona tropical seca:

Con un promedio anual de temperatura mayor que 24 grados centígrados altitud desde 0 hasta aproximadamente 700 metros (2,296 pies), lluvias entre 1,000 y 2,000 milímetros por año, comprende la parte sureste y suroeste del Municipio de Retalhuleu.

Zona tropical húmeda:

Igual a la anterior en temperaturas y altitud, lluvias entre 2,000 y 4,000 milímetros por año, comprende la parte Norte del Municipio de Retalhuleu.

d) Climatología:

Se puede apreciar los datos que a continuación se presentan, siendo los siguientes:

Altitud:

El Municipio de Retalhuleu se encuentra a 239 metros sobre el nivel del mar.

Precipitación Pluvial:

La precipitación promedio anual es de 2,890.7 m.m.

La precipitación promedio mensual es de 240.89 m.m.

Temperatura:

El clima del municipio de Retalhuleu es eminentemente cálido, notándose las dos estaciones del año invierno y verano, los cuales les sirven a los agricultores para preparar sus tierras y el segundo para la siembra, con temperaturas promedio que van de 20.3° centígrados como mínima y 31.9° como máxima.

Humedad Relativa:

La humedad relativa promedio en el Municipio de Retalhuleu es de 71%.

Horas luz:

Es la cantidad de 12 horas con 30 minutos de horas luz en el Municipio de Retalhuleu.

2.2 Características propias del municipio

El parque central de Retalhuleu. Es relativamente nuevo. Esta plaza precisamente eso, una plaza de tipo colonial, un mercado alrededor del templo católico al finalizar el siglo diecinueve, para ser exactos el sábado 30 de junio del siglo XIX, siendo jefe político el coronel Marcos R. Calderón y Alcalde don Francisco Briones, se inauguro en centro de la ciudad el primer mercado de Retalhuleu dejando limpia la plaza las gerencias de fin del siglo XVI por primera vez vieron ese hermoso predio ocupado solamente por el templo católico y una baranda. Un viejo ámate que había sido sembrado el día que nació Tomas Alejos Limón. Una pila que data de principios del siglo XVIII y una casa parroquial. Con tejas de barro y señales del incendio de 1871. También estaba dos enormes sauces llorones que habían sido enviados por una familia francesa desde Escocia como regalo a Retalhuleu y su organización social, allá por los años 1845-1850. Estos sauces llorones plantados en la entrada del templo fueron derribados en junio 1909. Siendo alcalde do Adolfo Sologaistoa de León.

2.2.1 Población

El municipio de Retalhuleu actualmente cuenta con una población de 79,538 habitantes, hombres y mujeres incluyendo el área urbana con 36,587 y en el área rural 42,951.

De esto se puede observar que la población del área urbana es en menor cantidad, ya que sólo ocupa el 46% de la población del municipio de Retalhuleu, mientras el área rural ocupa el otro 54% de la población.

2.3 Cantidad de desechos sólidos generados en Retalhuleu

En el Municipio de Retalhuleu se cuenta con servicios de extracción de desechos sólidos municipal y privados que cubren más o menos un 70% de las necesidades de almacenamiento, recolección y disposición final sanitaria de los desechos sólidos, existiendo para el efecto un botadero municipal a cielo abierto en dónde la basura dispuesta se le coloca una capa de tierra para evitar la proliferación de moscas y la producción de malos olores.

La ciudad de Retalhuleu cuenta con un sistema de Drenajes para los Residuos Líquidos y Aguas Servidas que cubren más o menos un 75% de las viviendas ubicadas en el área urbana, el otro 25% de viviendas disponen finalmente los Residuos Líquidos y Aguas Servidas a través de pozos de absorción, fosas sépticas y letrinas. En el área Rural las excretas y las aguas servidas es por medio de letrinas, pozo ciego, letrina seca abonera con un mínimo porcentaje defeca al aire libre.

2.4 Agentes generadores de desechos sólidos

Los responsables de la toma de decisiones en materia de residuos deberían tomar buena cuenta de esto y ser capaces de establecer unas tasas municipales de basura que tengan en cuenta todos los costes, gestión e incentiven prácticas ambiental y socialmente más deseables (es decir, originen un incentivo que estimule la reducción y el reciclaje de residuos). Para ello, gravar a cada contribuyente en proporción a su volumen y tipología de residuos,

de forma que quienes se comporten de forma menos responsable financien la gestión de aquellos con actitudes más deseables.

2.4.1 Residuos domésticos

Los residuos domésticos que se generan en el municipio de Retalhuleu, generalmente son desperdicios de comida, papel, madera, plástico, vidrio, metales y basura de jardín.

La composición de los residuos domésticos varía dependiendo de factores como estaciones del año, ya que la basura de los jardines se produce en mayores cantidades durante la época de invierno debido al crecimiento continuo que se tiene de la grama, hojas de árboles, etc.

En épocas de fin de año se puede observar que la cantidad de papel y los desperdicios de cocina aumentan debido a todas las preparaciones para las fiestas navideñas.

2.4.2 Residuos comerciales

Los residuos comerciales que se generan en el municipio de Retalhuleu son derivados generalmente de los mercados con los que cuenta el municipio, ya que las personas que laboran dentro del mismo, solo realizan los cortes(verduras, papel, etc.) y lo que les sobra lo dejan tirado en el lugar en el que se encuentran trabando y dicha basura es recogida por elementos de la municipalidad.

2.4.3 Residuos hospitalarios

En el municipio de Retalhuleu básicamente existen dos tipos de residuos hospitalarios, los sépticos o no contaminantes, compuestos generalmente por restos alimenticios, papel y desechos plásticos, y los no sépticos o contaminantes, provenientes de intervenciones quirúrgicas, curaciones y laboratorios, los cuales son los que se generan en un 70% y los no contaminantes en un 30%.

2.4.4 Residuos institucionales

En el municipio de Retalhuleu los residuos institucionales que se generan son los papeles, plásticos, restos de alimentos, que se producen en las escuelas, colegios o instituciones del gobierno, los cuales no tienen asignado un tipo de basurero para clasificar el tipo de basura a la que corresponde.

2.4.5 Residuos animales

En el municipio de Retalhuleu los residuos animales que se generan son solamente los que se producen en el rastro (matadero municipal), el cual se da en el momento en el que las personas que matan a las vacas dejan tiradas las sobras de la misma y luego se va acumulando debido a que ellos solo velan por la parte comercial de la vaca y lo demás no les interesa.

2.5 Tipos de desechos generados en Retalhuleu

En Retalhuleu, al igual que en la mayoría de países subdesarrollados, se produce desechos sólidos casi con las mismas características, pero difieren en volumen.

2.5.1 Según su clase

Los residuos no aprovechables constituyen un problema para el municipio, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera; lo anterior junto con el ineficiente manejo que se hace con dichos residuos (quemar a cielo abierto, disposición en tiraderos o vertederos ineficientes) provoca problemas tales como la contaminación, que resume problemas de salud y daño al ambiente, además de provocar conflictos sociales y políticos.

2.5.1.1 Materia orgánica

La materia orgánica está compuesta por residuos animales y vegetales, y es una de los componentes principales de los residuos sólidos. Entre la materia orgánica que se genera en el municipio se encuentran los restos de comida, fruta, verduras, cáscaras de huevos, etc.

El porcentaje de desecho que se produce en Retalhuleu por parte de la materia orgánica es de un 45%, lo cual quiere decir que es un poco menos de la mitad del total de los desechos que se generan en el municipio.

Figura 3. Materia orgánica en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.5.1.2 Desechos de jardín

Los desechos de jardín se producen en mayor cantidad en la temporada de invierno, debido a que las constantes lluvias hacen que el crecimiento de la jardinería sea más rápido, las cuales se deben de cortar para mantener un área verde dentro de los hogares.

Los desechos de jardín que se producen en Retalhuleu también son un porcentaje significativo ya que es un 21%, los cuales son producidos tanto en los hogares como en los parques infantiles.

2.5.1.3 Plásticos

El plástico es un material industrial utilizado en muchas aplicaciones en la vida diaria moderna. Aunque los desechos plásticos no se degradan fácilmente y conducen a problemas de contaminación en su entorno, con respecto a otros materiales como metal o papel, los plásticos tienen su única

ventaja en su fácil producción, su calidad, su apariencia, su elegancia y su peso ligero.

Los desechos de los plásticos que se producen en el municipio de Retalhuleu equivalen a un 6%, los cuales son producidos generalmente tanto en las actividades donde se utilizan platos, cuchillos y tenedores desechables como en las actividades a diario donde utilizan bolsas desechables.

2.5.1.4 Papel

Diariamente se consume y se tira la basura de gran cantidad de productos de corta duración, desde los pañales de un bebé hasta los periódicos.

Los desechos del papel que se producen en el municipio de Retalhuleu equivalen a un 4%, éstos se producen en las escuelas, hogares, oficinas, comercio, etc.; a éstos desechos no se les da un seguimiento para reciclar nuevamente el papel, sino lo tiran a los basureros municipales.

Figura 4. Restos de papel en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.5.1.5 Cartón

Los desechos del cartón en Retalhuleu se deben básicamente en áreas como en los mercados municipales, supermercados y comercio en general, éstos se producen debido a que todo producto que ellos adquieren van empacados en cajas de cartón, los cuales al vaciarlas, solo tiran las cajas al basurero y luego las pasan recogiendo para llevarlas al basurero municipal sin ver de qué manera podrían ser reutilizadas.

Los desechos que se producen del cartón si es un porcentaje que se tiene que considerar debido a que es un 11% del total de los desechos sólidos generados en el municipio.

Figura 5. Restos de cartón en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.5.1.6 Tela

Los desechos de la tela que se producen en el municipio de Retalhuleu equivalen a un 2%, los cuales son básicamente provocados por los restos de tela que dejan los costureros cuando les sobran pedazos de tela y por las pacas de ropa debido a un mal manejo que tienen tanto en la venta de las calles como en los mercados municipales.

Figura 6. Residuos de tela en basureros del municipio de Retalhuleu



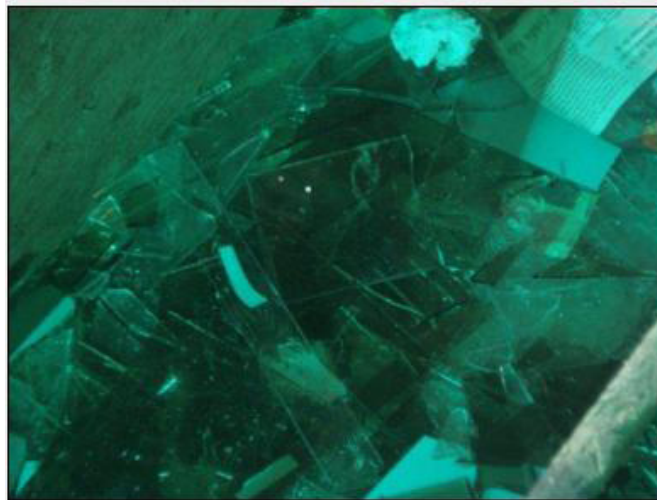
Fuente: Propia

2.5.1.7 Vidrio

Los desechos del vidrio que se producen en el municipio de Retalhuleu equivalen a un 2%, debido a que el municipio no cuenta con muchas vidrierías y los operarios realizan sus cortes de vidrio con un poco margen de desperdicio.

Otra fuente de donde se genera los desechos de vidrio es en las cervecerías debido a que los consumidores quiebran botellas o litros, y ese vidrio quebrado esperan que llegue el camión de basura para que lo trasladen al basurero municipal.

Figura 7. Residuos de vidrio en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.5.1.8 Cuero

Los desechos del cuero que se producen en el municipio de Retalhuleu equivalen a un 2%, el cual son producidos en una tienda en donde realizan todo lo relacionado con el cuero, entre los productos que fabrican se encuentran porta pistolas, sillas de montar caballo, cinchos de cuero, etc.

Los desechos se deben a los sobrantes de los cortes que realizan para la producción de los productos anteriormente descritos.

Figura 8. Residuos de cuero en basureros del municipio de Retalhuleu



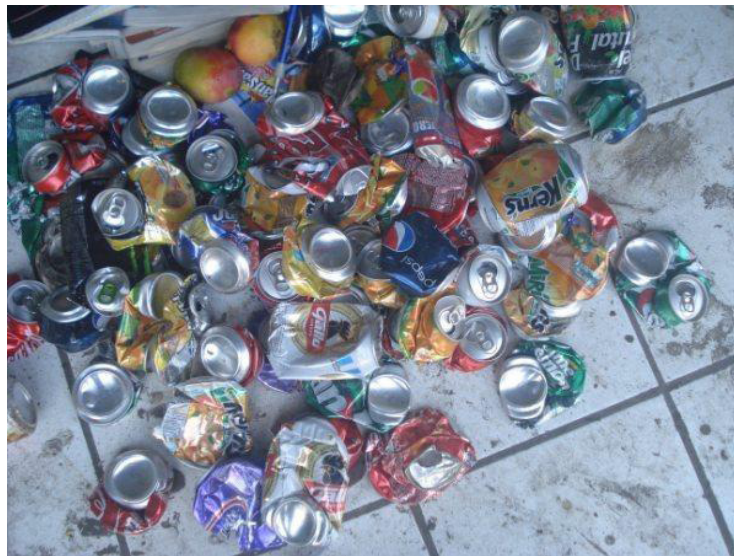
Fuente: Propia

2.5.1.9 Metales

El municipio cuenta con un 5% de desechos que pertenecen a los metales, los cuales son ocasionados por las herrerías que no utilizan adecuadamente sus metales.

Entre otros desechos de metales que se producen en el municipio de Retalhuleu, se encuentran las latas de aluminio, tubos de hierro, etc.; luego éstos materiales son trasladados al basurero municipal, lugar donde posteriormente los llegan a comprar.

Figura 9. Residuos de metales en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.5.1.10 Madera

El porcentaje de desechos de madera que se producen en el municipio de Retalhuleu corresponden a un 2% del total de los desechos sólidos que se generan en el municipio, los cuales son ocasionados por las carpinterías que se encuentran en el perímetro urbano de la ciudad.

Los desechos de madera también son generados en algunos colegios que les imparten un curso donde trabajan con la madera para realizar trabajos manuales como también en las mueblerías.

Figura 10. Residuos de madera en basureros del municipio de Retalhuleu



Fuente: Propia

2.6 Proceso de los desechos sólidos

Los desechos sólidos, para su eliminación requieren de procesos acordes a los recursos y necesidades del municipio. De esa cuenta, se mencionan a continuación los más comunes utilizados actualmente.

2.6.1 Traslado a botadero municipal

El procedimiento que se realiza actualmente para trasladar todos los desechos sólidos, generados en el municipio de Retalhuleu al botadero municipal el cual se encuentra en el Cantón Cabañas del municipio de Nueva San Carlos de este Departamento a exactamente 8 Kilómetros de la Cabecera municipal de Retalhuleu es el siguiente.

Salen 4 camiones a recoger toda la basura por zonas, al momento de llenar los camiones, se dirigen hacia el botadero municipal y la descargan en su totalidad, luego regresan a la ciudad y nuevamente siguen con el mismo proceso, esto lo realizan todos los días en horas hábiles.

2.6.2 Limpieza de basureros clandestinos

Puede afirmarse que en los alrededores de la ciudad de Retalhuleu, existen basureros incontrolados. En la visita efectuada a la ciudad se observó que la municipalidad proporciona el servicio de la recolección de basura, la que utiliza el basurero municipal, en tanto que las familias que no utilizan el servicio municipal, que funciona en el área urbana del municipio, usan cualquier lugar a su alcance para depositarla. Esta situación condiciona el origen de promontorios de basura que, cuando son de cierta magnitud, forman basureros "no autorizados" los cuales inciden en el aspecto del ornato además de

provocar, en algunos casos, los problemas de salud inherentes a un mal manejo de la basura.

2.7 Disposición final que se le da a los desechos sólidos

La forma de eliminar la basura sigue diferentes procesos o actividades dependiendo de lo que mas convenga a la municipalidad y a la población. A continuación se describen las disposiciones finales que actualmente se realizan con los desechos sólidos.

2.7.1 Incineración

La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales. La reducción en peso es aproximadamente del 70% y en volumen del 80% al 90% dependiendo, fundamentalmente, del contenido de fracciones combustibles e inertes.

Lo que sucede en el botadero municipal de Retalhuleu es que no siempre realizan la incineración, sino solo cuando acumulan una cierta cantidad de desechos los cuales no pueden utilizarlos de otra manera.

2.7.2 Venta

Cuando llegan los camiones al botadero municipal, lo primero que realizan las personas que se encuentran al cargo es de que a groso modo

empiezan a separar los desechos, de tal manera que lo que ellos observan que puede ser de cierta utilidad, la dejan por aparte de los demás desechos.

A veces algunas personas ya teniendo el conocimiento de la manera en que se están manejando los desechos, visitan el botadero municipal para ver que les podría interesar de lo que tienen separado, si les interesa, consultan con el encargado y compran el producto a un precio en el cual ellos les pueda ser de utilidad.

2.7.3 Relleno sanitario

El relleno sanitario lo realizan en el botadero municipal que se encuentra en el Cantón Cabañas del municipio de Nuevo San Carlos de este departamento.

Actualmente colocan los residuos sobre el terreno extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen. Asimismo, se realiza su cubrición diaria con material adecuado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales fermentables.

Las medidas preventivas y de control que se toman son las que tienen como objetivos fundamentales:

- a) Limitar la producción de lixiviados.
- b) Recoger los lixiviados que se produzcan.
- c) Dar salida a los gases generados.
- d) Limitar los ruidos y olores.
- e) Evitar los suelos de plástico y papeles.
- f) Evitar la proliferación de roedores e insectos.
- g) Impedir la formación de polvo y humo.

2.8 Estrategias comúnmente utilizadas

Existen varias estrategias que permiten minimizar el problema de la basura en beneficio de la comunidad en general. Dentro de ellas están:

2.8.1 Programas de extensión

Estos son proyectados a los adultos, los cuales brindan métodos específicos para mejorar la salud, la agricultura y la silvicultura. Los trabajadores de extensión llevan sus mensajes a las casas o a las organizaciones de amas de casa, madres con pequeños hijos, agricultores y otros.

a) Ventajas.

Los programas de extensión por lo general son la forma más eficaz de comunicar mucha información a adultos. Si bien otros enfoques educativos pueden concienciar, muchas veces se necesitan los programas de extensión para dar respuestas prácticas.

Los agentes de extensión bien capacitados y motivados comprenden a las personas con las cuales trabaja. Tiene un conocimiento profundo del material técnico y como presentarlo, así como la manera de comprender las comunidades donde trabaja.

b) Desventajas.

Ya que un agente de extensión tiene contacto con pocos individuos, y por lo general pasa bastante tiempo con cada cliente, los programas de extensión son relativamente caros. Los agentes pueden estar mal entrenados, mal pagados, y sin mucha motivación. A menudo los servicios de extensión no

tienen suficiente personal, y no tienen capacidad de proporcionar el transporte, las ayudas didácticas y la capacitación técnica en el puesto de trabajo que se necesitan.

2.8.2 Programas escolares

En las escuelas, se pueden enseñar los conceptos y prácticas ambientales como cursos de estudios ambientales, pero es más común que se integren con otros programas, tales como ciencias naturales o sociales.

Además, en muchas comunidades se utilizan las escuelas para comunicarse con los adultos; también las actividades de la escuela involucran a toda la comunidad.

a) Ventajas

Los programas escolares inculcan a muchos alumnos a través de muchos años, y presentan conceptos complejos progresivamente. Se puede inculcar una ética ambiental cuando los alumnos todavía están formando sus actitudes y sus valores.

b) Desventajas

A menudo los escolares son demasiado jóvenes para ayudar a resolver los problemas ambientales actuales. Consecuentemente, educar a los alumnos con vistas a su futuro impacto ambiental, tal vez no será la primera prioridad del educador. Algunos programas escolares tienen poca flexibilidad y tiempo en el día escolar y faltan recursos (humanos y financieros) para programas de un día de limpieza en el área urbana. Los programas escolares pueden requerir de muchísimo tiempo y trabajo en su preparación, hay que elaborar, aprobar y

financiar los planes de estudio, hay que imprimir los materiales y capacitar a los maestros para poderlos utilizar.

2.8.3 Medios de comunicación (Televisión y radio)

Los medios de comunicación han contribuido muy poco en la difusión de mensajes que concienticen a la población sobre los problemas de la basura. La Municipalidad no cuenta con los fondos suficientes para sufragar los pagos de espacios promocionales que puedan ser transmitidos periódicamente.

3. PROPUESTA DEL NUEVO PROGRAMA PARA EL CONTROL DE LA RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS

Existen leyes promulgadas donde el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación y mantenga el equilibrio ecológico. El Decreto 68 – 86 del Congreso de la República es una de estas leyes que regula el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. Las municipalidades se encuentran facultadas para la promoción y el desarrollo de programas de salud y saneamiento ambiental, con la finalidad de prevenir y combatir enfermedades. La contaminación del ambiente natural por los desechos sólidos es el resultado de descargas no controladas de residuos de materias no transformadas durante el proceso de producción y consumo, y la descarga de productos de composición variada provenientes de uso municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole.

La contaminación de los suelos por desechos sólidos es un problema de saneamiento ambiental que ha adquirido proporciones alarmantes en todo el municipio y que además puede poner en riesgo la salud y bienestar de los habitantes. Los desechos sólidos están considerados además como fuentes potenciales de contaminación de las aguas, del aire y de la estética natural de los paisajes.

El manejo de los desechos sólidos municipales es un servicio de carácter público, que tiene como propósito la recolección ordenada y sanitaria de los desechos sólidos, el transporte hacia los lugares destinados específicamente por la municipalidad y el tratamiento de dichos residuos de conformidad con las normas establecidas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la gestión de la municipalidad en la calidad de vida de los habitantes del municipio tiene como fin la prestación, administración, conservación y monitoreo de los servicios públicos que prevengan la contaminación por desechos sólidos, así como la coordinación con el sector privado y los habitantes del municipio para reducir la contaminación.

Para que pueda cumplirse con lo establecido, el Congreso de la República emitió la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la cual emite el presente reglamento para prevenir y controlar la contaminación ambiental por desechos sólidos.

3.1 Disposiciones generales

Se entenderá como disposiciones generales a aquellas normas establecidas en el presente reglamento que deben ser cumplidas a cabalidad con el fin de alcanzar las metas y lograr el objetivo que se detalla a continuación

3.1.1 Objetivo

El presente reglamento tiene por objeto disponer las normas técnicas para el almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, acopio, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos,

para prevenir la contaminación. Cualquiera que sea la actividad o fuente de generación.

3.1.2 Principios y criterios básicos

Todo vecino tiene derecho a recibir de las autoridades los servicios que le permitan la conservación y protección de la salud. A la vez tiene la obligación de no contaminar y de realizar acciones para mejorar el medio ambiente donde desarrollan sus actividades y acatar las disposiciones que con tal fin emitan las autoridades.

3.1.3. Ámbito

El ámbito es el campo, instancia o ente al cual va dirigido el presente reglamento.

3.1.3.1 De aplicación

La aplicación se encuentra normada para la población y la municipalidad de Retalhuleu.

3.1.3.1.1 Al municipio

El presente reglamento es de observancia general en todo el municipio de Retalhuleu. La municipalidad administrativa, operará y mantendrá los servicios de acuerdo con el presente reglamento, que tanto la población en general como funcionarios y trabajadores municipales deben observar y cumplir correctamente. El alcalde velará por que dichos servicios se presten

eficientemente, sin preferencias de ninguna naturaleza, y por que la recaudación de impuestos, tasas y multas derivadas del mismo se realice debidamente.

3.1.3.2 De competencia

Se refiere a la entidad que hará cumplir la normativa del reglamento y quien tiene la potestad de resolver los diferentes problemas que se presenten en relación al mismo.

3.1.3.2.1 A la municipalidad

La aplicación de este reglamento compete a la municipalidad de Retalhuleu por conducto del alcalde municipal.

No se concederá cualquiera de los derechos contemplados en este reglamento a título gratuito.

3.1.4. De las definiciones y terminología

Para efectos de la aplicación del presente reglamento, se establecen las siguientes definiciones.

Aceite y grasa: sustancias químicas no miscibles en agua.

Almacenamiento: es la acción de retener temporalmente los desechos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

Aseo urbano: es la limpieza y mantenimiento de la ciudad libre de desechos sólidos, producidos por sus habitantes.

Basura: se entiende por basura todo desecho sólido o semisólido, putrescible o no, con excepción de excretas de origen humano. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales y de establecimientos hospitalarios, plazas de mercado, ferias populares, escombros, incluyendo aquellos producidos por movimientos de tierra y actividades de construcción, entre otros.

Biodegradable: propiedad de toda materia de tipo orgánico. Para poder ser metabolizada por medios biológicos.

Botadero a campo abierto: cualquier instalación para desechos sólidos, o parte de ella, que no cumpla con las disposiciones de este reglamento o cree riesgos para la salud y seguridad humanas o para el ambiente general.

Centro de acopio: lugar en donde se reciben y compran los diferentes materiales que pueden ser reciclables.

Chatarra: todo vehículo de motor según definido en la legislación de tránsito vigente, remolque, transporte aéreo o marítimo entero o en partes, que no funcione y que haya sido abandonado. Constituyen chatarra además los fragmentos, piezas y partes de metal de un equipo o vehículo que se encuentren deterioradas.

Compost: materia resultante de la oxidación o biodegradación de los residuos orgánicos en un proceso controlado de oxigenación por volteo periódico.

Confinamiento controlado: obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de residuos peligrosos que garanticen su aislamiento.

Construcción: cualquier actividad que pueda incluir movimiento de terreno, demolición, remoción, disposición, excavación, operaciones de terminaciones de edificios predios, derechos de vías, estructuras públicas o privadas o propiedad similar.

Contaminación: la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen la flora y la fauna; la vida, la salud, y el bienestar humano; y constituyan una molestia o degraden la calidad del aire, agua, suelo o de otros bienes nacionales o particulares.

Contaminantes: deterioro, contagio, desequilibrio y toda otra alteración que afecte negativamente la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales y el equilibrio natural o el estado de bienestar de los seres vivos, así como la situación de los objetos inherentes. Es la presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora y la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

Control: conjunto de actividades efectuadas por la autoridad ambiental, tendientes a que el manejo de desechos sólidos sea realizado en forma técnica y para servicio de la comunidad.

Desecho sólido: cuerpo de forma y volumen constante, que presenta resistencia a la separación y que no sirve.

Desechos sólidos comunes: objetos y materiales descartados, provenientes de las actividades humanas durante el proceso de consumo, transformación y producción, y que no representan riesgo para la salud humana.

Desechos sólidos peligrosos: objetos y materiales descartados, provenientes de un proceso de distribución, transformación, producción o consumo y que por su característica física y química son un riesgo para la salud humana y la preservación del medio ambiente.

Desechos sólidos peligrosos hospitalarios: objetos materiales descartados, provenientes de la actividad realizada en el tratamiento preventivo o curativo y la investigación de enfermedades, y que por su característica física y química son un riesgo para la salud humana y la preservación del medio ambiente.

Disposición final: acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Escombros: desechos, brozas, cascote y materia removida de la capa vegetal del suelo que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería.

Estación de transferencia: lugar físico dotado de las instalaciones necesarias, técnicamente establecido, para almacenamiento, procesamiento o manejo de desechos sólidos, en el que se realiza el traslado de los desechos sólidos desde vehículos de recolección a los medios de transporte que los lleva a la disposición final.

Emergencia: cualquier situación o serie de situaciones que ponen en peligro real o inminente a cualquier persona requiriendo atención inmediata.

Generación: cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

Lixiviado: líquido contaminante que resulta de la precolación o drenado de un estrato de desecho sólido y que contiene materiales miscibles y solubles, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desecho.

Planta de selección: área en donde se separan los diferentes materiales que componen la basura para ser clasificados en orgánicos, reciclables y rechazados.

Planta recicladora: lugar en donde, por medio de un proceso industrial, los materiales de desecho seleccionados son transformados en nuevos productos.

Relleno sanitario: método de disposición final de desechos sólidos en el suelo, que consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más pequeño, cubrirlos diariamente con tierra u otro material de relleno, sobre una base previamente acondicionada e impermeabilizada, con drenajes para control de líquidos lixiviales y tubería para el control de gases.

Tratamiento: proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido de características diferentes.

Vía pública: áreas de las zonas urbanas destinadas para el tránsito peatonal o vehicular para la recreación. Se incluyen en esta definición las calles, avenidas, plazoletas, parques, jardines y alamedas.

Vector: cualquier animal, insecto o atropado presente que puede transmitir enfermedades infecciosas a seres humanos o a animales.

3.2. Servicios de desechos sólidos

Son todos los órganos, recursos humanos y equipos específicos que prestan el servicio estatal o privado a la población en general.

3.2.1. Almacenamiento

Es la forma en que se deben almacenar los desechos sólidos por parte de quienes los generan.

3.2.1.1. Requisitos

Son los establecidos en el reglamento y que deben cumplirse estrictamente para su fiel cumplimiento.

3.2.1.1.1 Residenciales

Todas las industrias, residenciales, establecimientos públicos o privados y comercios, incluidos los instalados en los mercados del municipio y que son generadores de desechos sólidos comunes, deberán tener recipientes razonablemente resistentes a las inclemencias de tiempo, que no permitan la entrada de agua, a prueba de vectores, fáciles de lavar y de tamaño apropiado para depositar los desechos. Deben estar preferentemente separados, así sean orgánicos e inorgánicos, y deberán permanecer dentro de la propiedad, de modo que se evite el derrame o depósito en cualquier calle, acera u otro sitio público o propiedad privada.

3.2.1.1.2 Edificaciones

Todas las edificaciones para uso multifamiliar, institucional o comercial, y otras que la municipalidad determine, deberán tener un sistema de almacenamiento colectivo bajo techo, que sea compatible con el equipo de recolección. Deben estar contruidos de material duradero y resistente a la corrosión, equipados con tapas o puertas de buen ajuste, a prueba de agua y resistentes a las inclemencias de tiempo, de fácil carga y descarga y con la capacidad suficiente para captar los desechos que allí se generan.

3.2.1.1.3 Estaciones de servicio

Las estaciones de servicio, los talleres automotrices y centros de servicio en general que generen desechos, como producto de reparaciones y servicios, deberán contar como mínimo con envases adecuados para la disposición de los mismos y así tendrán que dar a la municipalidad una descripción de las instalaciones y capacidad de almacenaje para aceite usado, filtros usados y grasas; y la capacidad de recolección de los tanques o recipientes individuales no puede ser menor que el volumen mensual de venta o servicios.

3.2.1.1.4 Empresas avícolas

Toda empresa avícola o pecuaria que mantenga animales en confinamiento deberá como mínimo poseer, operar y mantener un sistema para el manejo de los desechos fecales. Para operar dicho sistema, se deberá someter un plan de manejo de desperdicios fecales de animales para su aprobación previa por la municipalidad. Este plan de manejo de desperdicios fecales de animales se hará según las mejores prácticas agrícolas existentes y

de modo que no se afecte la calidad del suelo, el aire, la fauna, la flora y la salud de los seres humanos.

3.2.1.1.5 Plantas de producción

Todos los beneficios de café, húmedos y secos, las fincas o plantas de producción y procesamiento de hortalizas, o cualquier otra explotación agrícola deberá poseer, operar y mantener un sistema para el manejo de los desechos sólidos y líquidos que allí se generan, diseñado y construido de acuerdo con las normas ambientales vigentes y lo establecido en el reglamento. Para operar dichos sistemas se deberá mantener un estricto control en el manejo de los desechos de tal manera que se evite la contaminación de cualquier cuerpo de agua, el suelo, la flora, la fauna, el aire y la salud del ser humano.

3.2.1.2 Obligaciones

Se consideran como obligaciones, los compromisos a cumplir por parte de los entes generadores de desechos sólidos dentro de los cuales se involucra al sector público y privado.

3.2.1.2.1 Hospitales

Todos los hospitales nacionales y privados, así como sanatorios, centros de salud y otros que tengan áreas de aislamiento de enfermos infecto-contagiosos, quirófanos, sala de parto, servicio de hemodiálisis, laboratorios microbiológicos, laboratorios biológicos para la investigación o diagnóstico de enfermedades infecto-contagiosas, deberán ser equipados con sistemas de incineración que cumplan con los requisitos técnicos de construcción y funcionamiento establecidos en las normas vigentes, además de contar con los

equipos de medición necesarios para el control operativo. Los residuos infecciosos deben ser colocados en bolsas rojas y trasladadas diariamente hacia el incinerador. Los residuos orgánicos deben ser colocados en recipientes herméticos y trasladados diariamente al incinerador para su incineración. Los residuos especiales y peligrosos, tales como radiactivos, químicos, farmacéuticos, inflamables, diluyentes, medicinas vencidas y otros peligrosos deberán ser dispuestos en confinamientos controlados, siguiendo las normas técnicas ambientales de diseño, construcción y manejo. Los residuos comunes provenientes de administración y limpieza general, residuos de la preparación de alimentos, embalajes y cenizas deben ser colocados en bolsas plásticas separadas, según su característica y luego depositadas en contenedores bajo techo para facilitar su acondicionamiento y permitir un fácil servicio de recolección municipal.

3.2.1.2.2 Personas (públicas y privadas)

Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos tóxicos y peligrosos, están obligadas a envasarlos y empacarlos de acuerdo con su estado físico, debidamente identificados con el nombre y sus características de peligrosidad, tomando en cuenta su incompatibilidad con otros. Deben estar en envases cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga, transporte y disposición final, no sufran ninguna pérdida o escape que pueda causar daño a los operarios y al medio ambiente en general.

Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que con motivo de sus actividades generen residuos provenientes de beneficiar aves, ganado vacuno o porcino, deberán poseer plantas de tratamiento diseñadas y construidas de acuerdo con las normas ambientales vigentes, o un sistema de almacenamiento

de los desechos en envases cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga, transporte y disposición final, no sufran ninguna pérdida o escape que pueda causar daño a los operarios, al medio ambiente en general, al servicio de alcantarillado público, al suelo o cualquier otro cuerpo receptor no autorizado por la municipalidad.

3.2.1.2.3 Comercios

Los comercios y ventas callejeras deberán contar con pequeños recipientes para captar la basura generada por los usuarios de dicho establecimiento y deberán mantener limpio los alrededores de su puesto.

3.2.1.2.4 Áreas públicas

Las áreas públicas deberán contar con recipientes contruidos de material duradero y resistente a la corrosión, acondicionados únicamente para la captación de los desechos sólidos peatonales y que sean de fácil carga y descarga.

3.2.1.2.5 Negocios de neumáticos

Todos los negocios que vendan, restauren, cambien o reparen neumáticos están obligados a tener dentro de su propiedad instalaciones adecuadas para el almacenaje de productos nuevos y usados, y no deben ser expuestos a la intemperie, para evitar la contaminación por vectores.

3.2.1.2.6 Lugares para eventos

En la realización de eventos especiales y espectáculos públicos donde exista la posibilidad de que asistan cien personas o más, se deberá disponer de un sistema de almacenamiento y recolección de las basuras que allí se generen, para la cual la entidad organizadora deberá coordinar las acciones con la empresa encargada de prestar el servicio de recolección y transporte. La municipalidad no otorgará permiso alguno para la celebración de estas actividades, a menos que la entidad organizadora exponga por escrito en la solicitud del mismo el diseño del sistema de almacenamiento, recolección y transporte de las basuras que se generen en la actividad.

3.2.1.2.7 Industrias

Todas las industrias comercios, constructoras o personas individuales que con motivo de sus actividades manejen, produzcan o comercien materiales para la construcción están obligadas a mantener tales productos dentro de su propiedad, comercio o área de construcción.

3.2.1.2.8 Vehículos

Los vehículos que se dediquen al transporte de personas deberán contar con recipientes o bolsas plásticas dentro del mismo y dentro sus terminales para depositar los desechos que allí se generen.

3.2.1.3. Disponibilidad

Se refiere a la disponibilidad de recursos humanos, financieros y técnicos para satisfacer la demanda de servicios según lo estipula el reglamento.

3.2.1.3.1 De la municipalidad

La municipalidad, para el manejo del servicio de desechos sólidos, podrá disponer de centros de compra y venta de materiales reciclables, que podrá operar directamente o dar en concesión. Dichos centros deberán estar techados, cerrados y acondicionados de acuerdo con el volumen que se maneje, de tal manera que la operación (carga y descarga) no se realice fuera de las instalaciones. No debe saturarse el lugar con materiales recuperados para facilitar su manejo y deberán mantener un estricto control de calidad para el manejo y almacenaje, de tal manera que se evite la proliferación de vectores, malos olores y un impacto visual negativo.

3.2.2. Recolección y transporte especial

Todos los habitantes del municipio, que generen desechos sólidos comunes por sus actividades, están obligados a contratar el servicio de recolección y transporte. Deberán prestar los desechos sólidos para la recolección en las condiciones establecidas en el reglamento.

Los residuos voluminosos como chatarra, llantas usadas, colchones, muebles, etc., así como los provenientes de podas de árboles, jardinería, corte de grama, aserrín de procesiones o festejos, se consideran de manejo especial por lo que el servicio de recolección y transporte debe ser solicitado a la municipalidad, quien en coordinación con la empresa prestaría el servicio lo proporcionará y fijará la tasa de acuerdo con el volumen.

En el caso de urbanizaciones, colonias, barrios o conglomerados con calles internas o cuyas condiciones impidan la circulación de los vehículos de recolección, así como en situaciones de emergencia, los habitantes están en la

obligación de trasladar las basuras y desechos sólidos hasta el sitio que se determine como de recolección por la municipalidad.

Los vehículos municipales, de las empresas concesionadas o contratadas, destinados para el transporte de desechos sólidos comunes deberán reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en el reglamento. Serán revisados y registrados en la municipalidad, quien otorgará una licencia de operación que tendrá vigencia de un año.

La empresa o empresas autorizadas para la prestación del servicio de recolección y transporte de desechos sólidos comunes deberán reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en este reglamento. Serán revisadas y registradas en la municipalidad, quien otorgará una licencia de operación que tendrá vigencia de un año. La Municipalidad podrá revocar el permiso de operación en los casos siguientes:

- a) Si el vehículo no llena los requisitos técnicos especificados en este reglamento.
- b) Si se comprueba el acarreo de desechos patógenos, infecciosos, tóxicos o peligrosos.
- c) Si se comprueba la descarga de la basura en sitios no autorizados por la municipalidad.
- d) Si el vehículo autorizado es de palangana y se comprueba el acarreo de basura sin la debida cobertura.

La empresa municipal, individual o jurídica que esté autorizada a prestar el servicio de recolección y transporte, será responsable y queda obligada a

recolectar y transportar todos los desechos sólidos comunes que generen los usuarios que le asignen. Deberá obedecer a un programa que responda a las necesidades de limpieza y de la calidad del medio ambiente y que incluya, entre otros, los siguientes aspectos:

Establecimiento de rutas y horarios para la recolección de basuras, que deberán darse a conocer a los usuarios mediante difusión por todos los medios de comunicación.

Adiestramiento del personal comprometido en las actividades de manejo de basuras en lo que respecta a prestación del servicio de desecho sólido y a las medidas de seguridad que deban observar.

Actividades por desarrollar en eventos de fallas ocurridas por cualquier circunstancia que impida la prestación del servicio.

Mecanismos de información y educación de los usuarios del servicio acerca de la entrega o prestación de las basuras en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta prestación del servicio.

Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de desechos sólidos.

La empresa municipal, individual o jurídica, que preste el servicio de recolección y transporte, está obligada a proporcionar a las personas que trabajan en las unidades de transporte, equipo sanitario adecuado para su prestación y protección.

Los vehículos que sean utilizados para prestación del servicio de recolección y transporte de basura deberán llenar los siguientes requisitos:

- a) Tipo camión.
- b) Capacidad mínima de carga: siete toneladas.
- c) En perfecto estado de funcionamiento general.
- d) Con las autorizaciones legales correspondientes.
- e) Llevar en ambas portezuelas la identificación de la empresa.
- f) La carrocería deberá ser preferiblemente cerrada, de aluminio o provista y revestida interiormente con lámina de metal, con sus correspondientes puertas de acceso en perfecto estado, o palangana de volteo.
- g) La cabina, equipo de compactación, furgón o carrocería deberán estar pintados de color que la municipalidad defina y deben llevar visible en la parte lateral de la caja palangana, el número de autorización municipal.
- h) Se requiere preferentemente que los vehículos estén dotados de sistemas de eyección automática o volteo para una descarga rápida.
- i) Un programa establecido de mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio.

Los vehículos que transporten desechos sólidos deberán mantener durante su desplazamiento la puerta cerrada del furgón, carrocería o contenedor o cubrirlos

con lona. No deberán ser sobrecargados para evitar derramamientos durante su traslado.

El transporte de desechos sólidos provenientes del barrido de las calles, limpieza de aceras, atrios de iglesias, plazas y mercados, podrá ser efectuado por la municipalidad o en coordinación con la empresa privada contratada.

La recolección y el transporte de los desechos sólidos provenientes de la construcción será responsabilidad del constructor o empresa constructora y deberán ser trasladados al lugar de disposición que para el efecto destine la municipalidad.

Los residuos voluminosos, como chatarra, llantas usadas, colchones, muebles, etc., así como los provenientes de podas de árboles, jardinería, corte de grama, aserrín de precesiones o festejos, se consideran de manejo especial por lo que el servicio de recolección y transporte debe ser solicitado a la municipalidad que en coordinación con la empresa prestataria del servicio lo proporcionará y fijará la tasa de acuerdo con el volumen.

El traslado de desechos peligrosos y tóxicos hacia rellenos sanitarios confinados o desechos hospitalarios peligrosos hacia plantas de incineración deberá efectuarse en vehículos con contenedor o derrame durante su traslado.

Todos los vehículos que transiten dentro de la jurisdicción de Retalhuleu y que transporten materiales para la construcción tales como pedrín, arenas, material selecto y otros de composiciones similares, producto de la fabricación o explotaciones locales vecinas, deberán tapar con lona y no sobrecargar los vehículos para evitar durante el traslado, su dispersión o derrame, que puedan causar daño a la vía pública, a las personas y al medio ambiente en general.

3.2.2.1 Calles y avenidas

La municipalidad prestará el servicio de barrido de calles, avenidas, parques y áreas públicas e instalará depósitos para la basura que desechan los peatones. Deben estar acondicionados de tal manera que permitan la captación de basura de pequeño volumen y que faciliten la descarga. Se puede si así lo estima conveniente, otorgar el servicio en concesión o contratar empresas individuales o jurídicas para que lo presten.

3.2.2.2 Mercados e industrias

La municipalidad prestará el servicio de recolección y transporte de desechos sólidos comunes en residencias, industrias, comercios, mercados, áreas peatonales y centros de transferencia, pudiendo, si así lo estima conveniente, otorgar el servicio en concesión o contratar empresas individuales o jurídicas para que lo presten, y que llenen los requisitos y especificaciones expresadas en el presente reglamento, las bases de licitación y el contrato.

3.2.2.3 Empresas pecuarias

Los desechos fecales de empresas avícolas o pecuarias que mantenga animales en confinamiento y los desechos provenientes de beneficiar aves, ganado vacuno o porcino, son considerados especiales y peligrosos por lo que el servicio de recolección y transporte debe obedecer a un sistema y programa autorizado y coordinado por la municipalidad, quien determinará el tipo y cantidad de vehículos destinados exclusivamente para este fin, así como también fijará la tarifa por el servicio, de acuerdo con la frecuencia y volumen.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La recolección de los residuos sólidos constituye alrededor del 80% del costo total de la solución al problema de la basura. En la implementación de un sistema óptimo integral, el método de recolección es el indicador más representativo del nivel de servicio que se preste a la población. Por esta razón se debe poner especial atención en esta etapa.

La educación es un factor determinante para el buen funcionamiento de un sistema, por lo que el método de recolección propuesto está basado en una educación previa a la población, que consiste en un programa de concientización que comunique el nuevo concepto de basura los productos aprovechables para ser transformados como materia prima y otros productos simplemente utilizables.

4.1 Recolección de desechos sólidos comunes

Para que un sistema de manejo de desechos sólidos sea eficiente, es necesario mantener una estrecha relación entre el método de recolección, transporte y disposición final, así como también, del equipo que se va a utilizar.

El método de recolección propuesto dependerá tanto del nivel de servicio por satisfacer, como de la participación del usuario. Los métodos posibles que se aplicarán pueden ser los descritos a continuación.

4.1.1 Métodos a implementar

Existe diversidad de métodos para el acopio de basura. Sin embargo tomando en consideración las características de la municipalidad de Retalhuleu, se sugieren los de mayor accesibilidad y funcionalidad.

4.1.1.2 De parada fija

Este método consiste en que los usuarios llevan la basura en sus recipientes hasta el lugar donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Cada usuario entrega su recipiente al operador para que éste lo vacíe dentro del camión. Este método es considerado como el método más económico.

4.1.1.3 Indirecto

Este consiste en que los usuarios colocan los recipientes o bolsas de basura sobre las aceras de las calles por donde pasa el camión. Los operarios son los encargados de recoger los recipientes y vaciarlos dentro del camión.

Este método presenta la desventaja de que si no se cuenta con un sistema de recolección eficiente, las bolsas de basura o recipientes pueden ser acumulados en lugares no apropiados, generando focos de enfermedades, o bien que animales domésticos dispersen la basura en busca de alimentos.

4.1.1.3 Directo

Este método es similar al anterior, con la diferencia de que los operarios entran a las casas de los usuarios a traer los recipientes, los trasladan hasta el camión para vaciarlos y luego los regresan hasta el lugar de origen.

4.1.1.4 En punto fijo

En este método, la basura es llevada por los usuarios y depositada dentro de los contenedores cada cierto tiempo, el cual dependerá del volumen de generación individual. Posteriormente, el vehículo recolector debe detenerse en donde están ubicados los contenedores y recolectar los desechos vaciando los contenedores en forma manual (por medio de operarios), o bien, con el equipo mecánico que forma parte del diseño del camión. Luego, deja el contenedor en el mismo lugar hasta la próxima recolección.

4.1.1.5 En vertedero

Este método consiste en que la población o los usuarios llevan los desechos generados en sus viviendas hasta el punto de disposición final que para el caso de desechos reciclables pueden ser la empresa que se encarga de su tratamiento (planta recicladora de aluminio, de papel, etc.).

4.1.1.6 Con tratamiento reciclaje

Este método sólo es aplicable para productos reciclables y reutilizables y consiste en que personas del mercado informal llegan a las viviendas y compran materiales reciclables y reutilizables. Luego, lo llevan a las empresas recicladoras para venderlos y utilizarlos como fuente de ingresos.

4.1.1.7 En centro de acopio

Se asignan lugares específicos de compra-venta para productos reciclables y reutilizables donde llegan a ser almacenados para luego ser comprados y transportados a las empresas que los transformarán en productos útiles a la sociedad. Este método puede ser considerado como el más adecuado para la recolección de materiales aprovechables, ya que se cuenta con un mayor control del sistema de recolección.

Una vez que se han descrito los métodos de recolección, es necesario aclarar que se parte del hecho que la basura está separada en dos rubros, por lo que el sistema global de recolección será subdividido en dos etapas principales:

- ✓ Recolección de los desechos reciclables y reutilizables.
- ✓ Recolección de los desechos orgánicos y los no utilizables/reciclables.

Para esto se determinará qué método es el más indicado para cada tipo de basura tomando en cuenta factores determinantes (equipo, centros de acopio, etc.). Se obtendrá así un sistema de recolección que satisfaga las necesidades de la población.

4.2 Recolección de desechos reciclables y reutilizables

Definidos los siete métodos de recolección posibles, se ha analizado cada uno de ellos para determinar el método más adecuado para la recolección de desechos reciclables y reutilizables. Se obtuvieron los siguientes resultados:

El método de indirecto no es recomendable ya que los costos de operación resultarían muy altos, pues se tendría que pagar para recolectar y transportar estos desechos ya sea a un centro de transbordo o a las fábricas recicladoras.

El método de parada fija tampoco es recomendable, ya que aunque no se tienen costos de recolección de las viviendas al camión, existe el costo de llevarlo de la esquina hacia el centro de transbordo o hacia las fábricas recicladoras.

El método directo no es aplicable por las mismas razones que el indirecto; además, no se recomienda aplicar en Retalhuleu por la situación que atraviesa el país (alto índice de delincuencia), por lo que la población no está dispuesta a dejar entrar a cualquier persona a su casa. También se debe considerar que la mayoría de los pobladores de este municipio son de clase media baja, por lo que, en general, son personas que tienen empleos cuyos horarios no les permite permanecer mucho tiempo en sus hogares.

Con respecto al método de punto fijo, se puede decir que el volumen de desechos generados de este tipo son pequeños, comparado con los generados por otros tipos de desechos, por lo que estaría subutilizado este equipo, teniendo que cubrir otras necesidades.

El método de vertedero cuenta con la participación de la población, pero el acceso a los puntos de disposición final resulta difícil para la población, ya que algunas de las fábricas recicladoras no se encuentran dentro de la zona de estudio (Retalhuleu), lo cual dificulta la efectividad de la aplicación de un método integral de recolección y tratamiento de desechos.

El método de con tratamiento reciclaje ha sido utilizado en Guatemala para la recuperación de desechos reciclables y reutilizables a lo largo y ancho de todo del país, pero en la actualidad posee la misma limitante que el método directo, ya que los intermediarios visitan las viviendas para comprar los productos, lo que representa una desventaja para la recolección, porque como ya se dijo anteriormente, la situación delincuencial que sufre el país no es apta para la aplicación de este método.

4.2.1 Determinación del mejor método

Una vez analizados cada uno de los métodos, se ha decidido utilizar el método de centros de acopio para los desechos reciclables y reutilizables, como latas, vidrios, plásticos, papel y cartón.

4.2.1.1 Objetivos

Utilizando el método de centros de acopio se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- a) Formalizar el mercado de productos reutilizables.
- b) Determinar lugares específicos de compra-venta de productos reutilizables
- c) Fomentar la cultura de reciclaje entre la población al participar directamente en el plan integral de recolección de desechos sólidos.
- d) Mejorar la eficiencia en los tiempos de recolección.

- e) Disminuir el costo en la recolección, ya que la comunidad misma lo realiza. Así se disminuiría el costo de transportar hacia el punto de disposición final, ya que serían las empresas recicladoras las encargadas de recolectar en los centros de acopio.

Como ya se ha dicho anteriormente, desecho sólido es un término relativo. En países como Japón no se le llama así, sino materia prima, debido a que un buen porcentaje de ella puede ser reciclada o reutilizada a través de un tratamiento adecuado de cada uno de sus distintos componentes. Pero para ello hay que tener una conciencia colectiva de reciclaje. Es importante que la población guatemalteca se una al esfuerzo de reciclar cada día más y más cantidades de papel, aluminio, plástico y vidrio, ya que de otra forma terminarán en el fondo de un relleno sanitario, o se quemarán y destruirán aun más, la ya deteriorada capa de ozono y aumentarán la contaminación ambiental. Al unirse a este esfuerzo, colaborarán en contrarrestar tales efectos, lo que se puede lograr a través de la educación en las familias, colegios, medios de comunicación y grupos de apoyo al medio ambiente. Es decir que la comunidad en general debe ser parte del plan integral de solución al problema de la basura.

4.2.1.2 Equipo para funcionamiento

Según los cálculos, los porcentajes que ocupan los materiales recuperables de la basura son el papel y cartón el 15%, plástico el 6%, vidrio el 2% y metales 5%. Si sumamos tenemos el 28% del total de la basura, es decir que de las 165 t./día que se generan en Retalhuleu, 46.2 t./día pueden ser utilizadas o recicladas. Vale la pena preguntarse cuántos recursos naturales se están desechando diariamente y cuántos se estarían ahorrando si se utilizaran todos estos productos de una manera adecuada.

Guatemala tiene uno de los niveles de degradación ambiental más altos del continente americano, situación alarmante a la cual hay que buscarle solución para disminuir los índices de contaminación y degradación de los suelos. Productos como el plástico, vidrio y latas tardarán cientos de años en ser degradados, si es que se puede lograr, y absorben una gran cantidad de materia prima y energía para su elaboración. Por ello no se deben desechar a un vertedero o a una planta incineradora, cuando se pueden utilizar como materia prima para la elaboración de otro producto.

El papel es en gran proporción reciclable; si se lograra un programa de reciclaje completo, se detendría la tala indiscriminada de árboles para su elaboración, pues por cada tonelada de papel reciclado se evita la destrucción de un promedio de diecisiete árboles. Además de ahorrar basura, se evitaría el daño al ecosistema, se generaría empleo y se ahorrarían divisas.

En Guatemala no existe una cultura sobre protección del medio ambiente y la educación sobre ello es muy escasa. Por eso se hace necesario pensar la forma de participar a la población en la solución de un problema tan serio. No afecta ni es responsabilidad solo del gobierno sino de todos los ciudadanos. Es por ello que, como parte integral del reciclaje, productos como papel, cartón, vidrio, latas y plásticos deben ser llevados a centros de acopio ubicados en las escuelas, en donde estos materiales serán almacenados y posteriormente recolectados por empresas recicladoras.

Para la ubicación de estos centros de acopio, se han seleccionado las escuelas. Estos centros no deben ser muy grandes, ya que las áreas en dichas instituciones son limitadas. Se eligieron instituciones educativas debido a que Retalhuleu es un municipio con alta densidad poblacional, que posee un

promedio de cuatro o cinco personas por vivienda y una población comprendida entre los seis y catorce años que corresponde al 40.15% del total de la población. Por eso es posible asegurar que la mayoría de los hogares tienen por lo menos un miembro de la familia en edad escolar. Para aquéllas que no lo tienen, hay una cantidad considerable de escuelas o de instituciones educativas (aproximadamente 31), algunas de las cuales están ubicadas en sectores estratégicos como el centro de la ciudad y las entradas de las colonias, lo que permite un fácil acceso para la población.

Este método de recolección pretende contribuir a la obtención de fondos tanto para las instituciones que colaboren con este nuevo sistema de recolección de desechos del área de Retalhuleu, como para la población. Esto contribuirá así a fomentar la cultura de reciclaje. Para esto se sugiere crear un proyecto que forme parte del plan de estudio del área de salud y medio ambiente del Ministerio de Educación, dirigido a la población infantil y adolescente, con el propósito de crear una conciencia ecológica a través del mejoramiento de dicho plan.

Una forma de fomentar la cultura de reciclaje es a través del beneficio económico, para lo cual se propone la compra y venta del producto reutilizable.

4.2.1.3 Funcionamiento

El proceso que se debe seguir es el siguiente: las familias llevan papel, cartón, vidrios, plásticos y latas separados hasta centros de acopio pre-determinados donde recibirán cierta remuneración de acuerdo con la cantidad de productos que lleven. En este lugar serán almacenados para luego ser transportados hacia las empresas recicladoras que prestan el servicio a domicilio. En este proceso, la escuela obtendrá ciertos ingresos que pueden

contribuir al mantenimiento de la misma, lo que podría incentivar a la población a colaborar conjuntamente en la solución del problema de los desechos sólidos.

Al ser materiales no putrescibles se puede acondicionar una pequeña bodega en cada centro de acopio seleccionado para su almacenamiento. Las dimensiones de cada bodega serán 3.60 m x 3.50 m, y tendrán capacidad de almacenaje para dos días, equivalente a 2,613.13 lb/día. Para la distribución del centro de acopio se han tomado en cuenta las cantidades de basura reciclables generadas diariamente en Retalhuleu.

Tabla II. Cantidad de desechos reciclables generados

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GENERADA POR DÍA
Papel y cartón	2.4 ton/día (22,500 kg/día)
Plástico	1.0 ton/día (9,000 kg/día)
Vidrio	1.0 ton/día (3,000 kg/día)
Latas	1.5 ton/día (3,000 kg/día)

Fuente: Cálculos realizados por el autor.

Serán 31 escuelas las que cuenten con centros de acopio. La cantidad de desechos por escuela es:

Tabla III. Cantidad de desechos por escuela

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GENERADA POR DÍA
Papel y cartón	0.75 ton/día (22,500 kg/día)
Plástico	0.5 ton/día (9,000 kg/día)
Vidrio	0.75 ton/día (3,000 kg/día)
Latas	0.25 ton/día (3,000 kg/día)

Fuente: Cálculos realizados por el autor.

Se tienen 41.25 ton/día de materiales recuperables y/o reutilizables. El total de viviendas habitadas en Retalhuleu es de 47,212 unidades y la cantidad de desechos por casa es de 1.74 lb/vivienda al día. Es decir que un centro de acopio, con dimensiones de 3.6 X 3.5 m con capacidad de 2,613.13 lbs., dará abasto para el almacenamiento de dos días de 1,253 viviendas.

Para facilidad y ordenamiento de la recolección de desechos, se tomarán en cuenta las 6 zonas de Retalhuleu. Esto significa que en cada una de las 31 escuelas habrá por lo menos un centro de acopio.

El papel y cartón serán almacenados en bloques de 0.35 m X 0.35 m X 0.33 m, que tendrán un peso aproximado de 33 lbs. Estos desechos serán ordenados: las cajas serán dobladas para aprovechar al máximo el espacio. La cantidad de papel y cartón generados diariamente es de 1207.32 lb/escuela, los cuales serán almacenados en 37 bloques.

El plástico, lata y vidrio serán almacenados en cajas con las siguientes dimensiones 0.45 m X 0.35 m X 0.33 m de alto. Al llenar una caja de éstas con plástico pesará 36 lbs., lo que indica que se necesitan 14 cajas al día para almacenar estos residuos. Una caja llena de vidrio pesa 10 lbs., por lo que se necesitarán 16 cajas. Una caja llena de latas pesará 15.5 lbs., luego se necesitaran 11 cajas.

Las latas serán comprimidas manualmente para disminuir su volumen y poder así maximizar la capacidad de las cajas. El total de cajas necesarias será de 49 cajas al día.

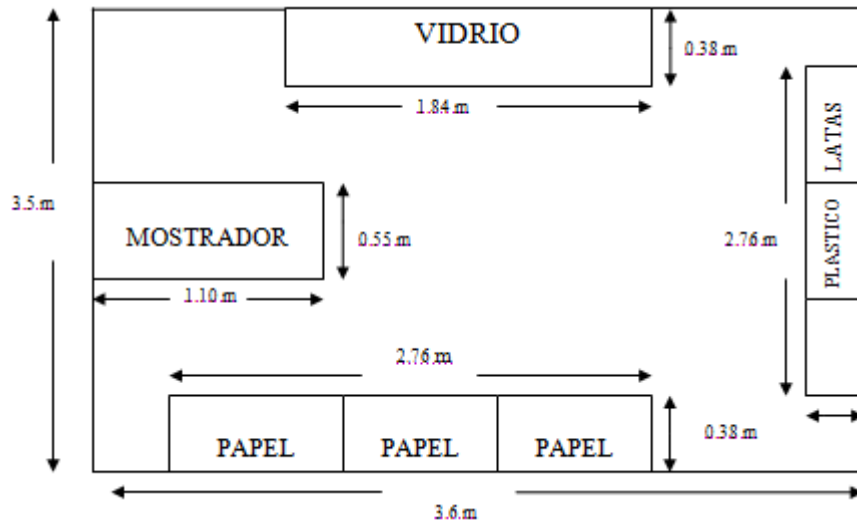
En un estante, de 0.92 m X 0.46 = 2.00 m de altura, caben doce cajas de 0.45 m X 0.35 m X 0.33 m de altura. Para un almacenaje de dos días se

necesitan ocho estantes, que estarán distribuidos como se muestra en la figura dos.

El equipo necesario para el funcionamiento de un centro de acopio es:

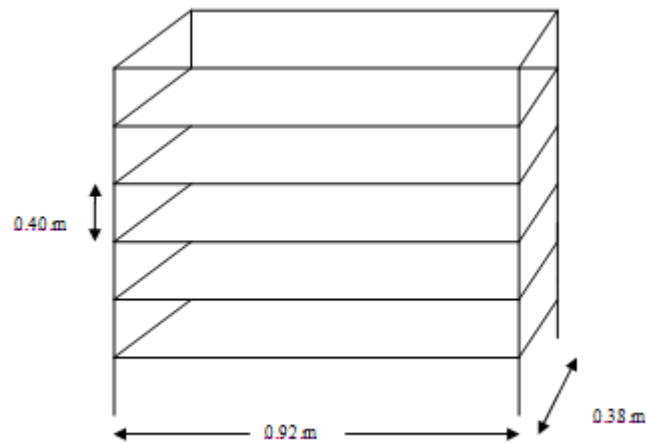
- a) Báscula con capacidad hasta 500 kg.
- b) Un escritorio o mostrador.
- c) Material de apoyo: escoba, escalera de tres pies, carrete de lazo.
- d) Material de oficina: papel, lapicero, lápiz.
- e) Estantería para el almacenaje.
- f) Los encargados del centro serán alumnos designados de acuerdo con el programa de educación ambiental, preferentemente de niveles superiores, quienes estarán supervisados por el maestro encargado de la materia Salud y Seguridad.

Figura 11. Diseño de bodega de centro de acopio



Fuente: Figura realizada por el autor.

Figura 12. Diseño de estantes para productos reciclables



Fuente: Figura realizada por el autor.

4.3 Recolección de desechos orgánicos

Se ha hecho un análisis cualitativo de los métodos descritos para la selección del método de recolección de desechos orgánicos propuesto. Los resultados son los siguientes:

- a) El método de parada fija no puede ser aplicable para la zona de estudio, aunque se considere como el más económico, por las siguientes razones:
- b) La infraestructura al área de Retalhuleu no es adecuada para este sistema, ya que en pequeñas áreas están ubicadas un número considerable de viviendas, lo que dificultaría el acceso hacia el camión recolector.

Los habitantes en su mayoría son empleados con horarios fijos de trabajo, por lo que se tendría que asignar un horario de recolección que no afectara a los habitantes, lo cual aumentaría los costos de operación (equipo y mano de obra).

El método de Indirecto no es eficiente en cuanto al servicio que se presta, por lo que resultaría inconveniente aplicarlo si se pretende buscar una solución diferente y eficiente al problema del manejo de los desechos sólidos.

El método Directo no es recomendable en Retalhuleu, ya que por la situación que atraviesa el país (principalmente el alto índice de delincuencia), la población no estaría dispuesta a dejar entrar a cualquier persona a su casa. Además, se tiene que la mayoría de los pobladores de este municipio son de clase media baja, por lo que, en general, son personas que tienen empleos cuyo horario no les permite permanecer mucho tiempo en sus casas.

El método Vertedero, el con tratamiento reciclaje y el de centros de acopio no son aplicables para los orgánicos, por lo impráctico y antihigiénico que resultaría que cada individuo transportara por sus propios recursos la basura que se genera en su vivienda; además, porque estos métodos son para productos que no se descomponen con el tiempo.

Por estas razones se ha definido que el método más adecuado para la recolección de desechos orgánicos y no reutilizables es el de punto fijo, ya que está diseñado para la recolección en centros de gran generación o difícil acceso (como el caso de las colonias que están dentro del municipio de Retalhuleu).

Con la aplicación de este sistema de recolección se pretende:

- a) Mejorar la eficiencia del sistema (en tiempos y servicio)
- b) Disminuir costos de recolección
- c) Aprovechar los recursos
- d) Evitar focos de enfermedades
- e) Evitar dispersión de basura

Una ventaja que presenta este método es que la utilización del recurso humano disminuye, requiriéndose únicamente del piloto del camión y uno de o dos operarios que recojan restos de desechos que no fueron depositados en el contenedor y que realicen la limpieza del mismo.

El equipo con que se trabajaría el proceso de recolección sería:

- 1) Vehículos recolectores con mecanismo elevador de contenedores.
- 2) Contenedores.
- 3) Palas, carretillas y otros equipos auxiliares.

Para realizar un mejor análisis del método por utilizar, se ha considerado necesario hacer una descripción del funcionamiento de cada uno de los equipos que se utilizará.

➤ **Camiones recolectores**

Los camiones recolectores por utilizar, como ya se dijo anteriormente, son de tipo compactador, con mecanismo para el uso de contenedores. El camión recolector es del tipo compactador de carga trasera, con una capacidad promedio de siete toneladas con equipo especial para carga de contenedores.

La ventaja de este camión es que se requiere de menos personal, con lo que se puede mejorar la eficiencia del sistema.

Sin embargo, la principal desventaja es que los camiones han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales de países desarrollados, por lo que en las condiciones en que se realiza la recolección no son apropiadas para países como Guatemala. Además las áreas de maniobra son muy pequeñas comparadas con la de algunos países desarrollados.

➤ **Contenedores**

Para el almacenamiento de los desechos orgánicos y los desechos no reutilizables producidos por la población del municipio de Retalhuleu antes de ser recolectados, se utilizarán contenedores que pueden ser manipulados por los camiones recolectores. Se recomienda que los contenedores tengan una capacidad no mayor de 2m³. Estos contenedores pueden ser fijos o móviles.

Para el diseño y selección del tipo de contenedores, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1) Material resistente
- 2) Que puedan ser adaptados al mecanismo del vehículo recolector
- 3) Que tengan un mecanismo de movilización (ruedas o llantas)
- 4) El volumen debe ser tal que cubra un número considerable de viviendas
- 5) El tamaño del contenedor debe ser tal que se puedan ubicar en lugares accesibles tanto para la población como para el camión recolector.

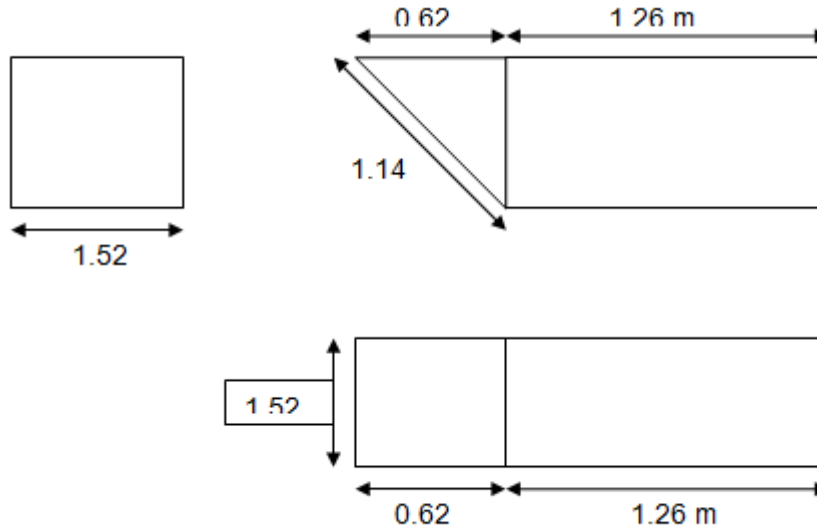
Los contenedores serán construidos de material metálico resistente a la corrosión que tenga drenaje de fondo e idealmente deberán tener sistema para cerrarse.

Los contenedores que se deberán utilizar para el municipio de Retalhuleu, tendrán las siguientes medidas:

Con estas medidas se pueden obtener el área y el volumen del contenedor (capacidad), lo cual servirá para la determinación del espacio requerido y el número de viviendas que cubre un contenedor. El área total es de $A = 2.86 \text{ m}^2$ y el volumen, $V = 2.38 \text{ m}^3$.

Teniendo este dato, se puede obtener el número de casas que cubre un contenedor, de la siguiente manera:

Figura 13. Dimensiones de los contenedores



Fuente: Figura realizada por el autor.

- a) El volumen aproximado de desechos orgánicos y no reutilizables que se genera diariamente en una vivienda de Retalhuleu es de un peso de aproximadamente de 3.14 kg/vivienda, lo cual se puede almacenar en una bolsa plástica de 16.5" X 15".
- b) El experimento consistió en lo siguiente: se llenó una bolsa de estas medidas con un número determinado de litros de agua tomándose en cuenta las características físicas de los desechos orgánicos y los no reutilizables, y se obtuvo un volumen de diez litros aproximadamente, lo que equivale a 0.01 m³/vivienda.
- c) Posteriormente se hizo la relación entre volumen total del contenedor y el volumen por vivienda para obtener el número de viviendas que cubre un contenedor:

$$\begin{aligned} \text{No. vivienda / contenedor} &= V \text{ del contenedor} = 2.38 \text{ m}^3 && 238 \text{ viviendas} \\ & && / \text{ cont.} \\ V \text{ de vivienda} &= 0.01 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

El dato servirá de base para conocer cuántos contenedores se necesitarán para cubrir toda el área de Retalhuleu, lo cual está sujeto a la frecuencia de recolección.

Para la determinación del número de contenedores necesarios para cubrir toda el área de Retalhuleu, se tomó como base la generación diaria. La frecuencia de recolección será de todos los días. Teniéndose como dato importante que el total de viviendas habitadas en el municipio Retalhuleu es de 47,212, se requiere de un total de 198 contenedores.

Se deben establecer rutas tomando en cuenta las calles y avenidas importantes y las de menos tráfico en el municipio. Además, estas calles y avenidas servirán de límites entre una ruta y otra para realizar la recolección de forma ordenada, así no se juntarían dos camiones en el mismo lugar. Corresponde a la municipalidad designar las rutas apropiadas, ya que varios de los contenedores podrían estar situados en terrenos baldíos de propiedad de la municipalidad.

Estos contenedores deberán ser distribuidos en toda la ciudad de Retalhuleu, tomando la densidad poblacional de cada zona; obviamente será mayor el número de contenedores en las zonas cercanas al centro de la ciudad.

La distribución podría realizarse a través de la ubicación en un mapa, lo que dependerá de las condiciones físicas del lugar.

La frecuencia de recolección será de todos los días, que es la mínima para no aumentar el número de contenedores, lo que implicaría un aumento en los costos. Por ejemplo, si la frecuencia de recolección fuera de tres veces por semana, se acumularía la basura generada en dos días, por lo que se requeriría de un contenedor adicional por cada 238 viviendas, es decir que se necesitaría de aproximadamente 396 contenedores, y por lo tanto, de mayor número de camiones o con mayor capacidad, y de más espacio para ubicar los contenedores.

Sin embargo, podría disminuirse la frecuencia de recolección sin aumentar el número de contenedores si se tienen dos opciones:

- a) Aumentar la capacidad el contenedor.
- b) Diseñar un sistema de horarios de recolección para cada zona donde esté ubicado un contenedor.

Esta alternativa se considera impráctica, en primer lugar, porque los contenedores han sido diseñados para ser manejados por los camiones recolectores, por lo que aumentar la capacidad del contenedor dificultaría su manejo y utilización.

En segundo lugar, porque se requiere de un plan muy fuerte de concientización y educación para que las personas depositen su basura a la hora fijada y sería muy difícil llevar un control total del área de Retalhuleu.

Dentro de la ubicación física del contenedor se deben tomar en cuenta ciertos aspectos, tales como:

- a) Área de contenedor

- b) Área de recolección o maniobra
- c) Área de terreno disponible
- d) Lugar accesible para los habitantes y para el camión

Para la determinación del área requerida, se ha tomado en cuenta el área del contenedor y de maniobra del camión, obteniéndose lo siguiente:

$$AT = AcC + AM = 2.86 \text{ Cm}^2 + 77.94 \text{ m}^2$$

Donde:

AT = Área total

Ac = Área del contenedor

C = Número de contenedores

AM = Área de maniobra

En investigaciones de campo se ha encontrado que las zonas para la mejor ubicación de los contenedores son las esquinas de los parqueos, terrenos baldíos o áreas libres con calles principales aledañas, ya que la mayoría de colonias del municipio de Retalhuleu poseen parqueos o espacios libres con calles principales.

Es importante, además, que se tome en cuenta que deberán existir tuberías de drenaje cerca de donde se ubique el contenedor para evitar la acumulación de líquidos producidos por los desechos orgánicos con olor desagradable.

Para la correcta operación de los contenedores se presentan a continuación algunas recomendaciones tanto para las colonias actuales como para futuras construcciones tomando en cuenta siempre, que sean del mismo tipo de las existentes en Retalhuleu.

- a) Se deberá dar limpieza y mantenimiento a los contenedores para evitar focos de infección, olores y otras molestias, así como también para alargar la vida del contenedor. Esta limpieza debe hacerse por lo menos una vez por semana.
- b) El contenedor deberá ser diseñado de tal forma que tenga drenaje de fondo.
- c) Deberá prohibirse el estacionamiento de vehículos cerca de donde se encuentran ubicados los contenedores para la facilidad de maniobras del vehículo recolector.
- d) Los contenedores deberán ser colocados a una distancia mínima de 10 cm del nivel del piso, sobre una base de madera o concreto para facilitar la recolección (dependiendo del diseño y especificaciones del camión recolector).
- e) Los contenedores deberán ser ubicados en áreas accesibles tanto para el camión recolector como para los usuarios de dicho contenedor.
- f) Los contenedores deberán ser ubicados en áreas donde exista por lo menos una calle principal.
- g) Se deberá contar con suficiente iluminación cerca del contenedor y, si es posible, en un lugar techado para evitar que en la época de lluvias se produzca mayor cantidad de líquidos contaminantes.
- h) Tomar en cuenta que para definir la cantidad y ubicación de contenedores en una colonia, es necesario analizar el número de viviendas y la

generación de basura diaria en cada una de ellas. Igual importancia tienen las especificaciones del contenedor por utilizar (capacidad, tipo de material).

- i) Su ubicación deberá ser tal que la distancia máxima de acarreo del contenedor hacia el camión recolector sea 10 m, tomándose en cuenta las condiciones del espacio disponible.

➤ **Palas y carretillas**

Este equipo auxiliar se utilizará con el objeto de recolectar restos de basura que estén fuera de los contenedores, o para una limpieza de los mismos y de lugares aledaños al contenedor. Se ha estimado que se cuente con una carretilla y por lo menos dos palas por camión recolector.

Ubicación de contenedores

Para la ubicación de contenedores de basura se debe diseñar un lugar estratégico tomando en cuenta especificaciones, tanto de los mismos contenedores como de los camiones recolectores. Sin embargo, ya que la infraestructura actual del municipio de Retalhuleu no se puede cambiar con facilidad, debe optarse por ubicar los contenedores haciendo uso de los recursos con que se cuenta.

Todo cambia y Retalhuleu no es la excepción. La población está aumentando con la construcción de nuevas colonias, que utilizan el mismo patrón que consiste en casas de habitación ubicadas a uno y otro costado de estrechos pasos. Esto hace necesario la existencia de un lugar determinado y estratégico de contenedores de basura para que los camiones recolectores no afecten en forma negativa su acción con el tráfico vehicular que pueda existir en

dicho lugar. Para esto se ha diseñado un lugar que cumpla con estos requerimientos el cual puede ser utilizado en cualquier tipo de colonia por construir en un futuro.

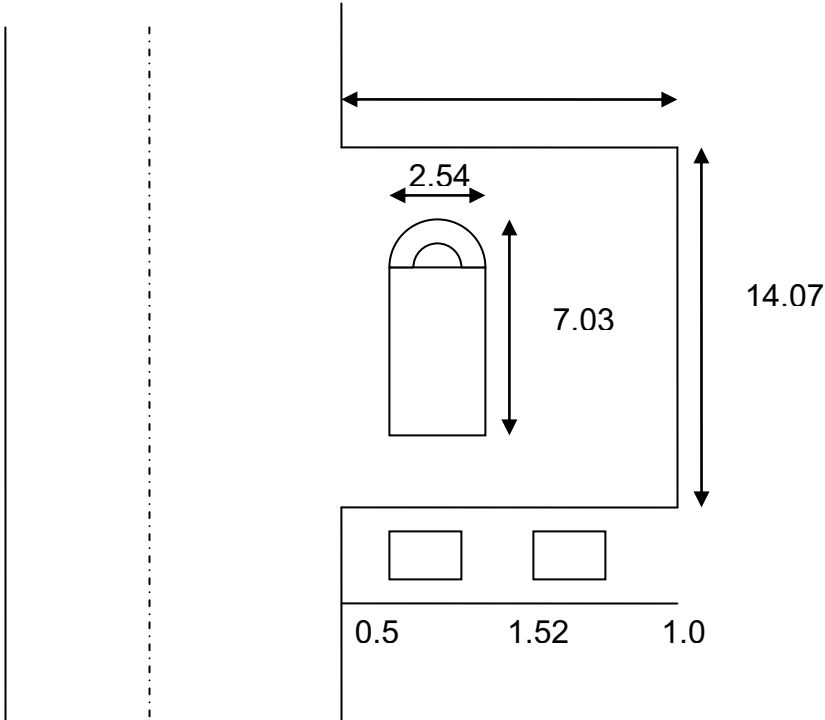
Éste no es un diseño inflexible ya que puede ser adaptado según sea la necesidad que se presente.

Los camiones recolectores por utilizar son de tipo compactadores con mecanismo apropiado para el uso de contenedores. Éstos son de carga trasera con una capacidad promedio de siete toneladas. Sus dimensiones son: ancho = 2.54 m, largo = 7.0358 m (incluye la cabina), radio de giro = 5.2 m³.

Los contenedores poseen las siguientes dimensiones: largo = 1.88 m, ancho = 1.52 m. Éstos deberán ubicarse de preferencia en lugares no muy cerca de casas habitación.

Si su ubicación está a lo largo de una calle muy transitada se ubicará de la siguiente forma:

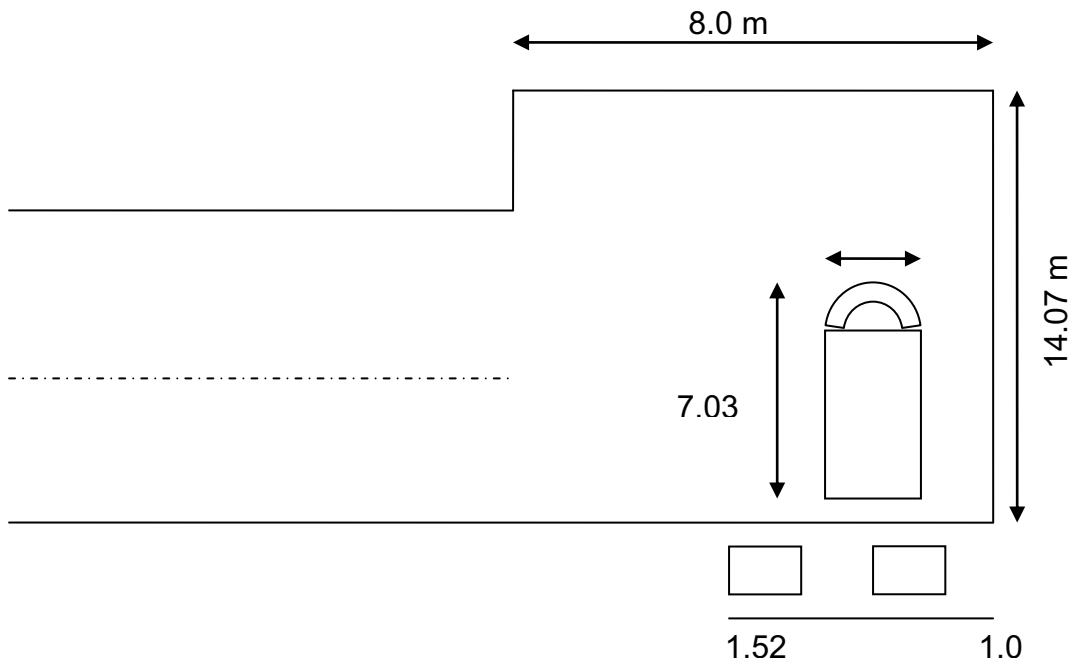
Figura 14. Área de recolección si los contenedores están ubicados en calle transitada



Fuente: Figura realizada por el autor.

Si la ubicación de los contenedores es al final de una calle se ubicarán de la siguiente manera:

Figura 15. Área de recolección si los contenedores están ubicados al final de una calle



Fuente: Figura realizada por el autor.

4.3.1 Proceso de recolección de los desechos orgánicos

Para el proceso de recolección de los desechos orgánicos primero tenemos que definir cuáles realmente los objetivos de la recolección, con qué equipo debemos contar para realizarlo de la mejor manera y cómo va ser el procedimiento de proceso de recolección, que a continuación se detalla:

4.3.1.1 Objetivo

El objetivo de este apartado es dejar claro, y con bases científicas, el método utilizado para determinar de manera óptima y lógica el sistema de recolección de los desechos orgánicos generados por las viviendas del municipio de Retalhuleu, aplicando las técnicas estudiadas por todo ingeniero industrial.

Se busca que el diseño de este sistema de recolección sea aplicable a cualquier municipio o área urbana existente a lo largo de todo el país.

4.3.1.2 Equipo y aparatos

Para determinar las rutas de recolección se debe hacer el uso del siguiente equipo:

- a) Un mapa a escala del municipio en estudio
- b) Un curvómetro
- c) Marcadores y resaltadores de varios colores
- d) Pliegos de papel vegetal
- e) Una computadora
- f) Papelería y otros

4.3.1.3 Procedimiento

Se deben realizar los siguientes pasos:

- a) Hacer una investigación de campo sobre el área urbana en estudio para corroborar el grado de confiabilidad de los mapas por utilizar para poder hacer los ajustes y correcciones necesarias.
- b) Se debe marcar en una copia del mapa, y con un pulmón de color, todas las calles por las cuales es posible que un camión recolector haga su recorrido. El objetivo de este paso es diferenciar con claridad, sobre el mapa, las vías de uso exclusivo para peatones y las calles estrechas de aquéllas que sí pueden ser utilizadas por un camión recolector.

- c) Para tener un orden en el ruteo, el municipio se debe dividir por regiones, basándose tanto en sus límites como en sus calles principales.
- d) Haciendo uso del mapa, se diferencian las construcciones fabriles y otras de las construcciones domiciliarias que son las de interés para el diseño.
- e) Tomar en cuenta el número de casas en cada zona o región para calcular el número de contenedores por ubicar en cada zona o región, tomándose en cuenta que el diseño requiere de una recolección diaria de los desechos orgánicos.
- f) Debido a que la infraestructura del municipio no puede ser cambiada, se ubicarán los contenedores en los lugares que se consideren apropiados: parqueos, finales de calles, terrenos baldíos, ensanchamientos de calles, etc., es decir, aquellos lugares en que los camiones puedan maniobrar sin ocasionar mayores problemas.
- g) Al tener ubicados los contenedores, se agrupan en grupos de cinco camiones, tomando en cuenta que éstos estén cerca y sobre una misma ramificación de calle, previendo la ruta que va a seguir el camión recolector. La razón por lo cual se hacen grupos de cinco, es por que los camiones requeridos en el diseño alcanzan su capacidad máxima al recolectar cinco contenedores.
- h) Debe establecerse como punto de partida inicial, para todos los camiones recolectores, el parqueo que la municipalidad designe para la flotilla de camiones.
- i) Luego de haber obtenido las rutas y el orden de recolección, en cada zona o región, se calculan los tiempos requeridos para recolectar cada grupo de

contenedores. El objetivo de esto es establecer un horario de recolección, y a través de éste, determinar el número exacto de camiones requeridos en el sistema.

- j) Los camiones deben ser rotados para que se puedan depreciar en igual forma.

5. RESULTADO Y VERIFICACIÓN

5.1 Estaciones o plantas de transferencia

Para el manejo del servicio de desechos sólidos, la municipalidad podrá disponer, operar o dar en concesión, si así lo estima conveniente, estaciones de transferencia, cuando las necesidades del servicio lo requieran; de ser este el caso, se prohíbe la transferencia de basuras en sitios diferentes a las estaciones de transferencia.

El diseño y construcción o instalación de estaciones de transferencia de desechos sólidos, se sujetarán a las normas de planeación urbana y a las normas técnicas ambientales vigentes para el diseño y construcción de instalaciones de disposiciones de desechos sólidos. Será necesaria la obtención de un estudio de evaluación de impacto ambiental y el correspondiente permiso por parte de la municipalidad, previo a su construcción y operación.

5.1.1 Condiciones

La localización y funcionamiento de las estaciones de transferencia de basuras deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

- a) Facilidad para el acceso de vehículos.

- b) No estar localizadas en áreas ambientales residenciales, de influencia de establecimientos educativos, hospitalarios, militares, de recreación y otro sobre cuyas actividades puede inferir.
- c) No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal ni causar problemas de estética.
- d) Tener sistema definido de carga y descarga.
- e) Tener sistemas alternos que permitan, en casos de fallas o emergencias el normal funcionamiento.
- f) Tener sistema de suministro de agua en cantidad suficiente para realizar actividades de lavado y limpieza.
- g) Disponer de los servicios básicos que permitan su funcionamiento.
- h) Disponer de garita de control para regular el acceso de vehículos o personas a las instalaciones.
- i) Tener un sistema efectivo para el control de vectores.

Cuando en las estaciones de transferencia se realicen actividades de recuperación de materiales reciclables, éstas se someterán también a las disposiciones de este reglamento.

5.2 Tratamientos

Se entiende por tratamientos de los residuales a las acciones que deberá seguir las organizaciones dentro de la gestión ambiental, con la finalidad de

prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que se pueden ocasionar los desechos sólidos en particular y por plan de manejo se entiende el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental de acuerdo con sus características, que incluye entre otras las operaciones de generación, recogida, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final. (Ciclo de vida de los residuales).

5.2.1 Desechos sólidos especiales

Son todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana Centros de Recuperación

5.2.1.1 Centros de recuperación

Los residuos infecciosos y patológicos en hospitales nacionales o privados casas de salud, sanatorios, centros de salud y laboratorios, deberán ser incinerados en el lugar donde se generan, en sistemas de incineración que cumplan con los requisitos técnicos de construcción y funcionamiento establecido en las normas vigentes. Además, deberán contar con los equipos de medición necesarios para el control operativo.

La disposición final de los residuos tóxicos y peligrosos deberá hacerse en confinamientos controlados, siguiendo las normas técnicas ambientales de diseño, construcción y manejo, y deberán ser instalados dentro de su propiedad por los generadores de dichos desechos. Será necesaria la obtención de un estudio de evaluación de impacto ambiental y el correspondiente permiso por

parte de la municipalidad. Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

Los desechos comunes especiales voluminosos y de manejo especial deberán ser transportados al sitio de disposición final que designe la municipalidad.

5.2.2 Criterios de diseño de ubicación

Como norma general, todo sitio para disposición final de desechos sólidos comunes deberá estar aislado de centros urbanos para garantizar la no interferencia con actividades diferentes a las ahí realizadas y evitar efectos nocivos a la salud de las personas y el medio ambiente.

Para determinar la ubicación de las instalaciones para el tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes, deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Crecimiento estimado de la población.
- b) Generación estimada de desechos sólidos.
- c) Desplazamiento urbano.
- d) Ubicación y topografía (fallas geológicas, áreas de impacto sísmico, susceptibilidad hidrológica, áreas inestables, humedales o áreas pantanosas, cercanías a centros urbanos).
- e) Vida útil de las instalaciones de por lo menos quince años.

El criterio de diseño para el manejo del tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes obedecerá a estudios técnicos, conforme a las normas técnicas ambientales y enmarcadas dentro de cualquiera de los siguientes sistemas.

- a) Relleno sanitario de área
- b) Relleno sanitario tipo trincheras
- c) Planta de separación, selección, tratamiento y relleno sanitario

5.2.2.1 Criterios de operación

El sitio que se utilice para efectuar el tratamiento y la disposición final de los desechos sólidos comunes que se generan en el municipio deberá cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

- a) Contar con un muro o cerca perimetral y garita para controlar el ingreso y salida de personas y vehículos.
- b) Tener señales que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollen.
- c) Contar con los servicios de suministro de agua, energía eléctrica y drenajes.
- d) Mantener condiciones sanitarias en general.

- e) Contar con área y sistemas de lavado para la limpieza de equipo y camiones recolectores.
- f) Preferentemente que cuente con báscula para pesar los camiones.
- g) Mantener control y un registro diario de la cantidad, volumen, calidad y peso de desechos sólidos ingresados por los vehículos recolectores.
- h) Contar con un estricto control de calidad en el proceso de separación de residuos orgánicos e inorgánicos.
- i) Contar con un estricto control de calidad en el proceso de producción de compost.
- j) Contar con relleno confinado para la descarga final de baterías y otros desechos sólidos caseros contaminantes.
- k) Contar con un área para la colocación de chatarra.
- l) Tener la vialidad en condiciones adecuadas para un fácil acceso y circulación interna de los vehículos.
- m) Contar con vigilancia las veinticuatro horas para proteger las instalaciones, su uso adecuado, evitar el vandalismo y detectar situaciones de emergencia.
- n) Contar con métodos para ejercer el control sobre el esparcimiento de la basura, partículas, polvo y otras materiales que por acción del viento puedan ser transportados a los alrededores del sitio de disposición final.

- o) Equipo de comunicaciones y teléfonos para casos de emergencia y para el control de operaciones.
- p) Instalaciones para los empleados, con agua potable, área de comedor, duchas y servicios sanitarios.
- q) Personal suficiente y debidamente capacitado para garantizar una operación adecuada.
- r) Equipo y maquinaria adecuada al sistema de operación.
- s) Estructuras para almacenamiento de equipo y para el mantenimiento del mismo.
- t) Impermeabilización del suelo en las áreas destinadas al relleno sanitario.
- u) Sistema de tratamiento de los líquidos lixiviales.
- v) En el caso de que el sistema seleccionado sea un relleno sanitario de área, se deberá contar con un banco de material de cobertura que pueda proveer la cantidad necesaria de acuerdo con la vida útil planificada.

5.3 Contaminación por desechos sólidos

Podemos decir que la Contaminación es la impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas. Algunos autores definen la

contaminación como el acto de contaminar o impurificar, o como la condición de algo impuro o sucio.

En fin, la contaminación no es más que la presencia en el medio ambiente de uno o mas contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, el agua, la tierra, los bienes propiedad de la Nación o de personas en general.

5.3.1 Prohibiciones generales

Para la prestación regular del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, la conservación del medio ambiente y la preservación de la salud del vecindario se prohíbe:

- a) La dispersión, derrame, descarga, depósito, disposición o acumulación de desechos sólidos en ningún predio, acera, vía de acceso pública o privada, cunetas, calles, terrenos baldíos urbanos y rurales, o cualquier sitio no autorizado por la municipalidad.
- b) Utilizar calles o banquetas para la instalación de talleres de reparación, y abandonar o permitir que se abandone chatarra o llantas usadas.
- c) Almacenar desechos de construcción en la vía pública.
- d) Almacenar o manejar materiales para la construcción en calles, avenidas, plazoletas, parques, jardines, alamedas, banquetas, áreas de recreación,

terrenos baldíos urbanos o rurales o cualquier otro sitio no autorizado por la municipalidad.

- e) Depositar desechos comunes domiciliarios, comerciales o industriales en los recipientes destinados a la captación de basura peatonal.
- f) Ensuciar calles, plazas o centros públicos satisfaciendo necesidades corporales que afecten la limpieza y ornato de la ciudad.
- g) El derrame y descarga de aceites y grasas usados en la vía pública, el servicio de alcantarillado público, al suelo o cualquier otro sitio no autorizado por la municipalidad.

La quema a campo abierto de desechos sólidos. La municipalidad podrá conceder tal autorización en casos de emergencia que representen un peligro real para la salud o la seguridad pública. La incineración de desechos sólidos en instalaciones o incineradores que no han sido autorizados por la municipalidad será considerada como quemado a campo abierto.

La disposición, aplicación o incorporación al terreno de cienos de aguas residuales, negras o contaminadas o de desperdicios provenientes de pozos sépticos a menos que:

- a) Sean tratados mediante algún proceso que reduzca significativamente los agentes patógenos. Las personas que realicen el proceso solicitarán la previa aprobación de la municipalidad.
- b) El acceso del público a la instalación sea controlado y se impida por lo menos por un mes el pastoreo de animales cuyos productos vayan a ser consumidos por seres humanos.

- c) Sean tratados por algún proceso de reducción ulterior de desechos sólidos patógenos. Las personas que realicen el proceso solicitarán la previa aprobación de la municipalidad.

Descargar o permitir que desechos o contaminantes provenientes de los beneficios de café, húmedos y secos, las fincas o plantas de producción y procesamiento de hortalizas, cualquier otra explotación agrícola o instalaciones para el manejo de desechos sólidos se descarguen, derramen o ganen acceso a aguas superficiales.

Contaminar o permitir la contaminación de las aguas subterráneas en el municipio. Los operadores de instalaciones para el manejo de desechos sólidos verificarán y se asegurarán que su operación cumple con las disposiciones aplicables del reglamento.

El almacenamiento, la recuperación o la disposición de desechos sólidos en zonas inundables o humedales o áreas pantanosas.

Se prohíbe terminantemente la disposición de residuos patológicos, infecciosos, tóxicos y peligrosos en los recipientes o bolsas destinados para la basura común, ni el manejo y disposición de dichos residuos en una instalación destinada al manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes. Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio.

5.4 Disposiciones administrativas

Las disposiciones de carácter administrativo tienen relación a lo estipulado en el reglamento propuesto, el cual norma el cumplimiento y sanción por faltas cometidas al mismo.

5.4.1 Medios de régimen de sanciones

La municipalidad, en el ejercicio del poder correctivo, podrá adoptar las medidas y utilizar los medios apropiados para asegurar el cumplimiento del reglamento.

Cuando la municipalidad encuentre que una o más disposiciones del reglamento, están siendo o han sido infringidos, extenderá por escrito una notificación de violación al infractor.

Toda notificación especificará en que consistió la violación, los puntos que están fuera de cumplimiento y el límite de tiempo que se concede para cumplir.

La notificación especificará los requerimientos que la municipalidad estime necesario para lograr el cumplimiento.

Si la infracción persiste más allá del tiempo concedido para cumplir, la municipalidad podrá expedir una orden de cumplimiento, o tomar cualquier otra acción sancionadora con sus facultades y de la Ley de lo Contencioso Administrativo.

5.4.1.1 Fallas graves

Se consideran fallas graves:

- a) La falta de los permisos necesarios para el ejercicio de la actividad y puesta en marcha de las instalaciones correspondientes.
- b) La contaminación por desechos sólidos de los suelos como resultado de la operación de un botadero o campo abierto o de las actividades en contravención de las disposiciones de este reglamento.
- c) La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas como resultado de alguna actividad en contravención de las disposiciones de este reglamento.
- d) Obstaculizar o entorpecer la labor de vigilancia, inspección y control de la municipalidad.
- e) La puesta en funcionamiento de vehículos recolectores, de instalaciones o establecimientos que hayan sido cerrados temporal o definitivamente o cuyo permiso de funcionamiento haya sido revocado o suspendido.
- f) Presentación de datos fraudulentos, falsos o inexistentes en cualquiera de los informes requeridos por la municipalidad.
- g) Descarga no autorizada de contaminantes tóxicos, flamables, radioactivos, corrosivos, reactivos, aceites, grasas, neumáticos usados o de cualquier forma peligrosa a las aguas superficiales, subterráneas o a cualquier otro cuerpo receptor no autorizado.

En los demás casos, para apreciar la procedencia de una sanción, así como para establecer la tasación de la misma, la municipalidad tendrá en cuenta la gravedad de la infracción, conforme al balance y estimación de las siguientes circunstancias agravantes y atenuantes:

5.4.1.2 Circunstancias agravantes

Son circunstancias agravantes:

Reincidir en la omisión de la misma falta.

- a) Realizar el hecho con pleno conocimiento de sus efectos dañinos, con la complicidad de subalternos o con su participación bajo debida presión.
- b) Cometer falta para ocultar otra.
- c) Omitir responsabilidad o atribuírsela a otro u otros, o realizar actos tendientes a ocultarla.
- d) Infringir varias obligaciones con la misma conducta.
- e) Preparar dolosamente la infracción y sus modalidades.
- f) La gravedad del riesgo o del daño generado contra el medio ambiente, los recursos naturales o la salud de las personas.

5.4.1.3 Circunstancias atenuantes

Son circunstancias atenuantes:

- a) La buena conducta anterior.
- b) La ignorancia invencible, que no podrá ser considerada como atenuante sino respecto de menores de edad, incapaces o analfabetas.
- c) Informar antes de que se produzcan los peligros o daños al medio ambiente, los recursos naturales o salud de las personas.
- d) Realizar las acciones correctivas por iniciativa propia para resarcir el daño, restaurar el equilibrio ecológico o el perjuicio causado, antes de la imposición de la sanción.

Cuando se ordene suspensión o cierre temporal de un establecimiento, se indicarán los medios y en virtud de los cuales la persona sancionada puede eventualmente solicitar que se ponga fin a la suspensión o al cierre temporal dispuesto. En cualquier caso, la persona sancionada no podrá adelantar ninguna de las actividades u operaciones que dieron lugar a la imposición de la sanción, para lo cual la municipalidad podrá adoptar las medidas apropiadas o solicitar el auxilio de la fuerza pública.

En el caso de decomiso de sustancias, productos o implementos utilizados en la comisión de una infracción y de la diligencia de aprehensión y depósitos, se levantará un acta que será suscrita por el funcionario que interviene y las personas a quienes se les practica de decomiso, copia de la cual se entrega a estas últimas. Si no fueren destruidos o rematados, a los

bienes decomisados definitivamente se les dará la destinación que proceda, conforme con los criterios que señale la municipalidad.

En los casos de cierre de establecimiento o suspensión de obras o actividades, la municipalidad utilizará los sistemas apropiados para asegurar el cumplimiento de las medidas ordenadas.

Las multas deben ser pagadas dentro de los cinco días hábiles siguientes a la ejecutoria de la providencia que las imponga. En la resolución correspondiente se indicarán los términos y condiciones bajo los cuales cesa para el infractor la obligación de pagar la multa.

5.4.2 Aspectos económicos y financieros

Dentro de toda propuesta es indispensable contemplar los aspectos financieros pues son el sustento de la implementación de la misma. El no planificar tales costos implicará tropiezos en la ejecución del proyecto.

5.4.2.1 Asignación de presupuesto de operación

Los fondos que se generen por la prestación del servicio serán destinados a cubrir los gastos de administración, operación y mantenimiento del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, así como demás compromisos que ocasione la prestación del mismo.

5.4.2.2 Costos de operación

Por el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos comunes, se fija una tarifa mensual y una tasa por la concesión del servicio de la siguiente manera:

Tabla IV. Cuadro de tarifas propuestas

Numero	TIPO	PROPUESTA DE TARIFA
1	DOMICILIAR	Q 25.00
2	Puestos del mercado y ventas callejeras, tortillerías, radio laboratorios, radio difusoras, barberías, ventas de ropa usada, pinchazos, sastrerías, talleres de bicicletas.	Q 40.00
3	Tiendas, molinos de nixtamal, tortillerías, radio laboratorios, radio difusora, refresquerías, barberías, ventas, de ropa usada, pinchazos, sastrerías, talleres de bicicletas.	Q40.00
4	Funerarias, centros fotográficos, vidrierías, depósitos de granos, venta y alquiler de videos, zapaterías, alquifiestas, oficinas de negocios en general, instituciones de servicio, distribuidoras de gas, comedores, cremerías, ventas de helados, tiendas de regalos, librerías y papelerías, aceiteras, aserraderos y ventas de madera.	Q50.00
5	Almacenes, carnicerías, marinerías, ventas de pollo, tiendas de regalos, ventas de plástico, escuelas públicas, cantinas, auto repuesto, panaderías, talleres	Q50.00

	automotrices, refresquerías, laboratorio dental, cafeterías, comedores, pensiones, farmacias.	
6	Billares, juegos electrónicos, taquerías, pupuserías, ferretería, laboratorios, instituciones públicas, restaurantes, ventas de calzado, fábricas de rótulos, clínicas médicas, clínicas odontológicas, bares y prostíbulos.	Q75.00
7	Depósitos de aguas gaseosas y cervezas, gasolineras, ventas de licor, ventas de materiales de construcción, imprentas, colegios privados, academias e institutos privados, abarroterías, almacenes de mercadería en general, centros de salud pública.	Q100.00
8	Hospitales privados, casas de salud privadas, restaurantes, ventas de comida rápida.	Q100.00
9	Hoteles, fábricas de block, fábricas de piso de granito, predio de venta de vehículos usados.	Q100.00
10	Industrias, fábricas, clubes sociales privados, predios de venta de maquinaria y vehículos nuevos.	Q150.00
11	Estadios, centros deportivos públicos o privados, supermercados.	Q150.00

Las tasas anteriores podrán ser modificadas cuando la municipalidad lo estime conveniente y normadas a otros usuarios que no figuren en la lista anterior.

La tarifa y tasa municipal aplicable por el servicio de recolección y transporte de los desechos comunes especiales, será fijada por la municipalidad en coordinación con la empresa que prestaría del servicio, de acuerdo con la característica y volumen de los residuos.

5.4.3 Disposiciones finales

En lo que respecta a las disposiciones finales, el juez de asuntos municipales o el alcalde en función del juez podrá aplicar las sanciones e imponer las multas sobre la base de lo que para el efecto establece el Reglamento.

Los casos en el Reglamento serán resueltos por el alcalde municipal de conformidad con el Código Municipal y las Leyes Ambientales vigentes.

Quedarán sin efecto cualquier disposición o acuerdos municipales emitidos sobre la materia con anterioridad y que se opongan a lo dispuesto en el reglamento, inmediatamente cuando entre en vigor.

Se declara como único sitio autorizado para la disposición final de los desechos sólidos comunes, el botadero municipal que se encuentra ubicado en el cantón Cabañas del Municipio de Nuevo San Carlos de este Departamento, tiene una extensión de 4 manzanas y una distancia de 8 kilómetros de la cabecera municipal de Retalhuleu.

CONCLUSIONES

1. El Ministerio de Educación debe agregar, dentro de sus programas a inicios de la primaria, educación ambiental, de tal forma que el niño crezca con consciencia acerca de su futuro si no se preocupa de la contaminación, y formarle una visión sobre los daños y perjuicios que conlleva no cuidar el ambiente.
2. El actual sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos con el que trabaja la municipalidad de Retalhuleu no es capaz de disminuir los altos índices de contaminación, generados por la basura no recolectada, y que a la vez, este sistema no produce los beneficios deseados, tanto económicos como sociales a la población.
3. Por no ser obligatorio el sistema de recolección de desechos sólidos de Retalhuleu para todas las viviendas del área urbana, varias no hacen uso de este, lo que provoca la aparición constante de botaderos de basura clandestinos en terrenos baldíos y puentes, lo que resulta perjudicial para la salud de los habitantes y el ornato de la ciudad.
4. Las personas que laboran en el sistema de recolección de desechos sólidos y la población en general, no tienen los conocimientos, ni la concientización necesaria para el manejo de éstos, lo que provoca que sean parte importante en el actual problema de la contaminación generada por la basura.

5. El sistema de recolección de desechos sólidos de Retalhuleu, no cuenta con una clasificación adecuada de sus usuarios, lo que tiene como resultado que industrias, comercios y viviendas, paguen una misma cuota de servicio, aunque la cantidad de desechos que producen y botan sea diferente.
6. No se cuenta con un horario de barrido y recolección de desechos sólidos para los fines de semana, ya que son los días de más afluencia turística y por consiguiente los días de mayor producción de desechos sólidos en el área urbana del municipio.
7. No existe control sobre los animales callejeros, lo que hace que éstos saquen la basura de los recipientes domiciliarios y la esparzan por toda la calle, lo que implica que esa basura no sea llevada en el camión recolector y se convierta de basura domiciliar en basura pública.
8. Como se demostró en la propuesta, los costos son financiables y manejables si se cuenta con el apoyo de la población, iniciativa privada y la misma Municipalidad.

RECOMENDACIONES

1. Que el Ministerio de Ambiente brinde el apoyo y capacitación adecuada a las municipalidades del país, para hacer de la protección del medio ambiente un proyecto a nivel nacional, que persiga el objetivo primordial de preservar el medio ambiente, a través de distintas acciones ya enumeradas.
2. Identificar los lugares y desechos que afectan al medio ambiente dentro del municipio de Retalhuleu, por medio de la municipalidad y vecinos y tomar las medidas de mitigación correctivas.
3. Colocar recipientes en forma inmediata, para recolección de basura en lugares muy concurridos por parte de la Municipalidad, con colaboración de iniciativa privada, como paradas de bus, parques, escuelas y mercados para minimizar el tirar basura en calles y banquetas.
4. El sistema de recolección de desechos sólidos debe ser obligatorio para todas las viviendas del sector urbano de Retalhuleu, a fin de evitar la proliferación de basureros clandestinos, para mejorar la salud y el ornato de la ciudad, lo cual se puede implementar con la ayuda de los medios de comunicación.
5. Clausurar todos los basureros clandestinos de la ciudad y luego colocar letreros con mensajes alusivos al medio ambiente en donde se le haga ver a las personas la importancia de que colaboren en mantener limpia

la ciudad, ésta labor le concierne a la Municipalidad buscando el apoyo de vecinos y comercio en general

6. Implementar un horario de limpieza para los fines de semana y días festivos, debido a que son los días que más turismo llega al municipio y por consiguiente se generan más desechos sólidos. La municipalidad tiene que equipar a un grupo especial de trabajo para estos menesteres.
7. Conformar reuniones con participación de todos los ciudadanos por parte de la Municipalidad, a fin de proponer planes de trabajo mensual y la vigilancia del cumplimiento de sus objetivos.
8. Que la Municipalidad divulgue por todos los medios a su alcance sobre las bondades de la limpieza y concientice de esta forma a los pobladores de los beneficios que obtienen con su colaboración y participación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud Pública, División de Saneamiento del Medio. Reglamento sobre manejo de residuos sólidos municipales. Guatemala, 1988.
2. OPS. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos. Guatemala: Organización Panamericana de la Salud. Guatemala, 1995.
3. PROINFO 2000. “Recuerdo Censal Municipal Quetzaltenango 2000”. Quetzaltenango, Guatemala.
4. Guillén Fernández, Eduardo José. Manejo de los desechos sólidos en el área urbana del municipio de Jutiapa. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1995. 58 pp.
5. Wilson D.C. 1981. Waste Management Evaluation Technologies. Nueva York Oxford University Press.
6. Mayen, Gustavo, 1994. “Diagnóstico de los desechos principales en Guatemala”. Guatemala: OPS.
7. Najar, Laura y otros. 1998. Tasas de generación de residuos sólidos urbanos. San Rafael, Mendoza, Argentina: Facultad de Ciencias Aplicadas a la industria. U.N.C.

8. Asamblea nacional constituyente 1985. Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala.

9. Rodríguez Arango, Douglas Alejandro, 2002. Caracterización de los residuos sólidos residenciales generados en el área urbana del municipio de Quetzaltenango, Depto. de Quetzaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Pág. 129

10. Mejía Duarte, Dennis Alexander, 2004. Propuesta de un plan de recolección de desechos sólidos y aseo urbano en el municipio de Esquipulas, Chiquimula. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Pág. 150.