



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA  
ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA**

**Luis Diego Herrera Guerra**

Asesorado por el Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA  
ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS DIEGO HERRERA GUERRA**

ASESORADO POR EL ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Rivera
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralòn
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chaverría
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de agosto de 2018.



**Luis Diego Herrera Guerra**

Guatemala, 23 de septiembre de 2019

**Ingeniero**

**Pedro Antonio Aguilar Polanco**

**Jefe del Departamento de Hidráulica**

**Facultad de Ingeniería**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Estimado Ingeniero Aguilar:

Por medio de la presente me permito informar que, en calidad de asesor nombrado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, he procedido a la revisión final del trabajo de graduación titulado **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante universitario Luis Diego Herrera Guerra, carné 2012-12914, determinando que el mismo cumple con los requisitos establecidos, por lo que de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final.



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

**Dr. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga**

**Asesor**

**No. de colegiado: 8297**



**USAC**

TRICENTENARIA

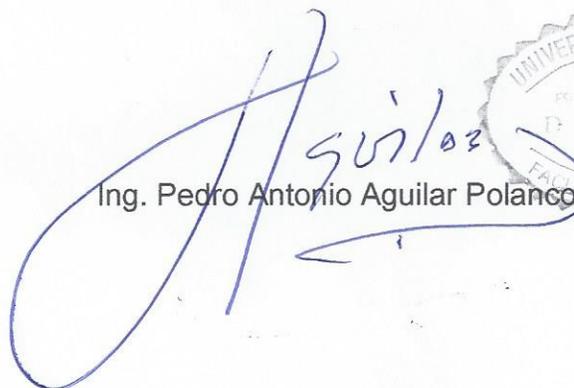
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil y Jefe del Departamento de Hidráulica, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga, al trabajo de graduación del estudiante Luis Diego Herrera Guerra **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, octubre 2019

/mrm.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189102 - 24189103

DTG. 584.2019

La Decana 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 Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA ALDEA EL PAREDÓN BUENA VISTA, SIPACATE, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Diego Herrera Guerra**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis papás**

Rolando Herrera y Kathy Guerra, por su apoyo y sus sabios consejos.

### **Mis hermanos**

Dafne y Rolando Herrera, por brindarme su apoyo incondicional.

### **Mi familia**

En general, por estar pendientes y enseñarme a ser una persona con buenos valores.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.
<b>Mi familia</b>	Por el apoyo y la paciencia incondicional brindados en todo momento.
<b>Aldea El Paredón Buena Vista</b>	Por su buena voluntad y cooperación durante el trabajo de campo.
<b>La Choza Chula (oenegé)</b>	Por presentarme con la aldea y apoyo brindado durante el trabajo de campo.
<b>Mi asesor</b>	Por su apoyo durante la elaboración de este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR .....	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Ubicación geográfica .....	2
1.3. Extensión territorial.....	6
1.4. Demografía.....	7
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE DESECHOS SÓLIDOS .....	15
2.1. Definición.....	15
2.2. Composición.....	16
2.3. Clasificación .....	17
3. RIESGOS Y CONSECUENCIAS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	21
3.1. Riesgos para la salud.....	21
3.2. Riesgos para el medio ambiente .....	23
4. MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	29
4.1. Generación.....	31
4.2. Almacenamiento.....	32

4.3.	Recolección y transporte .....	32
4.4.	Tratamiento .....	35
4.4.1.	Incineración .....	36
4.4.2.	Compostaje .....	37
4.4.3.	Reciclaje .....	37
4.5.	Disposición final .....	39
4.5.1.	Relleno sanitario.....	40
4.5.2.	Vertederos.....	42
5.	METODOLOGÍA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES .....	43
5.1.	Zonificación del distrito.....	43
5.2.	Determinación de la población actual.....	45
5.3.	Distribución de encuestas por zonas.....	45
5.4.	Determinación del número de muestras.....	45
5.5.	Determinación de las zonas representativas.....	48
5.6.	Sensibilización y capacitación de la población seleccionada ...	48
5.7.	Toma de muestras .....	49
5.8.	Determinación de la generación per cápita .....	54
5.9.	Determinación de la composición física de los residuos .....	55
5.10.	Determinación del poder calorífico .....	56
6.	PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO .....	59
6.1.	Antecedentes .....	59
6.2.	Resultados .....	61
6.2.1.	Resultados encuesta.....	61
6.3.	Características de los residuos sólidos .....	69
6.3.1.	Generación per cápita (ppc) .....	71
6.3.2.	Densidad .....	76

6.3.3.	Composición física.....	82
7.	PROPUESTA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS....	87
7.1.	Análisis de la situación actual.....	87
7.2.	Propuesta del manejo de los desechos sólidos.....	89
7.3.	Soluciones técnicas para la disposición final.....	90
7.3.1.	Minimización de la generación.....	91
7.3.2.	Reciclaje .....	92
7.3.2.1.	Reciclaje de DSD-O.....	93
7.3.2.2.	Reciclaje DSD-I .....	95
7.3.3.	Reutilización .....	103
	CONCLUSIONES .....	105
	RECOMENDACIONES .....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	ANEXOS .....	117



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Vista al embarcadero de la aldea El Paredón Buena Vista .....	2
2.	Municipios del departamento de Escuintla .....	3
3.	Mapa de asentamientos humanos área Sipacate-Naranjo.....	4
4.	Ubicación de la aldea El Paredón Buena Vista .....	5
5.	Pirámide poblacional de la aldea El Paredón Buena Vista.....	8
6.	Salón comunal de la aldea El Paredón Buena Vista .....	9
7.	Escuela de la aldea El Paredón Buena Vista .....	10
8.	Puesto de salud de la aldea El Paredón Buena Vista .....	11
9.	Vivienda área urbana de la aldea El Paredón Buena Vista (A) .....	12
10.	Vivienda área urbana de la aldea El Paredón Buena Vista (B) .....	13
11.	Impacto al paisaje por manejo de desechos sólidos .....	25
12.	Manejo actual de DSD en la aldea El Paredón Buen Vista .....	26
13.	Basureros clandestinos en la aldea El Paredón Buena Vista.....	27
14.	Fases del manejo de desechos sólidos.....	30
15.	Cobertura departamental del servicio de recolección de desechos domiciliarios, año 2014 (porcentaje) .....	35
16.	Actividades de clasificación y reciclaje de DSD de la aldea El Paredón Buena Vista .....	38
17.	Almacenamiento temporal y clasificación de DSD de la aldea El Paredón Buena Vista .....	41
18.	Casco urbano de la aldea El Paredón Buena Vista.....	44
19.	Viviendas participantes diferentes estratos .....	47
20.	Calle principal de la aldea El Paredón Buena Vista .....	49

21.	Recolección de muestras (A) .....	50
22.	Recolección de muestras (B) .....	51
23.	Traslado de muestras .....	52
24.	Determinación peso de muestras .....	53
25.	Caracterización desechos sólidos.....	54
26.	Determinación densidad desechos sólidos .....	55
27.	Producción por vivienda DSD-O 5 días.....	73
28.	Producción por vivienda DSD-I 5 días .....	73
29.	Tipo de recipiente para cálculo de la densidad DSD .....	77
30.	Resultados del peso DSD-O kg/día .....	83
31.	Resultados del peso DSD-I kg/día .....	84
32.	Plásticos termoplásticos.....	99

## TABLAS

I.	Eventos naturales que han afectado a la aldea El Paredón Buena Vista.....	6
II.	Población por grupo de edad y sexo en el municipio de Sipacate, año 2017 .....	7
III.	Composición física de los desechos sólidos domiciliarios .....	17
IV.	Enfermedades transmitidas por vectores relacionados con residuos sólidos .....	23
V.	Tiempo de degradación de los residuos sólidos inorgánicos.....	24
VI.	Desechos sólidos típicos de comunidades .....	31
VII.	Resumen división estratificada viviendas, aldea El Paredón Buena Vista.....	47
VIII.	Valores típicos poder calorífico desechos sólidos .....	56
IX.	Resumen cálculo poder calorífico superior .....	57
X.	Resultados: habitantes por vivienda .....	62

XI.	Resultados: ¿en qué lugar de la casa tienen el recipiente de la basura? .....	63
XII.	Resultados: ¿qué hace con la basura cuando no se recoge en su casa? .....	64
XIII.	Resultados: ¿quién recoge la basura de su casa? .....	65
XIV.	Resultados: ¿sabe usted cuál es el destino final de su basura? .....	65
XV.	Resultados: ¿estaría dispuesto a caminar si la recolección se hace en lugares específicos y no puerta a puerta? .....	66
XVI.	Resultados: ¿separa, reutiliza o recicla algún residuo en su casa? .....	67
XVII.	Resultados: ¿estaría usted dispuesto a colaborar con la separación de sus residuos de su hogar para facilitar el proceso de reciclaje de estos? .....	68
XVIII.	Resultados: ¿considera que existe contaminación por el manejo de los DSD en la aldea? .....	68
XIX.	Resultados: ¿estaría dispuesto a pagar por un buen servicio de recolección de basura? .....	69
XX.	Resultados: generación diaria de DSD de acuerdo con su naturaleza .....	70
XXI.	Resultados: generación promedio (5 días) de DSD de acuerdo con su naturaleza.....	70
XXII.	Resultados: DSD generados (5 días kg/vivienda) aldea El Paredón Buena Vista.....	71
XXIII.	Resultados: ppc diario DSD aldea El Paredón Buena Vista.....	74
XXIV.	Proyección generación de DSD período 2019 - 2039 .....	76
XXV.	Resultados: valores densidad suelta DSD .....	78
XXVI.	Resultados: valores densidad compactada DSD .....	79
XXVII.	Resultados: valores densidad suelta por tipo de DSD-I .....	80
XXVIII.	Resultados: valores densidad compactada por tipo de DSD-I .....	81
XXIX.	Resultados: clasificación DSD-I kg/día.....	84



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>COCODE</b>	Consejo comunitario de desarrollo
<b>Dc</b>	Densidad compactada
<b>Ds</b>	Densidad suelta
<b>DSD</b>	Desecho sólido domiciliario
<b>DSD-I</b>	Desecho sólido domiciliario inorgánico
<b>DSD-O</b>	Desecho sólido domiciliario orgánico
<b>d</b>	Día
<b>ENCOVI</b>	Encuestas de condiciones de vida
<b>EIA</b>	Estudio de impacto ambiental
<b>h</b>	Hora
<b>IRA</b>	Infecciones respiratorias agudas
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>Kcal</b>	kilo calorías
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>m</b>	Metro
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetro
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>W</b>	Peso
<b>PMA</b>	Plan de manejo ambiental
<b>PC</b>	Poder calorífico

<b>pci</b>	Poder calorífico inferior
<b>pcs</b>	Poder calorífico superior
<b>%</b>	Porcentaje
<b>ppc</b>	Producción <i>per cápita</i>
<b>Σ</b>	Sumatoria
<b>T</b>	Tiempo
<b>U</b>	Unidad
<b>°C</b>	Grados Celsius

## GLOSARIO

<b>Áreas protegidas legalmente declaradas</b>	Son aquellas áreas declaradas como protegidas por medio de un decreto del Congreso de la República.
<b>Aseo urbano</b>	Es el conjunto de procesos y actividades que comprenden el manejo de los desechos sólidos en las comunidades.
<b>Basurero</b>	Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generen riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.
<b>Botadero</b>	Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.
<b>Caracterización</b>	Es la acción o el efecto de ordenar o disponer por clases.

<b>Lixiviado</b>		Es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente, se da en ambos casos. Este líquido es más comúnmente hallado asociado a rellenos sanitarios.
<b>Producción <i>per cápita</i></b>		Es la generación de residuos sólidos expresada en kilogramos por habitante y por día.
<b>Residuo domiciliario</b>	<b>sólido</b>	Debido a su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado por viviendas o establecimientos similares.
<b>Vectores</b>		Seres vivos que intervienen en la transmisión de enfermedades al llevarlas de un reservorio a una persona sana.

## RESUMEN

Una estrategia para reducir la contaminación ambiental es el adecuado manejo y la recolección de los desechos sólidos domiciliarios (DSD), entre los que se incluyen los residuos domésticos (basura doméstica) y que, de acuerdo con las condiciones locales, pueden incluir desechos de otros tipos.

La aldea El Paredón Buena Vista, Sipacate, Escuintla, ha experimentado en los últimos años un crecimiento urbano y comercial, lo que genera un aumento en la demanda de servicios públicos, entre ellos el de la recolección de los residuos sólidos.

Actualmente, en la aldea no se cuenta con un sistema de recolección de basura adecuado, lo que genera problemas con el manejo y la gestión de los desechos domiciliarios. El interés de este trabajo yace en caracterizar los DSD en la aldea El Paredón Buena Vista, Sipacate, Escuintla, y que a su vez sirva como base para crear un plan para su manejo y tratamiento.

De acuerdo con la metodología utilizada, inicialmente se presentan los antecedentes sobre el lugar y su población, así como el marco teórico sobre el tema y las características de los desechos domiciliarios en la zona para proponer soluciones técnicas para su disposición final.

Para esto se desarrolló el trabajo de campo que consistió en el análisis y la caracterización de los DSD generados por una muestra de la población; al final se obtuvo información sobre la cantidad y los tipos de DSD, sus características físicas y la producción *per cápita*.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios de la aldea El Paredón Buena Vista, Sipacate, Escuintla.

### **Específicos**

1. Determinar la composición física de los residuos sólidos domiciliarios de la aldea El Paredón Buena Vista, para obtener el contenido orgánico e inorgánico.
2. Establecer la cantidad de desechos sólidos que produce la población, así como sus características generales.
3. Proponer una adecuada disposición final de los desechos sólidos domiciliarios producidos en la aldea.



## INTRODUCCIÓN

En Guatemala, existe un déficit en la gestión de los desechos sólidos, problema que se incrementa en el interior del país, que genera problemas de contaminación del medio ambiente y, por consiguiente, de la salud. Según la caracterización departamental de Escuintla, publicada por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2013, la generación de residuos sólidos presentó una tendencia creciente; alcanzó ese año un total de 112 086 toneladas, cantidad que superó por un 2,4 % a los generados el año anterior.

El municipio de Sipiccate fue creado el 14 de octubre de 2015, por esta razón, la información existente sobre desechos sólidos es poca; el municipio cuenta con un botadero a cielo abierto y un tren de recolección en el casco urbano.

En el capítulo uno se presenta la monografía de la aldea El Paredón Buena Vista y los aspectos importantes del municipio de Sipacate. El capítulo dos presenta conceptos básicos de los desechos sólidos: definición, composición y clasificación.

En el capítulo tres se desarrolla el tema de los riesgos y las consecuencias relacionados con la gestión de los desechos sólidos. El capítulo cuatro incluye aspectos importantes sobre el manejo de los desechos sólidos.

En el capítulo cinco se describe la metodología utilizada durante el trabajo desarrollado; mientras que el capítulo seis aborda la presentación del estudio que incluyó los resultados y las características de los residuos sólidos.

Finalmente, en el capítulo siete se describe la propuesta para la disposición final de los residuos de acuerdo con las condiciones identificadas.

# **1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR**

## **1.1. Antecedentes históricos**

El territorio de la República de Guatemala se divide para su administración en departamentos y estos en municipios; los que se encuentran regulados en diversas leyes de la República, que establecen su forma de organización, lo relativo a la conformación de sus órganos administrativos y sus tributos.

Sipacate es un municipio del departamento de Escuintla, fue creado el 14 de octubre de 2015; la aldea El Paredón Buena Vista pertenece al municipio de Sipacate y se localiza en un recodo del canal de Chiquimulilla, litoral del Pacífico.

La aldea El Paredón Buena Vista fue fundada en 1970 por el señor Valerio Medina, presidente en ese entonces del comité que se había formado para tal efecto. Se oficializó como aldea por acuerdo gubernativo del 9 de septiembre de 1970, publicado en el diario oficial el día 18 de ese mes y año.

En 1940, las primeras familias construyeron sus casas en el pueblo con hojas de palma y madera de manglar. El nombre de El Paredón Buena Vista hace alusión al paredón natural que se encontraba en el embarcadero principal de la aldea y a la vista del horizonte que desde allí se obtenía; en el año de su fundación este paredón tenía una altura de 7 metros.

Figura 1. **Vista del embarcadero de la aldea El Paredón Buena Vista**



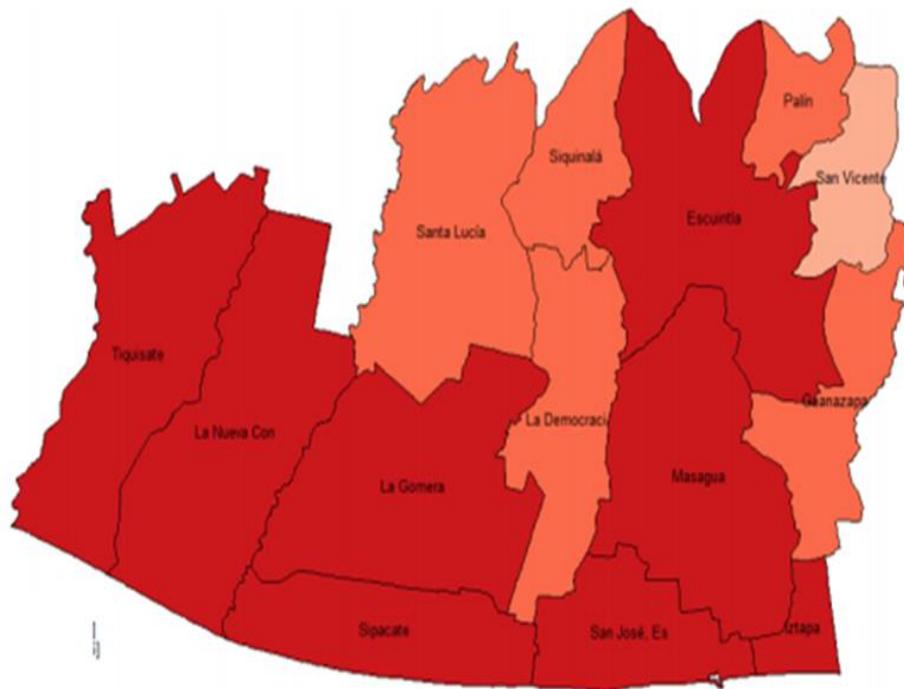
Fuente: elaboración propia.

## **1.2. Ubicación geográfica**

El departamento de Escuintla se encuentra en la región central (V) del país; limita al norte con Suchitepéquez, Chimaltenango y Sacatepéquez; al este con los departamentos de Guatemala y Santa Rosa; al oeste con Suchitepéquez; al sur con el océano Pacífico; tiene una altitud de 347 msnm y su clima es cálido tropical.

El municipio de Sipacate se ubica a una distancia de 134 kilómetros de la ciudad capital y a 78 kilómetros de la cabecera departamental, con una altitud promedio de 2 metros sobre el nivel del mar, lo que justifica su clima cálido. Colinda al norte y al oeste con el municipio de la Gomera, al sur con el océano Pacífico y al este con el municipio del Puerto de San José.

Figura 2. **Municipios departamento de Escuintla**



Fuente: Municipalidad de Sipacate.

La aldea El Paredón Buena Vista es una comunidad que se localiza en las costas del Pacífico guatemalteco, dentro del área de conservación Sipacate - Naranjo en el municipio de Sipacate (disposición legal de la creación del parque nacional según Acuerdo Gubernativo del 6 de septiembre de 1969, sin número), abarca una franja de 20 km de largo por 1 km de ancho (2 000 hectáreas

aproximadamente), que incluye las poblaciones de Sipacate, El Paredón Buena Vista y El Naranjo.

Figura 3. **Mapa de asentamientos humanos, área Sipacate-Naranjo**



Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2015. *Análisis de vulnerabilidad climática en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*. p. 15.

La aldea posee colindancias hacia la playa y el canal; al norte con el canal de Chiquimulilla, el manglar y la finca Santa Cecilia; al sur con el océano Pacífico; al este con la comunidad de El Naranjo; y al oeste con el apostadero naval, municipio Sipacate y el canal de Chiquimulilla.

En la aldea funciona un tortugario en donde se incuban los huevos de las tortugas marinas hasta que nacen y son liberadas en el mar; su topografía plana la hace una zona vulnerable a inundaciones en épocas lluviosas.

**Figura 4. Ubicación de la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: Google Earth. Consulta: 15 de diciembre de 2018.

Para llegar a la aldea El Paredón Buena Vista, se cuenta con acceso desde la capital, por medio de la carretera CA -9, se desvía a la altura de Siquinalá por medio de la carretera departamental 2 hacia la Democracia, se continua hacia la cabecera municipal de La Gomera, se sigue hacia la ruta hacia el sur hasta Sipacate, en carretera asfaltada de 2 carriles.

Al llegar a Sipacate existe una calle de terracería de 8 km, en buen estado y transitable durante todo el año hasta el apostadero naval, en donde se toma una lancha para atravesar el canal hasta la aldea El Paredón Buena Vista, en un corto recorrido de 2 kilómetros. Existe una pista de aterrizaje de terracería en las proximidades de la base naval.

Debido a su ubicación, la aldea es vulnerable a eventos y amenazas naturales, de acuerdo con lo establecido, los eventos naturales que han impactado en la comunidad en los últimos años son los siguientes:

Tabla I. **Eventos naturales que han afectado a la aldea El Paredón Buena Vista**

Año	Evento	Impacto en la Comunidad
1998	Huracán Mitch	Día y noche llovía y no había alimentos, se producían enfermedades gastrointestinales y dermatológicas.
2005	Tormenta Stan	Día y noche llovía y no había alimentos, se producían enfermedades gastrointestinales y dermatológicas.
2010	Tormenta Agatha	Pérdida de cosechas (maíz y ajonjolí).
2014	Canícula	Afectó cosechas, ríos secos (disminución de caudal).

Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2015. *Análisis de vulnerabilidad climática en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*. p. 17.

### 1.3. Extensión territorial

La República de Guatemala cuenta con una extensión territorial de 108 889 km<sup>2</sup>; el departamento de Escuintla se encuentra en la región central (V) del país y cuenta con una extensión territorial de 4 384 km<sup>2</sup>.

La aldea El Paredón Buena Vista se localiza dentro del territorio del ecosistema manglar, es considerada como Área de Conservación Sipacate-Naranjo, dentro del área se cuenta con 1 682,32 hectáreas de mangle.

Las áreas urbanas y turísticas de la aldea El Paredón Buena Vista cubren una extensión aproximada de 15 manzanas; la aldea tiene un área de 0,60 km<sup>2</sup>.

## 1.4. Demografía

“La población nacional se estimaba en el 2015 en 16 176 millones de habitantes, con un crecimiento de 2,44 % anual. La cabecera del departamento de Escuintla es la tercera ciudad más grande e importante del país con una población aproximada de 162 000 habitantes.”<sup>1</sup>

El municipio de Sipacate tiene alrededor de 28 000 habitantes, lo componen 3 aldeas, 1 parcelamiento, 12 caseríos y 43 fincas.

Tabla II. **Población por grupo de edad y sexo en el municipio de Sipacate, año 2017**

Población ambos sexos															
< - 1*	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65+	Total
236	988	1219	1127	1108	1020	901	822	691	547	430	341	276	234	538	10480
Población hombres															
< - 1*	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65+	Total
123	516	636	587	581	535	458	426	356	272	208	163	133	117	271	5384
Población mujeres															
< - 1*	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65+	Total
113	472	583	540	528	485	443	396	335	275	222	178	143	117	267	5096

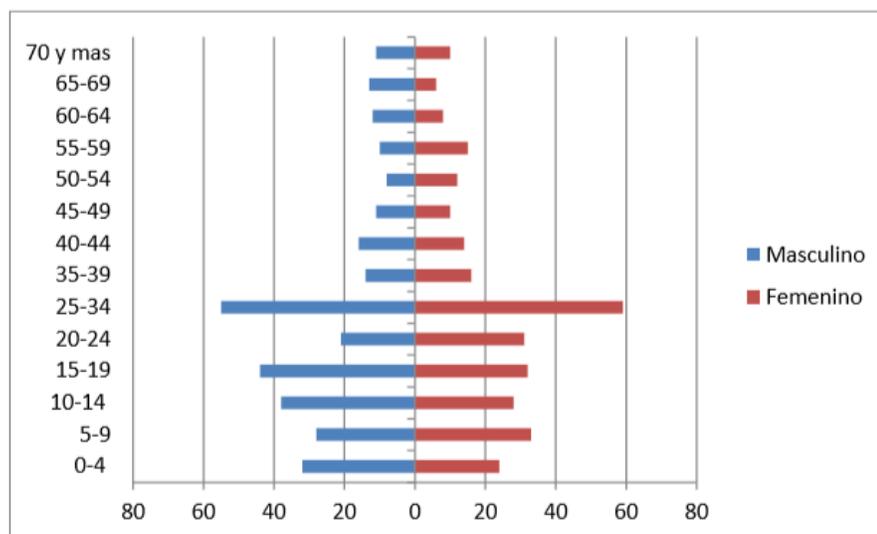
Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística (INE) *Compendio estadístico ambiental de Guatemala, 2015*. Sección de Estadísticas Ambientales. p. 100.

La aldea El Paredón Buena Vista es una de las aldeas de mayor crecimiento poblacional y desarrollo del municipio de Sipacate. La aldea sufre cambios poblacionales debido a la migración, en su mayor parte; también, la tasa de natalidad contribuye al crecimiento.

- La población en la aldea es de 819 habitantes, el 51,3 % son hombres y el 48,7 % son mujeres; la edad promedio de la población es de 27 años.<sup>2</sup>
- La población predominante en el litoral del Pacífico la representan los niños y los jóvenes hasta de 19 años, representan el 53,01 % de la población total.

Figura 5. Pirámide poblacional de la aldea El Paredón Buena Vista



Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2015. *Análisis de vulnerabilidad climática en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*. p. 13.

<sup>2</sup> ONG. La Chocha Chula. *Análisis de las encuestas LCC 2017*, aldea El Paredón Buena Vista. Guatemala: 2017. p. 12

- Por su ubicación cercana al océano Pacífico y la influencia del ecosistema manglar, los medios de vida de la aldea están relacionados a estos recursos naturales. Las actividades productivas en la aldea son principalmente el turismo, la pesca y la agricultura; se estima que el 66 % de la población se dedica a la actividad de pesca y agricultura.
- Los grupos sociales existentes en la aldea distan en el aspecto cultural por sus creencias, costumbres y otros factores determinantes; la religión predominante en la aldea es la católica. Hay dos salones comunales para eventos y reuniones sociales.

Figura 6. **Salón comunal de la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

- La cobertura educativa en la aldea El Paredón Buena Vista la cubren la Escuela Oficial Rural Mixta, inaugurada en enero de 1973, del nivel educativo primario, una biblioteca y una escuela secundaria con un laboratorio de computación. Después de la escuela secundaria, los estudiantes deben viajar a Sipacate, al Puerto de San José o a la capital para continuar su educación.

**Figura 7. Escuela de la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

- Los servicios de salud se limitan a un centro de salud para Sipacate y un puesto de salud en la aldea El Paredón Buena Vista.

Figura 8. **Puesto de salud en la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

El área urbana de la aldea se encuentra aledaña al canal de Chiquimulilla y al océano Pacífico, sobre la barrera arenosa característica de esta zona costera, cubre una extensión aproximadamente de 15 manzanas. Su topografía es plana y la disposición de las viviendas sigue como patrón el trazo de sus calles entrecruzadas.

En la aldea el Paredón Buena Vista las viviendas ocupan, en su mayoría, comercio y actividades de servicio público recreativo. La tipología constructiva en la aldea identifica dos tipos de viviendas:

- La vivienda urbana: ha mejorado su estructura sustancialmente durante los últimos años, puesto que se han edificado viviendas con paredes de block y cemento, pisos de ladrillo y techo de manaque. En menor grado losa de concreto y techos de lámina.

El número de viviendas en el área urbana de la aldea es de 154, con una densidad poblacional de 5,32 hab/vivienda. De acuerdo con la información existente el 97 % de la población posee vivienda propia.

**Figura 9. Vivienda área urbana de la aldea El Paredón Buena Vista (A)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Vivienda área urbana en la aldea El Paredón Buena Vista (B)



Fuente: elaboración propia.

- La vivienda rural: prevalece la vivienda con paredes de block, pero aproximadamente el 30 % con paredes de lepa. Las viviendas igualmente se encuentran con pisos de ladrillo y el 60 % con pisos de tierra. Los techos de las viviendas rurales varían entre lámina de zinc y manaque, todo depende de la situación económica familiar.



## 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE DESECHOS SÓLIDOS

En este capítulo se incluyen aspectos importantes para la gestión de los DSD; todas las actividades realizadas por los seres humanos generan desechos de diferentes tipos; los términos desechos y residuos sólidos en este trabajo se utilizan como sinónimos. “Para establecer si es posible o no su uso como sinónimos, se realizará una comparación de sus definiciones de acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española y resulta claro que es posible utilizar ambos términos indistintamente”.<sup>3</sup>

### 2.1. Definición

A continuación, se presentan diferentes definiciones de desechos sólidos.

- “Desechos sólidos: cualquier basura, desperdicio o material descartable, sólido o semisólido que una vez utilizado carece de valor para el actual poseedor y se convierten en indeseables”.<sup>4</sup>
- “Residuos sólidos: son los restos de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, indeseables o desechables, pero pueden tener utilidad para otras personas”.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> RONDÓN TORO, Estefani; SZANTÓ, Marcel; PACHECO, Juan; CONTRERAS, Eduardo; GÁLVEZ, Alejandro. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales CEPAL*. p. 11.

<sup>4</sup> RAMÍREZ ESTRADA, María. *Situación actual de los residuos y desechos sólidos y servicios realizados en la cabecera municipal de Chicacao Suchitepéquez, propuesta técnica del plan de gestión municipal*. p. 36.

<sup>5</sup> COSOQUÁ LAPOYEU, Carlos. *Caracterización de los residuos y desechos sólidos de la aldea Guineales, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá*. p. 11.

- “Residuos sólidos: es el material o la sustancia orgánica, inorgánica, sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, resultante de actividad industrial, científica o tecnológica, que carece de interés económico y debe ser alternativamente objeto de confinamiento o disposición final”.<sup>6</sup>

## 2.2. Composición

Es la representación de los elementos que forman parte de un todo, expresados según la proporción en que se encuentran los desechos específicos dentro de una cantidad finita de diversos residuos mezclados.

En épocas anteriores, los desechos de alimentos de los hogares, restaurantes, mercados de alimentos y fabricantes de productos alimenticios componían casi dos tercios de todos los desperdicios del país; pero los métodos nuevos de industrialización de alimentos han reducido la cantidad de residuos de comida y se han popularizado nuevos métodos de envasar; en consecuencia, la cantidad de desechos de papel y plástico han aumentado rápidamente.

La contaminación es el principal impacto ambiental causado por los desechos sólidos que afectan el agua, suelo y aire. Asimismo, los lixiviados son el factor que influye mayoritariamente en la contaminación del suelo y agua, pues dichos factores son capaces de infiltrarse hasta los mantos freáticos, o bien quedar retenidos en el suelo lo que causa alteraciones a nivel de composición, física, química y de fertilidad.

---

<sup>6</sup> MOLINA GORDON, Jacqueline. *Manejo de residuos y desechos sólidos generados en comunidad La Reina, aldea El Rodeo, Escuintla*. p. 14.

Tabla III. **Composición física de los desechos sólidos domiciliarios**

<b>Componente</b>	<b>Tipos de residuos</b>
Papel y cartón	Periódicos, revistas, cajas, papel usado.
Trapos	Ropa vieja, mantas de cocina.
Madera y follaje	Hojas de plantas, palos, restos de madera utilizada.
Restos de alimentos	Residuos de comida, vegetales, excremento de animales.
Plásticos, caucho y cuero	Botellas plásticas, zapatos, abrigos, cinchos.
Metales	Baterías, latas, marcos de hierro.
Vidrios	Recipientes de vidrio.
Suelos y otros	Suelo de jardín, polvo, suciedad.

Fuente: KUNITOSHI, Sakurai. *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*.  
[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). Consulta: 17 noviembre de 2018.

### 2.3. Clasificación

Los desechos se pueden clasificar de diferentes formas de acuerdo con el criterio que se aplica:

- Según su estado
  - Sólidos
  - Líquidos
  - Gaseosos
  
- Según su naturaleza
  - “Desechos orgánicos: son aquellos desechos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como lombrices, hongos y bacterias.

- Desechos inorgánicos: son los desechos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Estos residuos provienen de minerales y productos sintéticos.
  - Desechos peligrosos: todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, otras”.<sup>7</sup>
- Según su origen
    - “Residuos domiciliarios: en esta clasificación se encuentran aquellos desechos generados dentro de las actividades domésticas, como residuos de cocina, restos de alimentos, otros; se incluyen dentro de este grupo los desechos procedentes de residenciales y domicilios y apartamentos multifamiliares, entre otros”.<sup>8</sup>
    - “Residuos de limpieza municipal: derivan de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones municipales, incluyendo los residuos de barrido de las calles, residuos de jardinería, animales muertos y vehículos abandonados”.<sup>9</sup>
    - “Desechos hospitalarios: aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento y prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales. Por su peligrosidad

---

<sup>7</sup> GONZÁLEZ, Marco. *Manejo de desechos sólidos en la Escuela Oficial Urbana Mixta 824 y 825, Ciudad Peronía, Villa Nueva, Guatemala.* p. 5, 8.

<sup>8</sup> GÁLVEZ CATALÁN, Javier Antonio. *Caracterización de los residuos sólidos urbanos que producen los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Siquinalá y La Gomera, del departamento de Escuintla, y propuesta para su disposición final.* p. 10.

<sup>9</sup> LÓPEZ LÓPEZ, María. *Caracterización y propuesta de manejo de desechos sólidos, diagnóstico y servicios en la cabecera municipal de Esquipulas, Chiquimula.* p. 54.

se clasifican como: desecho hospitalario bioinfeccioso, desecho hospitalario especial y desecho hospitalario común”.<sup>10</sup>

- “Desechos comerciales: son residuos generados en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado”.<sup>11</sup>
- “Residuos agrícolas: en esta clasificación se hallan los desechos y residuos que resultan de diversas actividades agrícolas, como los de la siembra y cosecha de hortalizas, campos, árboles, producción de leche, rastros municipales y la operación de corrales avícolas y porcinos, entre otros”.<sup>12</sup>
- “Desechos sólidos de construcción: son los desechos resultantes de las actividades de construcción que por lo general no representan un problema desde el punto de vista sanitario, porque son prácticamente inertes. Sin embargo, éstos se generan en grandes volúmenes, dificultando su manejo y disposición final”.<sup>13</sup>

---

<sup>10</sup> Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 509 – 2001. Manejo de desechos sólidos hospitalarios, de la República de Guatemala.* p. 7

<sup>11</sup> GÁLVEZ CATALÁN, Javier Antonio. *Caracterización de los residuos sólidos urbanos que producen los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Siquinalá y La Gomera, del departamento de Escuintla, y propuesta para su disposición final.* p. 10.

<sup>12</sup> LÓPEZ L., María. *Caracterización y propuesta de manejo de desechos sólidos, diagnóstico y servicios en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula.* p. 55.

<sup>13</sup> GONZÁLEZ, Marco. *Manejo de desechos sólidos en la Escuela Oficial Urbana Mixta 824 y 825, Ciudad Peronia, Villa Nueva, Guatemala.* p. 13.



### **3. RIESGOS Y CONSECUENCIAS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

#### **3.1. Riesgos para la salud**

El incremento en la generación de desechos sólidos, sumado a la falta de mecanismos con los cuales se pueda realizar su procesamiento adecuado, resulta en situaciones adversas para el ambiente y la población que vive en áreas circundantes a los vertederos; la contaminación por desechos también presenta impactos a nivel atmosférico. “Se define el riesgo como la vulnerabilidad a una amenaza, es decir, estar expuesto a una situación que puede causar algún daño”.<sup>14</sup>

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas.

La difícil situación de salud de la población guatemalteca obedece a la presencia de enfermedades gastrointestinales, oculares, infecciones respiratorias agudas (IRA), enfermedades de la piel y parasitarias, entre otras, las que a menudo tienen relación con el mal manejo de los residuos sólidos. El grupo de mayor riesgo son los guajeros y la población marginada, siendo indirecto el riesgo para la población en general.

---

<sup>14</sup> SAMAYOA RIVERA, Andrea. *Propuesta para el manejo integrado de los desechos sólidos del área urbana del municipio de Concepción, Sololá, Guatemala, C.A.* p. 61.

Los contaminantes biológicos y químicos derivados de los residuos sólidos son transportados a través del aire, el agua y el suelo; contamina de esta forma los alimentos y las fuentes de agua, de las cuales se abastecen las personas.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos en vertederos a cielo abierto permite además que la materia orgánica al biodegradarse o quemarse, desprenda gases orgánicos volátiles, tóxicos y algunos potencialmente carcinógenos, así como subproductos típicos de la biodegradación (metano, sulfuro de hidrógeno y bióxido de carbono). El viento y el humo generados en la quema, afecta además el sistema respiratorio de las personas que viven en las casas ubicadas en las cercanías de los vertederos.

“Para comprender con mayor claridad los efectos en la salud de las personas de los desechos, es necesario distinguir entre:

- Riesgos directos: son los provocados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.
- Riesgos indirectos: los más importantes se refieren a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores de enfermedades. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> PALMA POSADAS, Katya. *Tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para la protección al medio ambiente, por medio de la producción de abono orgánico, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. p. 17.

Tabla IV. **Enfermedades transmitidas por vectores relacionados con residuos sólidos**

Vector	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A través del mordisco, orina y heces.</li> <li>• A través de las pulgas que viven en el cuerpo de la rata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peste bubónica</li> <li>• Tifus murino</li> <li>• Leptospirosis</li> </ul>
Mosca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo).</li> <li>• A través de la heces y saliva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebre tifoidea</li> <li>• Salmonelosis</li> <li>• Cólera</li> <li>• Amebiasis</li> <li>• Disentería</li> <li>• Giardiasis</li> </ul>
Mosquitos	A través de la picazón del mosquito hembra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue</li> <li>• Malaria</li> <li>• Filariasis</li> <li>• Leishmaniasis</li> <li>• Fiebre amarilla</li> </ul>
Cucarachas	Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo) y por las heces.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera</li> <li>• Giardiasis</li> <li>• Fiebre tifoidea</li> </ul>
Cerdos y ganado	Por ingestión de carne contaminada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisticercosis</li> <li>• Toxoplasmosis</li> <li>• Triquinosis</li> <li>• Teniasis</li> </ul>
Aves	A través de las heces.	Toxoplasmosis

Fuente: GRÁDIZ CÁCERES, Marvin Ovidio; RAUDALES OSORTO, Rommel Josué. *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pinula*. p. 14.

### 3.2. Riesgos para el medio ambiente

El crecimiento poblacional que experimentan las zonas urbanas ha traído consigo un aumento en la generación de residuos sólidos; dificulta de esta forma su adecuada gestión que provoca una serie de impactos negativos en el medio ambiente.

Los residuos sólidos influyen en el deterioro y la degradación del ambiente, que limita el uso de los recursos naturales. Entre los principales impactos se encuentra la generación de ruido, polvo, malos olores y humo, contaminación de aguas superficiales y subterráneas e inutilización de recursos naturales.

**Tabla V. Tiempo de degradación de residuos sólidos inorgánicos**

<b>Residuos sólidos inorgánicos</b>	
<b>Material</b>	<b>Tiempo de degradación</b>
Papel	2 a 4 semanas
Cartón	1 a 3 meses
Madera	3 a 4 años
Metal	350 a 500 años
Plástico	100 a 1 000 años
Vidrio	3 000 a 4 000 años

Fuente: EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla.* p. 3.

“Los principales riesgos a los sistemas ambientales, relacionados con la gestión de desechos son:

- La alteración de los sistemas hídricos: es por la modificación de las propiedades de salubridad del agua debido al uso de fuentes hídricas como vertederos para los residuos sólidos. También por la generación de lixiviados que son producidos por la percolación de las precipitaciones con los desechos sólidos al aire libre, que contaminan los mantos freáticos y abastecimientos de agua subterránea.
- La alteración del sistema edáfico: éste es el recurso que más directamente se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, por el uso de bosques, jardines y áreas verdes como botaderos para los desechos sólidos, la mezcla de los diversos tipos de residuos hace que su composición sea más tóxica, perjudicando la fauna que habita en el lugar, erosionando y dañando la capacidad vegetativa del

suelo. Está directamente involucrada con la alteración de los sistemas hídricos, alterando la composición del suelo.

- La alteración del sistema atmosférico: se debe a la generación de gases de la descomposición de la basura, incineración y la suspensión de partículas contaminantes, como el metano, dioxinas y furanos, que son elementos cancerígenos y producen infecciones respiratorias agudas e irritación de los ojos, además de problemas de la piel.
- La alteración del sistema audiovisual se produce por la acumulación de desechos en botaderos clandestinos, que afectan la estética del medio en donde se encuentran”.<sup>16</sup>

La constante presencia de basura en lugares expuestos; causa un deterioro al paisaje, afectando la salud humana ya que genera: estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral, mal humor y otros.

**Figura 11. Impacto al paisaje por manejo de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

---

<sup>16</sup> EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en Colonia Los Naranjales, Zona 4, Municipio de Escuintla*. p. 15.

En la aldea El Paredón Buena Vista existe deficiencia en el manejo de los desechos sólidos; la población no tiene un lugar definido para la disposición final de sus desechos y la mayoría lo queman en los patios de su casa; el único lugar con tren de aseo es la cabecera municipal de Sipacate.

**Figura 12. Manejo actual de DSD en la aldea El Paredón Buen Vista**



Fuente: elaboración propia.

En el área de la aldea se encuentran varios basureros clandestinos, como en el cementerio, frente al embarcadero, en área manglar y basurero cercano al canal. Únicamente fueron considerados como basureros clandestinos, aquellos sitios que poseían una cantidad de residuos considerablemente mayor a lo que generarían únicamente una o dos familias.

Figura 13. Basureros clandestinos de la aldea El Paredón Buena Vista



Fuente: elaboración propia.



## 4. MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) puede ser definida como la selección y aplicación de técnicas, tecnología y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos.

“ En el país diariamente se generaban entre 6 000 a 7 000 toneladas de desechos sólidos, de las cuales, el 54 % se producen en las zonas urbanas y el restante 46 % en las zonas rurales. Mientras que en el área rural únicamente se disponen anualmente 36 738,69 toneladas, lo que equivale al 5,2 % de lo generado”.<sup>17</sup>

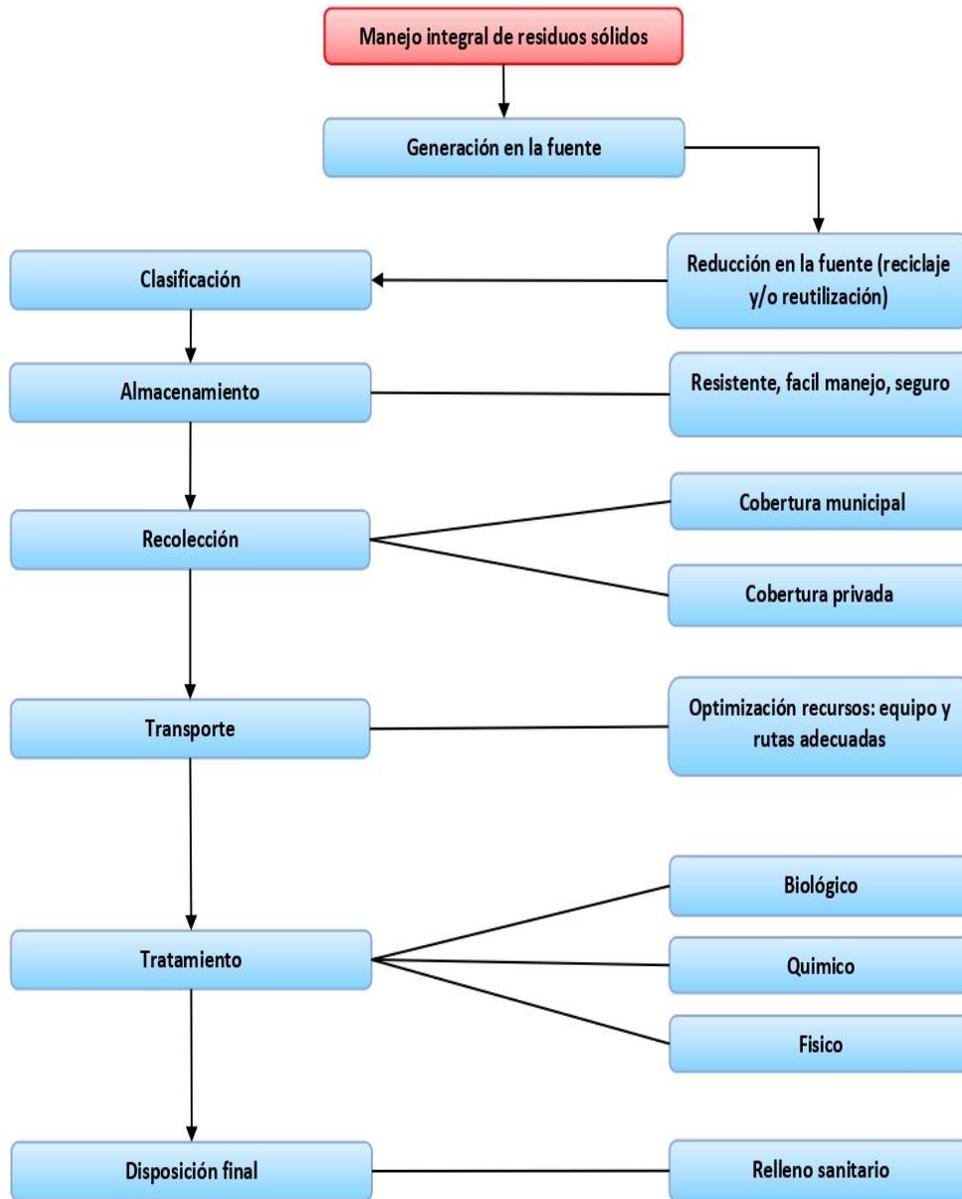
Ya sea que se desee diseñar o mejorar un sistema de residuos sólidos o limpieza pública, se requiere considerar las siguientes tres características:

- Producción por habitante: permite estimar la producción total de desechos sólidos producidos en determinado lugar y tiempo.
- Densidad: facilita estimar el tipo y volumen de recipientes, botes de basura o contenedores y la frecuencia de recolección; calcular la capacidad de vehículos de recolección; determinar los requerimientos de área para el relleno sanitario.
- Composición física (química): evalúa la factibilidad de opciones como reciclaje, compostaje e incineración.

---

<sup>17</sup> Instituto de Agricultura, Recursos naturales y Ambiente (IARNA); Universidad Rafael Landívar (URL) *Perfil ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*, 2007 p. 162.

Figura 14. Fases del manejo de desechos sólidos



Fuente: GRÁDIZ CÁCERES, Marvin Ovidio; RAUDALES OSORTO, Rommel Josué. *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pinula.* p. 20.

#### 4.1. Generación

Los desechos sólidos surgen cuando materiales una vez usados por el ser humano pierden su valor de uso; el volumen y la clase de residuos sólidos está influido por la capacidad adquisitiva de las personas. La gestión integral de residuos sólidos plantea la reducción en la fuente como la forma más eficaz de disminuir los costos asociados al manejo de los residuos y los impactos ambientales derivados de estos.

El origen y la composición de los residuos sólidos generados en una comunidad dependen en gran medida de su localización geográfica, del tipo de uso que se le da al suelo, el nivel de acceso socioeconómico, las costumbres y el clima, entre otros.

Tabla VI. **Desechos sólidos típicos de comunidades**

<b>Categoría</b>	<b>Materiales</b>
Orgánico	Todo lo putrescible incluyendo servilletas, restos de comida, frutas/verduras, cascarones, huesos, residuos de jardín y hojarasca, entre otros.
Inorgánico reciclable	Plástico polietileno tereftalato (PET), papel y cartón, vidrio, aluminio (latas).
Otros	Todo aquello que no corresponda a orgánico, ni a inorgánico reciclable, como duroport, tetrabrik, bolsas de frituras y chatarra, entre otros.

Fuente: elaboración propia.

“Las encuestas de condiciones de vida realizadas en los años 2006, 2011 y 2014, mostraron que la cobertura de recolección de los desechos ha aumentado de 35,0 % en el año 2006 a 38,3 % en el año 2014.”<sup>18</sup>

La clasificación es una actividad en la cual se separan los residuos de acuerdo con su naturaleza y valor, pues todo aquel residuo no aprovechable se considera como un descarte, mientras que todo aquello que se puede revalorizar es resguardado como un subproducto. Esta actividad suele darse en la fuente de generación, pues hace más fácil la clasificación y se minimiza el riesgo de contaminación, lo cual disminuye el valor del residuo y con ello las posibilidades de poder ser revalorizado.

#### **4.2. Almacenamiento**

“El almacenamiento es la actividad de colocar los residuos sólidos en recipientes apropiados, de acuerdo con las cantidades generadas, el tipo de residuos y la frecuencia del servicio recolección. Los recipientes deben tener un peso y diseño específicos que faciliten el manejo por los operarios y equipos; deben garantizar que el contenido no pueda entrar en contacto con el medio, es decir, estar dotados de tapas con buen ajuste que no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o el fondo; tampoco deben ser difíciles de vaciar; pueden ser retornables desechables”.<sup>19</sup>

#### **4.3. Recolección y transporte**

La recolección de los residuos sólidos puede ser en el lugar donde se generan. De casa en casa, en las vías públicas, en áreas industriales, comerciales y hospitales; los servicios de recolección representan alrededor del 50 % de los costos en el manejo de los residuos sólidos.

---

<sup>18</sup> Instituto Nacional de Estadística (INE) *Compendio estadístico ambiental de Guatemala, 2015*. . Sección de Estadísticas Ambientales. p. 143.

<sup>19</sup> *Gestión integral de los residuos sólidos municipales*. [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/unidades/unidad2.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/unidades/unidad2.pdf). Consulta: 03 de julio de 2019.

“La recolección y transporte consiste en el acopio de desechos ya sea por los servicios municipales o institucionales similares, o por corporaciones privadas o públicas, empresas especializadas o el gobierno en general, y su transporte al lugar de tratamiento o descarga. La recolección del desperdicio municipal puede ser selectiva (realizada específicamente para un tipo de producto) o no diferenciada (cubriendo al mismo tiempo cualquier desecho)”.<sup>20</sup>

Es necesario establecer los reglamentos necesarios que contengan las instrucciones técnicas mínimas que obliguen a almacenar los residuos sólidos en condiciones adecuadas. Separando los residuos orgánicos de los inorgánicos, y que faciliten la recolección de estos, en horas y lugares previamente establecidos; en la mayoría de las zonas urbanas el porcentaje de recolección está entre el 15 % y el 40 %.

La determinación de las características de los recipientes destinados al almacenamiento de los residuos sólidos, están determinados por una serie de factores como:

- Protección a la salud
- Volumen, densidad y características de los residuos sólidos
- Sistema de recolección utilizado
- Frecuencia de recolección

---

<sup>20</sup> *Residuos sólidos urbanos.*  
[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet5c54.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet5c54.html). Consulta: 25 de noviembre de 2018.

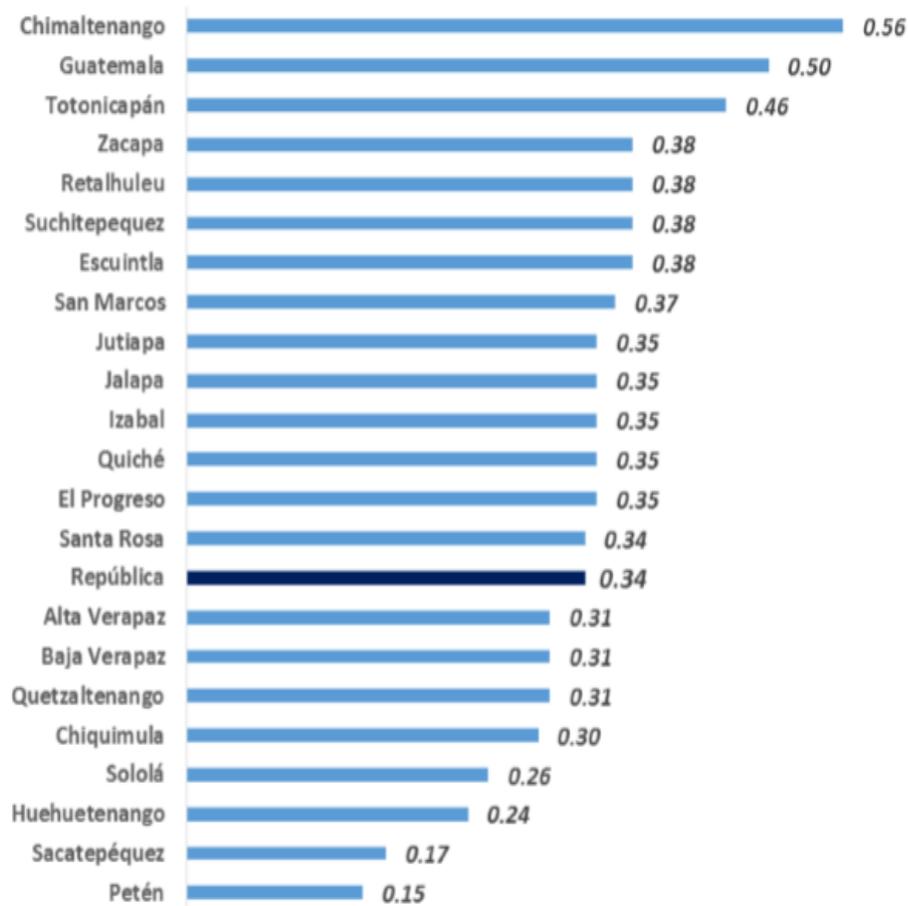
Es necesario, que los recipientes destinados para el almacenamiento cuenten con las siguientes características: deben ser de fácil manejo y mantenimiento, fabricados en un material resistente, contar con una tapa ajustada que evite el acceso de moscas y roedores, no deben de ser inflamables y deben ser impermeables, entre otras.

El transporte es la actividad que consiste en el traslado de los residuos desde el punto en el que se generan hasta un sitio de disposición o almacenamiento que bien puede ser temporal o final, el transporte suele ser selectivo, pues únicamente se mueven en conjunto aquellos residuos que son compatibles o que deben de ser trasladados hacia un punto en común. Los servicios de recolección de residuos sólidos requieren del empleo de diferentes tipos de vehículos, de acuerdo con las características de la población y de los residuos.

Es posible realizar rutas en las cuales se recolectan distintos residuos de uno o varios generadores, y también pueden existir distintos destinos a todo lo recolectado, aunque dicha práctica no se aconseja debido a que es más compleja a nivel logístico que el transporte especializado y selectivo.

En ningún caso se deben dejar los residuos sólidos sin recolectar por más de una semana, ya que esto permite la proliferación de insectos (moscas) y malos olores; en mercados la frecuencia de recolección debe ser diaria; los horarios de recolección dependerán a su vez de las características del tráfico, de la topografía y forma física de la ciudad.

Figura 15. Cobertura departamental del servicio de recolección de desechos domiciliarios, año 2014 (porcentaje)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) Compendio estadístico ambiental de Guatemala, 2015. Sección de Estadísticas Ambientales. p. 146.

#### 4.4. Tratamiento

Es una de las últimas etapas del ciclo de manejo de los residuos sólidos, tiene por objetivo principal disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud. Algunos métodos de tratamiento de residuos sólidos son:

- Incineración
- Compostaje
- El reciclaje y reutilización
- La transformación

#### **4.4.1. Incineración**

Es uno de los procesos de tratamiento de los desechos sólidos,

“Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos”<sup>21</sup>.

Esta operación facilita el tratamiento de los residuos sólidos en núcleos urbanos, en los cuales la disponibilidad de terrenos para la construcción de rellenos sanitarios es limitada, sin embargo, los costos asociados a este proceso son relativamente elevados.

El principal impacto adverso de la incineración es la potencial contaminación atmosférica representada por la generación de gases y cenizas de la combustión; incluye la emisión de dioxinas y furanos que pueden afectar a la salud humana.

La factibilidad de la incineración depende de aspectos como las características de los desechos sólidos, los costos de transporte, costos comparados con otras formas de tratamiento y disposición final.

---

<sup>21</sup> *Residuos sólidos urbanos.*  
[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet5c54.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet5c54.html). Consulta: 25 de noviembre de 2018.

#### **4.4.2. Compostaje**

El compostaje o estabilización biológica de residuos, es un proceso controlado por el cual los residuos orgánicos son tratados y se descomponen dando como resultado un abono con características de un suelo vegetal que se puede utilizar en tierras agrícolas, bosques y jardines. Este abono provee nutrientes esenciales a las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio.

Además, mejora la estructura física del suelo al incrementar su capacidad para retener agua y contribuye al desarrollo de una importante flora microbiana; que mejora su calidad orgánica.

El compostaje es una alternativa recomendada para ciudades pequeñas y medianas, localizadas en zonas agrícolas que pueden utilizar el abono con ventajas económicas por reducción de productos usados como acondicionador de suelos.

#### **4.4.3. Reciclaje**

El reciclaje constituye una de las actividades fundamentales en la gestión de residuos sólidos, implica el desarrollo de las siguientes actividades:

- Separación y recogida de materiales residuales.
- Preparación de materiales para su posterior procesamiento o reutilización.
- Reutilización, reprocesamiento y nueva fabricación de productos.

**Figura 16. Actividades de clasificación y reciclaje de DSD en la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

Antes de comenzar un proyecto de reciclaje es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Volumen y tipo de desecho sólido que se desea reciclar
- Tecnología de reciclaje
- Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento
- Uso y demanda de los productos reciclados
- Precio de los productos reciclables

#### **4.5. Disposición final**

Es la última etapa de la gestión de los residuos sólidos, en la cual la fracción no reciclable o reaprovechable, así como aquellos residuos provenientes de la recuperación de productos y generación de energía, deben ser dispuestos de manera adecuada, de conformidad con la legislación nacional en materia de protección de la salud pública y el medio ambiente. Las principales formas en los cuales son dispuestos los residuos sólidos son:

- Relleno sanitario
- Incineración (cenizas)

Otras formas de disponer los residuos sólidos son: la quema al aire libre, la disposición en vertederos a cielo abierto o mediante el vertido en corrientes de agua; sin embargo, dichas prácticas tienen efectos negativos sobre el medio ambiente, contribuyendo además al deterioro de la salud pública.

“El 44,0 % de los hogares queman la basura generada, de los cuales el 32,1 % corresponde al área rural y el resto 11,9 % al área urbana.”<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>Instituto Nacional de Estadística (INE). *Compendio estadístico ambiental de Guatemala, 2015*. Sección de estadísticas ambientales. 2014. p. 140.

#### **4.5.1. Relleno sanitario**

Es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

Requiere de áreas de terreno debidamente impermeabilizado, para la colocación de capas de desecho, las cuales son compactadas y cubiertas con material selecto, a fin de confinarlo de manera adecuada, sin que esto constituya un peligro a la salud pública o el medio ambiente. Incluye además el manejo de los gases y líquidos (lixiviados) que se generan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.

El método constructivo y la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno seleccionado, la fuente de material de cobertura y la profundidad del nivel freático.

El relleno sanitario previene que las personas, animales, vectores que transmiten enfermedades entren en contacto con los desechos sólidos y evita que éstos contaminen el ambiente.

**Figura 17. Almacenamiento temporal y clasificación de DSD en la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.2. Vertederos**

Son aquellos lugares donde se deposita finalmente la basura y pueden ser controlados o no.

- Vertedero controlado: lugar de disposición de residuos que fueron o no planificados para ese uso, pero que no cuentan con las medidas sanitarias mínimas establecidas por el marco legal; sin embargo, son autorizados por las autoridades.
- Vertedero clandestino (no controlado): es un lugar sin consideraciones medio ambientales, es elegido por algún grupo de personas para depositar sus desechos sólidos, lugar de grave problema de contaminación, enfermedades gastrointestinales y otra clase de enfermedades infecciosas, sin ningún tipo de control o protección ambiental.

## **5. METODOLOGÍA DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

Antes de desarrollar una propuesta para el manejo de los desechos en la aldea El Paredón Buena Vista, es importante conocer el estado actual de los mismos, es decir, la cantidad y el tipo de desechos, el almacenamiento, el transporte y la disposición final, entre otros datos.

Es necesario realizar entrevistas a los habitantes, las autoridades y los trabajadores municipales para conocer datos sobre la generación de desechos sólidos, así como su caracterización, lo que permite establecer un plan de gestión adecuado y eficiente, sirve para conocer la cantidad y características de la basura.

De acuerdo con las leyes en Guatemala, las municipalidades asumen la responsabilidad total en la administración y gestión de los servicios básicos y de saneamiento en su área de influencia territorial.

### **5.1. Zonificación del distrito**

El estudio se enfocó en el análisis de los residuos sólidos de tipo domiciliar del área urbana de la aldea El Paredón Buena Vista, para lo cual se contó con el apoyo de personas de la comunidad. Durante esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- Socialización del proyecto
- Identificación de las viviendas

- Identificación del jefe de familia
- Solicitud de apoyo
- Aplicación de encuesta
- Entrega de bolsas plásticas para recolección de muestras

Figura 18. **Casco urbano de la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: *Impacto de la presencia de desechos sólidos en las zonas de manglar.*  
<http://vinculando.org/ecologia/impacto-de-la-presencia-de-desechos-solidos-en-las-zonas-de-manglar.html>. Consulta: 20 de noviembre de 2018.

## **5.2. Determinación de la población actual**

“En la aldea diferentes instituciones y organizaciones han realizado diferentes actividades que han requerido contar información sobre la población actual; por esta razón, se utilizó el valor de 819 habitantes”.<sup>23</sup> Por medio de encuestas en la aldea se determinó la cantidad de habitantes por vivienda.

## **5.3. Distribución de encuestas por zonas**

De acuerdo con lo establecido únicamente se consideran viviendas, el casco urbano y sus alrededores son los sectores con densidades poblacionales más altas. Se determinó una muestra de 30 encuestas, con el objetivo de obtener información relevante y de primera mano sobre la situación real de la gestión de residuos en la aldea, así como conocer el sentir de la población sobre los temas relacionados a la gestión de residuos sólidos domiciliarios.

## **5.4. Determinación del número de muestras**

Para determinar el tamaño de la muestra de desechos se tomaron en cuenta las condiciones actuales en la aldea, además de la facilidad para su análisis.

- Determinación de las variables y la notación científica a utilizar.
- Asignación del tamaño de la muestra de viviendas particulares por estratos, el muestreo estratificado proporcional es el método más común para la selección de muestras; se consideran los siguientes datos:

---

<sup>23</sup> ONG. La Choza Chula. *Análisis de las encuestas LCC 2017, aldea El Paredón Buena Vista. Guatemala: 2017.* p. 12.

- En el cálculo para determinar el tamaño de la muestra se debe considerar un nivel confianza, un nivel de error de estimación y un valor de variación.
- Si no hay datos iniciales de la ciudad, se debe asumir la desviación estándar en 200 gr/hab/día.
- El nivel de confianza más utilizado es 95 %,  $1-\alpha = 0,95$ ; esto es, un coeficiente de confianza  $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$ .

De acuerdo con la información existente, se asume que:

- $\sigma^2 = 0,04$  kg<sup>2</sup>/hab/día
- Promedio estimado = 0,655 kg/hab./día
- Error de estimación = 10 % del promedio estimado, luego  $E=0,0555$
- Tamaño de población es  $N = 154$  viviendas.
- Nivel de confianza de 95 %, entonces  $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$ .

Luego, el tamaño de la muestra total estaría dado por:

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

$$n = \frac{1,96^2 * 154 * 0,04}{(154 - 1)0,0655^2 + 1,96^2 * 0,04} = \frac{23,7}{0,65 + 0,153}$$

$$n = \frac{23,7}{0,81} = 29,5 \approx 30 \text{ viviendas}$$

**Tabla VII. Resumen división estratificada viviendas de la aldea El Paredón Buena Vista**

<b>Sector</b>	<b>Cantidad total viviendas</b>	<b>% total viviendas</b>	<b>Cantidad viviendas muestra</b>	<b>% viviendas muestra</b>
Viviendas techo de manaque y paredes de blocks.	79	51	15	50
Viviendas techo de otros materiales y paredes de blocks.	56	37	11	37
Viviendas techo y paredes de otros materiales.	19	12	4	13
Total	154	100 %	30	100 %

Fuente: elaboración propia.

**Figura 19. Viviendas participantes, diferentes estratos**



Fuente: elaboración propia.

## **5.5. Determinación de las zonas representativas**

Para propósitos del estudio, se consideran las viviendas en el casco urbano de la aldea de acuerdo con la estratificación realizada, que consideró en cada caso:

- No se incluye en el estudio el sector comercial.
- Los sujetos fueron seleccionados al azar y el criterio de selección se basó principalmente en la ubicación de los hogares y su accesibilidad.
- Tipo de vivienda: se refiere a las características de la vivienda.
- Nivel socio económico: se refiere al equipamiento del hogar.

## **5.6. Sensibilización y capacitación de la población seleccionada**

Esta fase incluye socializar con líderes comunitarios el trabajo a desarrollar en la aldea, relacionado con los desechos sólidos domiciliarios para evitar la contaminación ambiental.

- Se explicó a los colaboradores los lineamientos necesarios para realizar de manera eficiente las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos.
- Se expusieron las técnicas a utilizar para la determinación de la densidad, composición física y producción *per cápita*.

- Se dieron charlas sobre la importancia de la gestión de los desechos y el cuidado del ambiente.

Figura 20. **Calle principal de la aldea El Paredón Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

### **5.7. Toma de muestras**

Las labores de muestreo se realizaron durante cinco días consecutivos, durante el mes de diciembre de 2018; previamente, se realizó un premuestreo para evaluar el tipo de actividad en la aldea. Para esto se contó con la

colaboración de la población, quien tomó las muestras de acuerdo con las instrucciones dadas.

Se procedió a la recolección de las muestras, se retiraron las bolsas con los residuos producidos durante cada día; una vez retiradas, se proporcionó una nueva bolsa para depositar el material producido durante el día.

**Figura 21. Recolección de las muestras (A)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Recolección de las muestras (B)



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo establecido se utilizaron los siguientes colores de bolsas para identificar el tipo de DSD:

- Bolsa blanca: desechos orgánicos
- Bolsa negra: desechos inorgánicos

**Figura 23. Traslado de las muestras**

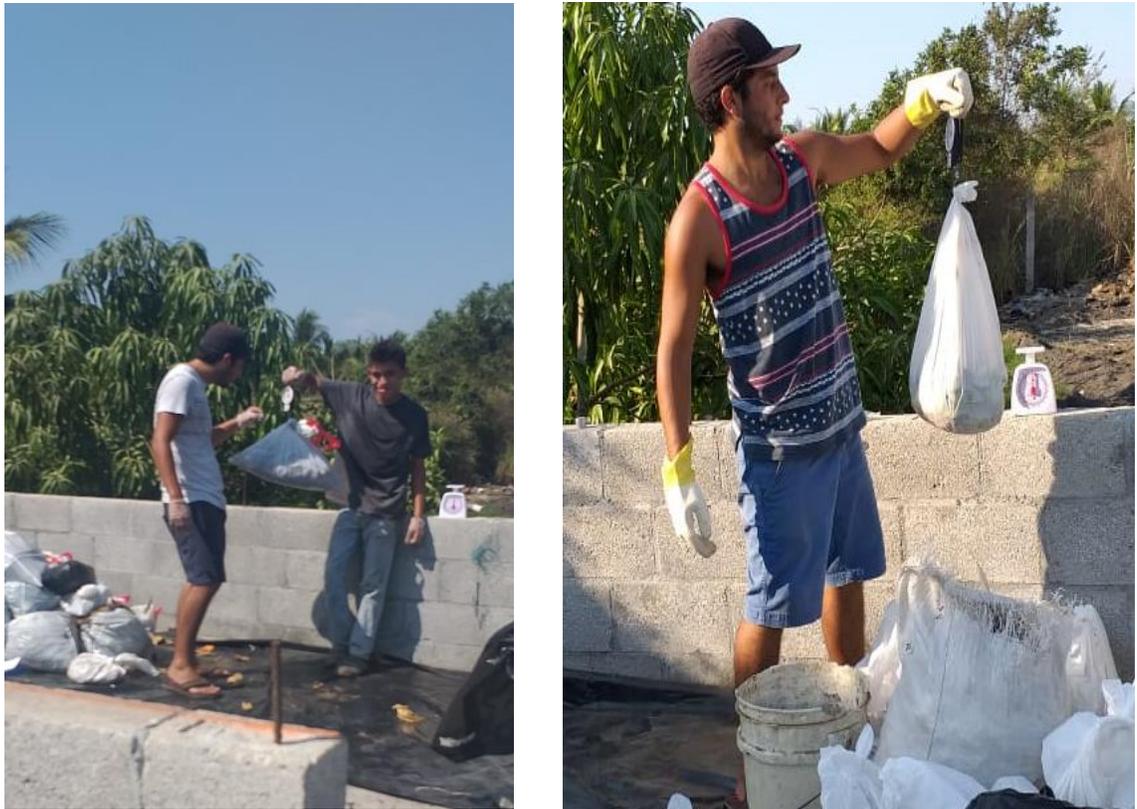


Fuente: elaboración propia.

Una vez que los residuos sólidos fueron recolectados se trasladaron hacia el punto de manejo, donde se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Peso de las bolsas y por tipo de desecho.

Figura 24. **Determinación del peso de las muestras**



Fuente: elaboración propia.

- Determinación de las características y composición física de los residuos sólidos.
- Preparación de la superficie del terreno para la determinación de la densidad y composición física de los residuos sólidos.

Figura 25. **Caracterización desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- Las muestras analizadas fueron descartadas en forma diaria.

### **5.8. Determinación de la generación *per cápita***

La producción *per cápita* (ppc) es un parámetro que se utiliza para determinar el sitio de disposición final de los desechos sólidos domiciliarios relacionado con la población, la cantidad y el tiempo, expresado en kilogramo por habitante por día (kg/hab/día). Por medio de encuestas en la aldea se determinó la cantidad de habitantes por casa; a través del pesaje de sus residuos se logró estimar la generación *per cápita* de desechos.

## 5.9. Determinación de la composición física de los residuos

La determinación de las fracciones de composición de los residuos sólidos se realizó clasificándolos en las siguientes categorías:

- Papel y cartón
- Plástico
- Pet
- Restos de comida
- Aluminio
- Duroport
- Textiles y hule
- Vidrio
- Papel higiénico y pañales
- Madera
- Cuero

Figura 26. Determinación da la densidad de los desechos sólidos



Fuente: elaboración propia.

## 5.10. Determinación del poder calorífico

El poder calorífico (PC) de los desechos sólidos es un parámetro importante en la toma de decisiones para el diseño y operación de sistemas de tratamientos térmicos, entre otros. Se define como la cantidad de energía calorífica liberada al quemar un material combustible (residuos que contienen materiales de alto valor energético) en condiciones controladas (ambiente rico en oxígeno y volumen constante) y se expresa en: joules por kilogramo (J/kg), calorías por gramo (cal/g) o unidades térmicas británicas por libra (BTU/lb).

Se mide utilizando una bomba de calor o bomba calorimétrica en laboratorio; también, se puede conocer a través de un cálculo teórico utilizando la fórmula de Dulong modificada, la cual se basa en los datos típicos de contenido de carbono, hidrógeno, azufre y nitrógeno. Para facilitar el cálculo del poder calorífico, se pueden utilizar los siguientes valores, como el poder calorífico de cada componente seco:

Tabla VIII. Valores típicos poder calorífico desechos sólidos

Componentes		Poder calorífico Kcal/kg
1	Plásticos, caucho y cuero	9 000
2	Papel y cartón	4 000
3	Madera y follaje	4 000
4	Restos de alimentos	4 000
5	Trapos	4 000
6	Metales	0
7	Vidrio	0
8	Suelos y otros	0

Fuente: Kunitoshi, Sakurai. *Método sencillo de análisis de desecho sólidos*. [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). Consulta: 27 de septiembre de 2018.

Su cálculo implica conocer la composición húmeda y seca de los desechos.

$$\text{Poder calorífico} = \frac{\text{Kcal}}{\text{Masa de los desechos sólidos (kg)}}$$

Es necesario diferenciar el valor del poder calorífico inferior (pci) y del poder calorífico superior (pcs). Para el cálculo del poder calorífico inferior se usa la siguiente ecuación:

$$\text{pci (kcal / kg)} = \text{pcs} - (W/100 \times 600) = \text{pcs} - 6W$$

Tabla IX. Resumen cálculo poder calorífico superior

Componentes	Poder calorífico (Kcal/kg)	Composición húmeda (%)	Composición seca (%)	Poder calorífico superior (Kcal/kg)
a. Plásticos, caucho y cuero	9 000	a	a	a/100 * 9 000
b. Papel y cartón	4 000	Componentes = b+c+d+e	b+c+d+e-W	b+c+d+e-W/100 * 4 000
c. Madera y follaje	4 000			
d. Restos de alimentos	4 000			
e. Trapos	4 000			
f. Metales	0	f	f	f+g+h+W/100 * 0
g. Vidrio	0	g	g	
h. Suelos y otros	0	h	h	
i. Agua	-	-	W	
Total		100	100	90 kcal/kg + 40 (b+c+d+e-W)

Fuente: elaboración propia.



## 6. RESENTACIÓN DEL ESTUDIO

### 6.1. Antecedentes

A diferencia de las áreas urbanas, las áreas rurales presentan una serie de complicaciones que son determinantes para el buen manejo de los desechos sólidos. “La generación domiciliar en centros urbanos sitúa a los departamentos de Guatemala (47,36 %), Quetzaltenango (6,43 %) y Escuintla (4,80 %) como los más importantes”.<sup>24</sup>

Actualmente, la gestión de los residuos sólidos en la aldea El Paredón Buena Vista carece de lineamientos precisos para lograr mejoras sustanciales, un manejo inapropiado de los residuos sólidos genera impactos negativos en la salud y en el ambiente. En la aldea, los desechos sólidos son depositados en diferentes lugares que causan un impacto negativo en los ecosistemas, en la salud y en la calidad de vida de la población.

Los objetivos principales de este trabajo son cuantificar la cantidad y caracterizar los residuos sólidos domiciliarios, así como el planteamiento de una propuesta para la gestión integral de los mismos en la aldea El Paredón, municipio de Sipacate, departamento de Escuintla.

---

<sup>24</sup> Instituto de Agricultura, Recursos naturales y Ambiente (IARNA); Universidad Rafael Landívar (URL) *Perfil ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental, 2007.* p. 162.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han desarrollado diferentes trabajos de graduación relacionados. Algunos se mencionan a continuación:

- *Caracterización de los residuos sólidos urbanos que producen los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Siquinalá y La Gomera, del departamento de Escuintla, y propuesta para su disposición final*, de Javier Antonio Gálvez Catalán, del año 2008.
- *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del Condominio Villas de La Meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez*, de Teresa Alejandra Ángel Enríquez, del año 2009.
- *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en Colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla*, de Ana Rebeca Eguizábal León, del año 2017.
- *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en el barrio Villa Concepción Santa Elena de La Cruz, municipio de Flores, Petén*, de Pablo Josué Zetina Trujillo, del año 2017.

Dadas las condiciones en las cuales se encuentra la aldea actualmente, es necesario implementar acciones que mejoren la recolección, el transporte y la disposición de los desechos sólidos.

La educación y formación ambiental en todos los niveles debe ser una prioridad para alcanzar buenos resultados a largo plazo; la falta de una educación y una cultura de reciclaje no han permitido que la población realice

una adecuada separación y clasificación de sus desechos sólidos antes que estos sean recolectados.

## **6.2. Resultados**

A continuación, se presentan los resultados de las actividades desarrolladas durante la caracterización y evaluación de la situación del manejo de los desechos sólidos domiciliarios generados en la aldea El Paredón Buena Vista.

### **6.2.1. Resultados de la encuesta**

La encuesta se realizó de manera personal y de preferencia al jefe de familia o persona de mayor edad, se tomó una muestra de 30 viviendas. Al final de esta actividad se obtuvo la opinión de la población, así como su percepción sobre el manejo de DSD en la aldea.

A continuación, se presenta la tabulación y el análisis de los resultados de la encuesta realizada.

- ¿Cuántas personas viven en su vivienda? De acuerdo con los resultados, el número de habitantes por vivienda se distribuye entre 9 y 2 para un total de 156 personas y una densidad de 5,2 hab/vivienda.
- ¿De quién cree que es la responsabilidad de mantener limpia la aldea? Esta información permite conocer la opinión de los encuestados en el tema. De acuerdo con los resultados la mayoría responde que la responsabilidad es compartida entre la población y las autoridades

municipales (50 %); el resto indica que es responsabilidad de la población.

Tabla X. **Resultados, habitantes por vivienda**

<b>No. de vivienda</b>	<b>Número de habitantes</b>
1	6
2	5
3	4
4	5
5	3
6	8
7	7
8	8
9	3
10	2
11	5
12	5
13	9
14	5
15	6
16	6
17	6
18	8
19	3
20	2
21	6
22	6
23	4
24	7
25	5
26	4
27	7
28	5
29	4
30	2
<b>Total habitantes</b>	<b>156</b>
<b>Habitantes por vivienda</b>	<b>5,2</b>

Fuente: elaboración propia.

- ¿Qué tipo de recipiente utiliza para depositar su basura? Este dato permite conocer los hábitos en el manejo de los DSD de la población. De acuerdo con los resultados, los principales medios para depositar la basura son recipientes plásticos, costales o sacos.
- ¿En qué lugar de la casa tienen el recipiente de la basura? Esto es importante para identificar el nivel de riesgo por manejo de desechos sólidos en la aldea. De acuerdo con los resultados, la mayoría de los encuestados indica que en el patio de la casa (60 %), 27 % responde en la cocina, 12 % fuera de casa y el 1 % responde que en la entrada de la vivienda.

Tabla XI. Resultados: ¿en qué lugar de la casa tienen el recipiente de la basura?

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Patio de la casa	60	<p>A pie chart illustrating the distribution of waste disposal locations. The largest slice is blue, representing 'Patio de la casa' at 60%. The next largest is red, representing 'Cocina' at 27%. A green slice represents 'Fuera de casa' at 12%, and a very small purple slice represents 'Entrada' at 1%. A legend to the right of the chart identifies each color with its corresponding location.</p>
Cocina	27	
Fuera de casa	12	
Entrada de la vivienda	1	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Qué hace con la basura cuando no se recoge en su casa? La información permite identificar el medio de disposición de los DSD de los encuestados. De acuerdo con los resultados, la mayoría la quema en las orillas del manglar (47 %), el 30 % la quema en el patio de su casa, un 6 % utiliza botaderos cercanos (clandestinos) y el resto (17 %) utiliza otras formas de disposición.

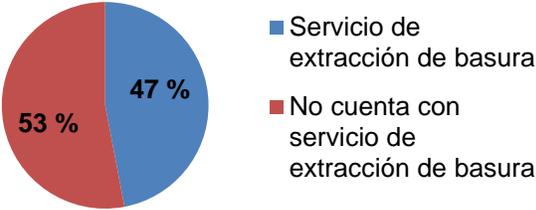
Tabla XII. **Resultados: ¿qué hace con la basura cuando no se recoge en su casa?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
La quema en las orillas del manglar	47	<p>A pie chart illustrating the distribution of waste disposal methods. The largest slice is blue, representing 'La quema en las orillas del manglar' at 47%. The next largest is red, representing 'La quema en su patio' at 30%. A purple slice represents 'Otras formas de disposición' at 17%, and a small green slice represents 'Utilizan basurero cercano (clandestino)' at 6%.</p>
La quema en su patio	30	
Utiliza botadero cercano (clandestino)	6	
Otras formas de disposición	17	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Quién recoge la basura de su casa? Es importante conocer si en la vivienda se cuenta con servicio de extracción de basura. De acuerdo con los resultados, la mayoría no cuenta con este servicio (53 %), mientras que el 47 % restante indica que si cuenta con el servicio.

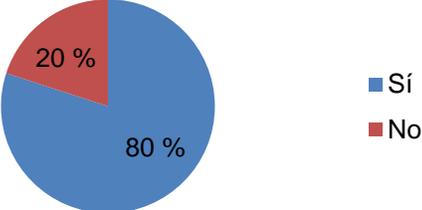
Tabla XIII. **Resultados: ¿quién recoge la basura de su casa?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Servicio de extracción de basura	47	 <p>■ Servicio de extracción de basura ■ No cuenta con servicio de extracción de basura</p>
No cuenta con servicio de extracción de basura	53	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Sabe usted cuál es el destino final de su basura? Las respuestas permiten conocer el grado de conocimiento del manejo de los DSD por parte de los habitantes encuestados. De acuerdo con los resultados, la mayoría responde que sí sabe cuál es el destino final de su basura (80 %), el resto (20 %) indica no conocer el destino final de los desechos.

Tabla XIV. **Resultados: ¿sabe usted cuál es el destino final de su basura?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	80	 <p>■ Sí ■ No</p>
No	20	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Estaría dispuesto a caminar si la recolección se hace en lugares específicos y no puerta a puerta? Las respuestas permiten conocer la opinión de los encuestados sobre el tema y conocer su disposición para colaborar con el problema de la basura en la aldea. De acuerdo con los resultados, la mayoría responde que sí (90 %), el resto considera lo contrario (10 %).

**Tabla XV. Resultados: ¿estaría dispuesto a caminar si la recolección se hace en lugares específicos y no puerta a puerta?**

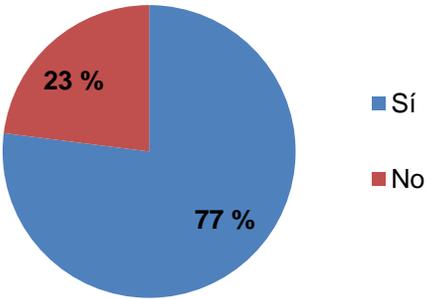
Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	90	<p>A pie chart illustrating the survey results. The chart is divided into two segments: a large blue segment representing 'Sí' at 90%, and a smaller red segment representing 'No' at 10%. A legend to the right of the chart identifies the blue color with 'Sí' and the red color with 'No'.</p>
No	10	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Separa, reutiliza o recicla algún residuo en su casa? Aparte del beneficio económico, es importante conocer la actitud del encuestado respecto a la gestión de los DSD. De acuerdo con los resultados, la mayoría (77 %) responde que sí realiza alguna de las actividades indicadas, el resto (23 %) indica lo contrario.

Respecto al tipo de DSD que se reciclan, la mayoría son latas, plásticos, vidrio y metal en ese orden.

Tabla XVI. **Resultados: ¿separa, reutiliza o recicla algún residuo en su casa?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	77	
No	23	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la separación de los residuos de su hogar para facilitar el proceso de reciclaje de estos? La información permite conocer la opinión de los encuestados sobre el tema y conocer su disposición para separar la basura en la fuente de generación y facilitar su manejo. De acuerdo con los resultados, la mayoría responde que sí (90 %), el resto considera que no (10 %).

Tabla XVII. **Resultados: ¿estaría usted dispuesto a colaborar con la separación de sus residuos de su hogar para facilitar el proceso de reciclaje de estos?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	90	<p>A pie chart with a blue slice representing 90% and a red slice representing 10%. A legend to the right shows a blue square for 'Sí' and a red square for 'No'.</p>
No	10	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Considera que existe contaminación por el manejo de los DSD en la aldea? Las respuestas permiten conocer la opinión de los encuestados sobre el tema. De acuerdo con los resultados, la mayoría considera que sí (77 %), el resto considera que no (23 %).

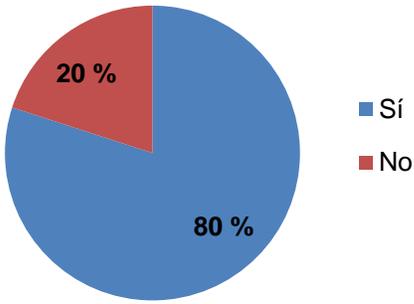
Tabla XVIII. **Resultados: ¿considera que existe contaminación por el manejo de los DSD en la aldea?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	77	<p>A pie chart with a blue slice representing 77% and a red slice representing 23%. A legend to the right shows a blue square for 'Sí' and a red square for 'No'.</p>
No	23	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Estaría dispuesto a pagar por un buen servicio de recolección de basura? La información permite conocer la opinión de los encuestados sobre la posibilidad de contar con un servicio de recogida de basura en la aldea. De acuerdo con los resultados, la mayoría responde que sí (80 %), el resto considera que no (20 %).

Tabla XIX. **Resultados: ¿estaría dispuesto a pagar por un buen servicio de recolección de basura?**

Respuesta	Resultado %	Gráfica
Sí	80	 <p>■ Sí ■ No</p>
No	20	

Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Características de los residuos sólidos

Se muestrearon un total de 30 viviendas, con lo que se obtuvo información fundamental para realizar las estimaciones y caracterizaciones necesarias. La composición física de los DSD de la aldea El Paredón Buena Vista se determinó por medio de la separación a mano; luego, se procedió a la determinación de su peso, por cada tipo de residuo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de los desechos sólidos en la aldea, se presentan las siguientes observaciones.

- Clasificación por estado: residuos sólidos
- Clasificación por origen: domiciliarios
- Clasificación por tipo de manejo: no peligroso

**Tabla XX. Resultados: generación diaria de DSD de acuerdo con su naturaleza**

	Día No. 1		Día No. 2		Día No. 3		Día No. 4		Día No. 5	
Tipo DSD	DSD-O	DSD-I								
Total DSD generados (kg)/día	95,792		113,13		92,64		119,16		92,605	
Peso por tipo de DSD/día (%)	58,600 (61,1 %)	37,192 (38,9 %)	69,280 (61,2 %)	43,850 (38,8 %)	44,770 (48,3 %)	47,870 (51,7 %)	75,160 (63,0 %)	44,005 (37,0 %)	50,660 (60,1 %)	41,945 (38,9 %)

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXI. Resultados: generación promedio (5 días) de DSD de acuerdo con su naturaleza**

Tipo DSD	DSD-O	DSD-I
Valor promedio DSD <sub>totales</sub> generados (kg/5 días)	102,67	
Valor promedio peso por tipo de DSD kg/5 días, (%)	59,70 (58,1 %)	42,97 (41,9 %)

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, del total de los DSD generados en la aldea El Paredón Buena Vista, el valor promedio de la producción de DSD-O es el 58,1 %, el resto son DSD-I (41,9 %).

### 6.3.1. Generación *per cápita* (ppc)

El cálculo de la generación de desechos sólidos *per cápita* en la aldea se realizó tomando en cuenta los datos de la recolección y pesaje de cada bolsa con desechos por vivienda analizada.

Los resultados parciales de la recolección fueron promediados entre los días que duró la recolección y luego divididos entre la cantidad de viviendas que fueron sujetas a muestra. Para este cálculo, durante cinco días consecutivos, se procedió de la siguiente manera:

- Las bolsas recogidas fueron pesadas diariamente ( $W_i$ ) durante los días que duró el muestreo, para esto se utilizó una balanza de 0 a 5 kg. Este cálculo representa la cantidad de basura diaria generada en cada vivienda y el total del muestreo.

Tabla XXII. Resultados: DSD generados (5 días kg/vivienda) en la aldea El Paredón Buena Vista

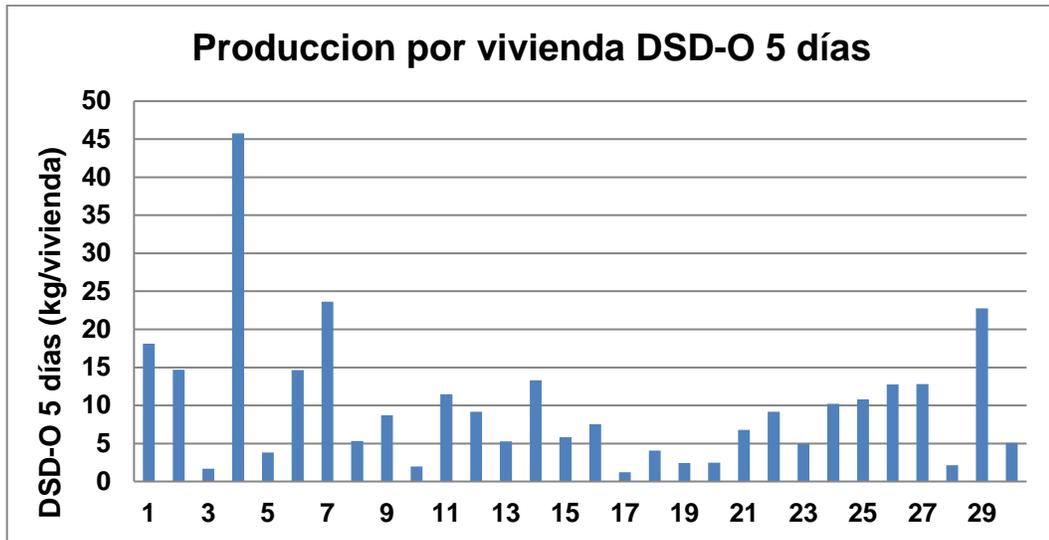
No. casa	No. habitantes	$W_{\text{Total 5 días/vivienda}}$	
		DSD-O	DSD-I
1	6	18,130	8,310
2	5	14,700	29,170
3	4	1,675	16,390
4	5	45,770	3,930

Continuación de la tabla XXII.

5	3	3,800	0,240
6	8	14,630	9,900
7	7	23,645	4,200
8	8	5,315	12,770
9	3	8,685	0,555
10	2	1,980	1,885
11	5	11,475	17,050
12	5	9,170	1,200
13	9	5,270	3,630
14	5	13,320	2,415
15	6	5,810	2,285
16	6	7,515	5,475
17	6	1,230	9,370
18	8	4,045	10,465
19	3	2,420	1,880
20	2	2,470	11,620
21	6	6,770	12,910
22	6	9,150	3,480
23	4	4,960	4,235
24	7	10,230	9,275
25	5	10,800	8,780
26	4	12,745	8,120
27	7	12,800	3,680
28	5	2,155	6,377
29	4	22,750	4,255
30	2	5,055	1,010
Total por tipo de DSD generado (kg)/5 días		298,470	214,862
Total DSD generados (kg)/5 días		513,32	

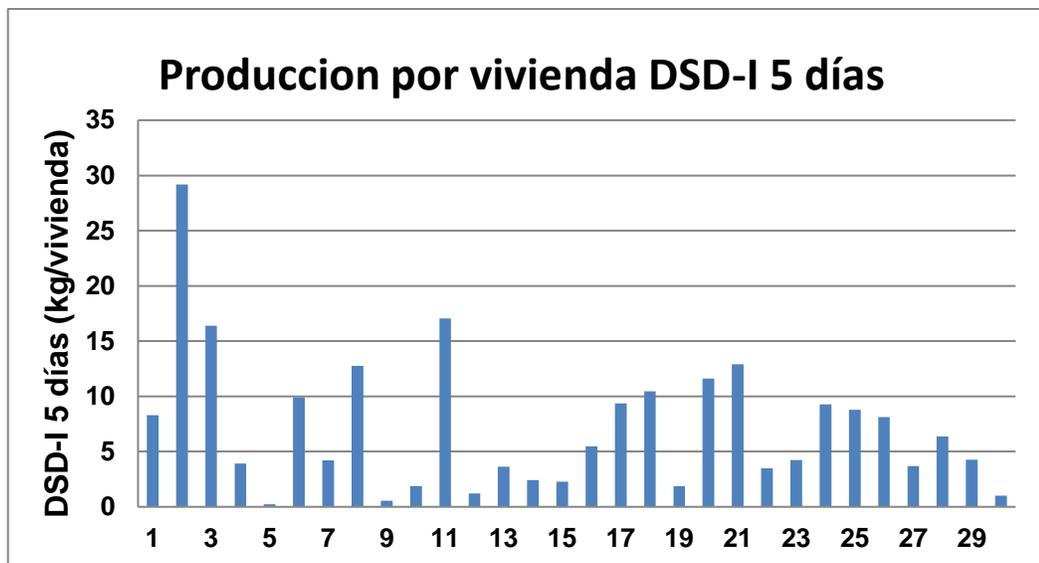
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Producción por vivienda DSD-O 5 días



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Producción por vivienda DSD-I 5 días



Fuente: elaboración propia.

- Finalmente, se calculó la generación ppc promedio (GPC) de todas las viviendas. Para obtener la generación total diaria, se multiplicó la generación *per cápita* por el número de habitantes de la aldea.

Tabla XXIII. Resultados: ppc diario DSD de la aldea El Paredón Buena Vista

No. casa	No. habitantes	Día No. 1		Día No. 2		Día No. 3		Día No. 4		Día No. 5	
		DSD-O	DSD-I	DSD-O	DSD-I	DSD-O	DSD-I	DSD-O	DSD-I	DSD-O	DSD-I
1	6	0,730	0,000	4,150	5,400	4,050	1,500	4,500	0,360	4,700	1,050
2	5	0,000	0,000	5,550	8,750	0,750	10,650	0,000	6,720	8,400	3,050
3	4	0,625	0,440	0,000	2,000	0,000	3,130	0,000	5,120	1,050	5,700
4	5	10,500	0,000	7,150	1,650	7,550	1,080	11,120	1,200	9,450	0,000
5	3	2,150	0,000	0,000	0,000	0,775	0,000	0,000	0,185	0,875	0,055
6	8	0,000	1,100	7,500	4,050	2,650	1,600	3,000	2,050	1,480	1,100
7	7	6,750	2,050	10,500	1,050	0,000	0,000	5,750	0,000	0,645	1,100
8	8	0,000	7,800	0,000	3,070	0,000	0,000	5,315	0,000	0,000	1,900
9	3	0,000	0,000	0,850	0,340	6,180	0,000	0,675	0,060	0,980	0,155
10	2	1,200	0,750	0,040	0,255	0,110	0,105	0,275	0,350	0,355	0,425
11	5	0,000	7,800	0,630	2,050	0,095	7,200	10,750	0,000	0,000	0,000
12	5	3,200	0,000	1,120	0,225	0,000	0,000	4,850	0,660	0,000	0,315
13	9	0,950	0,800	0,750	0,405	0,950	1,120	2,030	0,405	0,590	0,900
14	5	1,950	0,305	2,750	0,825	4,820	0,510	1,400	0,565	2,400	0,210
15	6	2,150	0,725	0,800	0,535	0,790	0,260	1,020	0,220	1,050	0,545
16	6	2,250	0,670	1,700	0,640	1,600	0,410	0,815	0,755	1,150	3,000
17	6	0,195	0,950	0,460	0,340	0,000	0,000	0,000	7,120	0,575	0,960
18	8	0,525	1,200	0,650	3,100	1,120	2,450	1,750	0,265	0,000	3,450
19	3	0,420	0,405	1,090	0,000	0,410	0,640	0,000	0000	0,500	0,835
20	2	0,850	0,550	0,570	0,470	1,050	3,200	0,000	3,450	0,000	3,950
21	6	1,100	0,240	0,480	0,720	1,070	3,550	4,120	2,950	0,000	5,450
22	6	1,050	0,105	2,750	0,980	2,150	0,740	1,950	1,080	1,250	0,575
23	4	1,050	0,600	0,975	1,055	0,775	0,450	0,910	1,255	1,250	0,875
24	7	0,000	3,500	1,950	0,000	0,000	0,000	4,180	5,000	4,100	0,775

Continuación de la tabla XXIII.

25	5	3,100	2,100	5,050	1,120	0,000	2,350	1,450	2,050	1.200	1.160
26	4	7,450	1,050	3,600	1,150	0,575	4,120	0,000	0,000	1.120	1.800
27	7	2,400	1,120	5,100	0,875	0,000	0,000	2,750	1,150	2.550	0.535
28	5	0,000	0,937	0,665	1,750	0,000	0,835	0,950	0,855	0.540	2.000
29	4	7,450	1,750	1,000	0,855	5,800	1,650	4,050	0,000	4.450	0.000
30	2	0,555	0,245	1,450	0,190	1,500	0,320	1,550	0,180	0.000	0.075
Total DSD generados (kg/día)		95,79 kg		113,13 kg		92,64 kg		119,16 kg		92,61 kg	
* Ppc (kg/hab./día)		0,376	0,238	0,444	0,281	0,287	0,307	0,482	0,282	0,325	0,269
		0,614		0,725		0,594		0,764		0,621	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los valores de la tabla XXVI y el estudio realizado, se obtienen los siguientes resultados:

- Ppc promedio, total de desechos generados de la producción *per cápita*:

$$Ppc_{\text{promedio}} = 0,664 \text{ kg/hab/día}$$

- Peso total DSD generados actualmente en la aldea El Paredón Buena Vista para una población total de 819 habitantes

$$W_{\text{total 2019}} = 0,664 * 819 = 543,5 \text{ kg/día}$$

- Proyección peso DSD generados al año 2039 en la aldea El Paredón Buena Vista: en Guatemala se tiene estimado un aumento de población cada año; según el Instituto Nacional de Estadística (INE), por año hay un crecimiento del 2,4 % de habitantes.

$$P_f = P_o * (1 + R)^n$$

Donde:

- Pf = población futura
- Po = población actual
- r = tasa de crecimiento
- n = período de diseño

$$P_f = 819(1 + 0,0240)^{20} = \text{habitantes}$$

$$W_{\text{total 2039}} = 0,664 * \text{Población}_{2039} \text{ (kg/día)}$$

Tabla XXIV. **Proyección generación de DSD período 2019 - 2039**

Fecha	Población	DSD generados (kg/día)
2019	819	543,5
2024	922	612,3
2029	1038	689,4
2034	1169	776,1
2039	1316	874,0

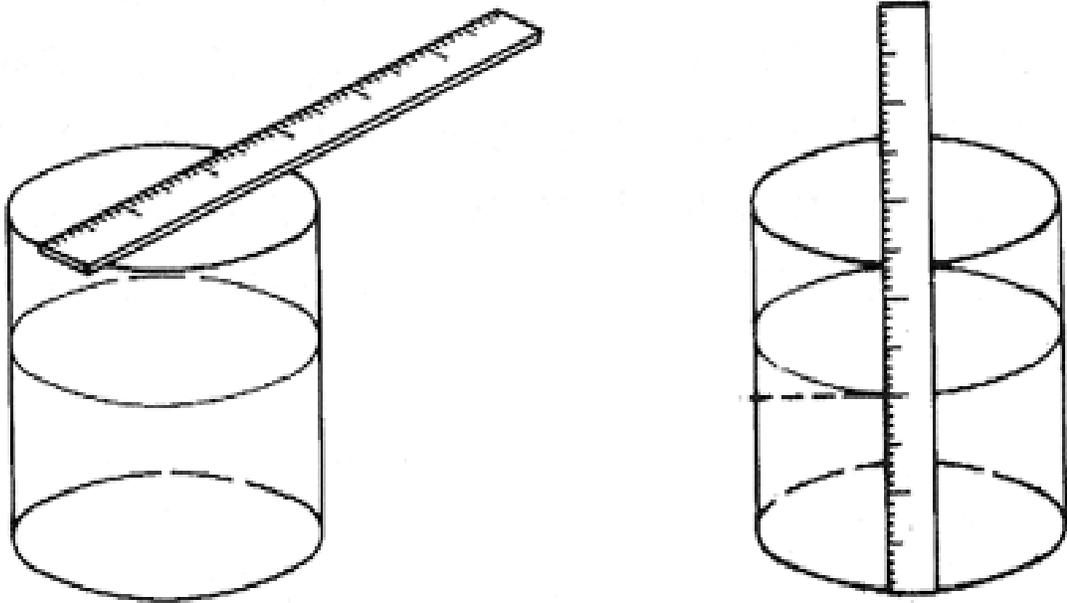
Fuente: elaboración propia.

### 6.3.2. Densidad

La densidad permite conocer el volumen que ocupa cierta cantidad de residuos sólidos; el cálculo de la densidad de los DSD en la aldea se realizó de la siguiente manera:

- Se pesó el recipiente vacío ( $W_1$ ) y se determinó su volumen ( $V$ ). Para calcular la densidad de los DSD se utilizó un recipiente cilíndrico con un volumen de  $0,022 \text{ m}^3$  y un peso de  $0,985 \text{ kg}$ .

Figura 29. **Tipo de recipiente para cálculo de la densidad DSD**

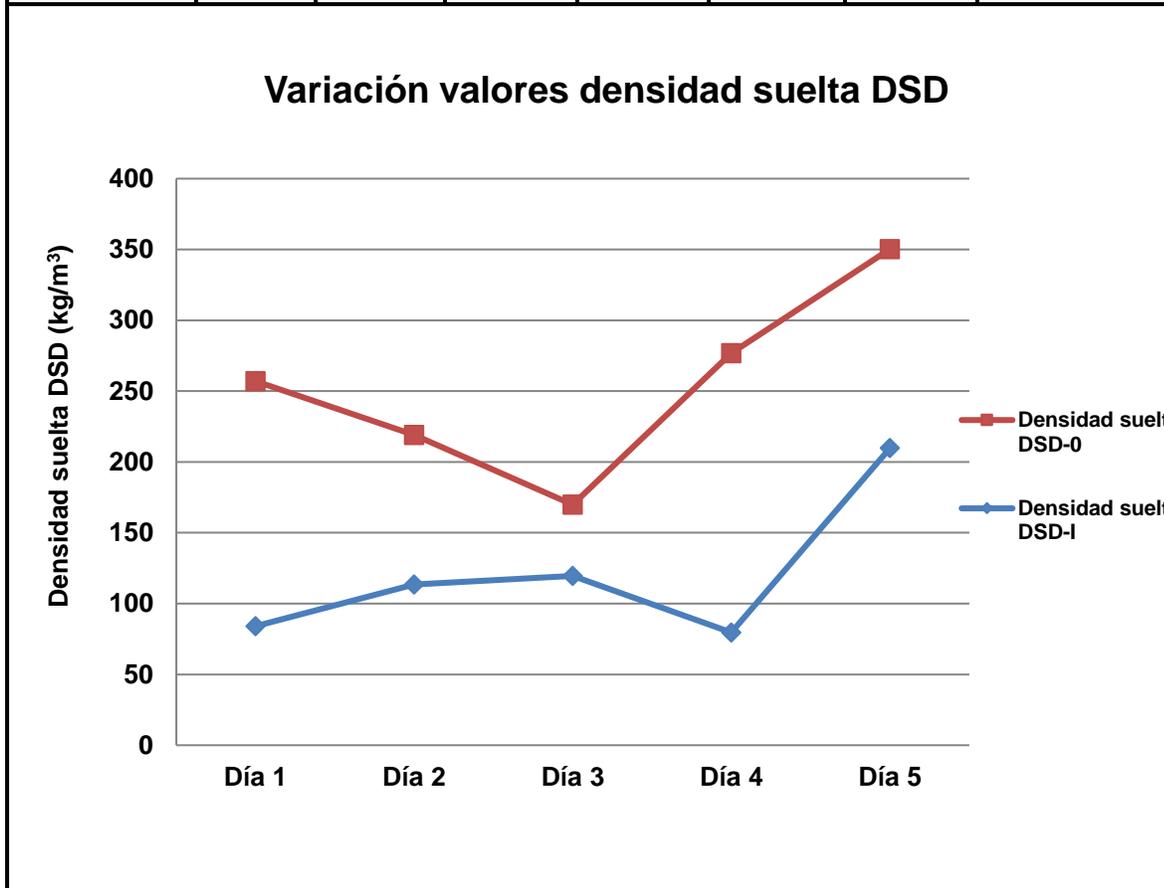


Fuente: elaboración propia.

- Se depositan los desechos dentro del recipiente y se acomodan de tal manera que se llenen los espacios vacíos; es conveniente que el recipiente se encuentre lleno de residuos.
- Se pesó nuevamente el recipiente lleno ( $W_2$ ) y por diferencia se obtuvo el peso de la basura ( $W$ ).
- Finalmente se dividió el peso de la basura ( $W$ ) entre el volumen del recipiente ( $V$ ) para obtener la densidad de la basura.

Tabla XXV. Resultados: valores densidad suelta DSD

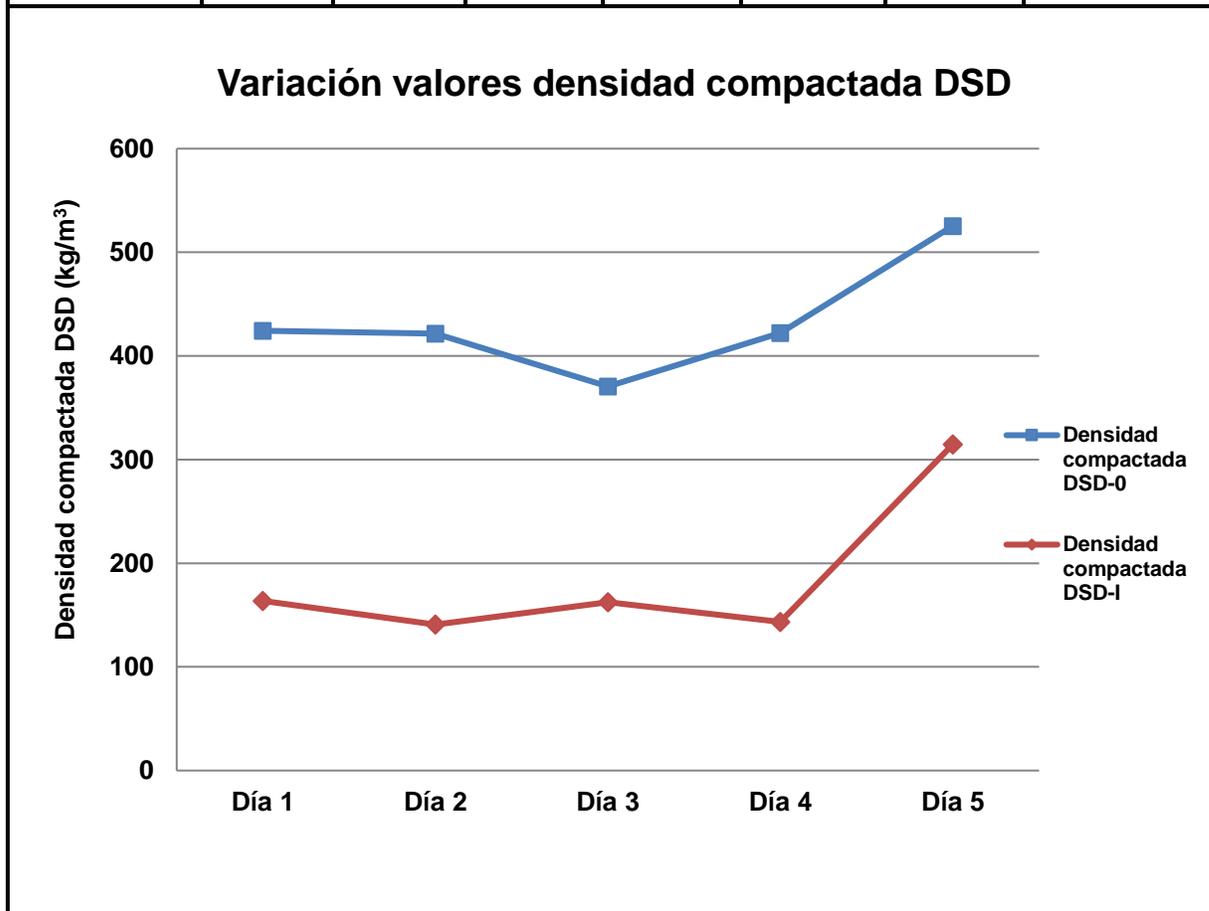
	Tipo DSD	Muestreo No.					Promedio 5 días (kg/m <sup>3</sup> )
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
Densidad suelta D <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	DSD-0	256,91	219,02	169,85	276,76	350,30	254,60
	DSD-I	84,13	113,50	119,64	79,62	209,77	121,33



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Resultados: valores densidad compactada DSD

	Tipo DSD	Muestreo No.					Promedio 5 días (kg/m <sup>3</sup> )
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
Densidad suelta D <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	DSD-O	424,26	421,64	370,57	422,18	525,44	432,90
	DSD-I	163,72	140,84	162,53	143,32	314,66	185,01

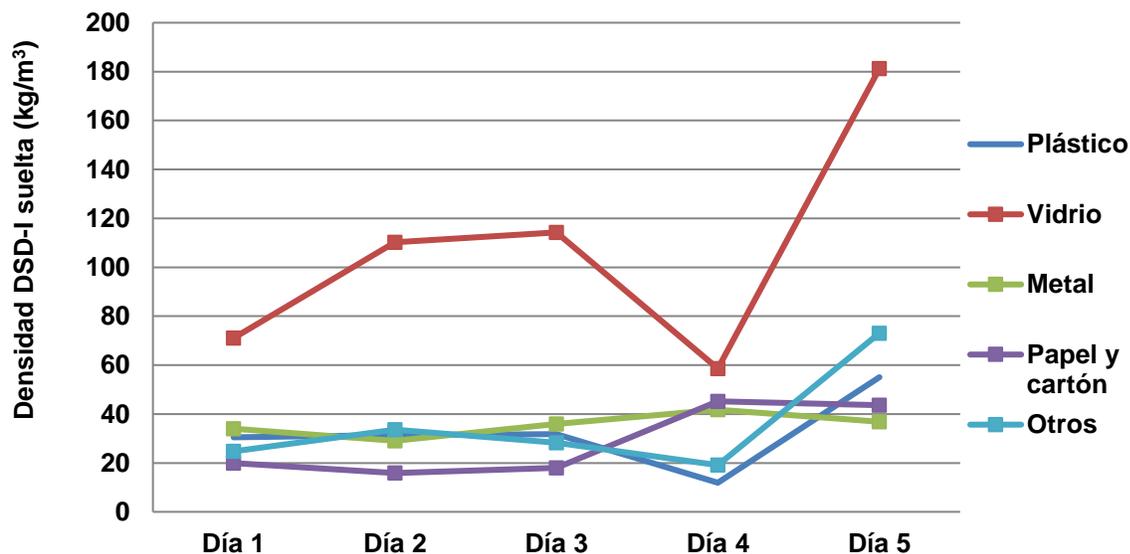


Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Resultados: valores densidad suelta por tipo de DSD-I

	Tipo de DSD-I	Muestreo No.					Promedio 5 días (kg/m <sup>3</sup> )
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
Densidad suelta $D_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	Plástico	30,45	31,40	31,83	11,91	55,05	32,13
	Vidrio	71,05	110,23	114,26	58,61	18,21	107,07
	Metal	34,03	29,06	35,98	41,76	36,91	35,55
	Papel y cartón	19,89	15,86	17,98	45,19	43,65	28,51
	Otros	24,77	33,64	28,26	19,11	73,08	35,77

Valores densidad suelta por tipo de DSD-I

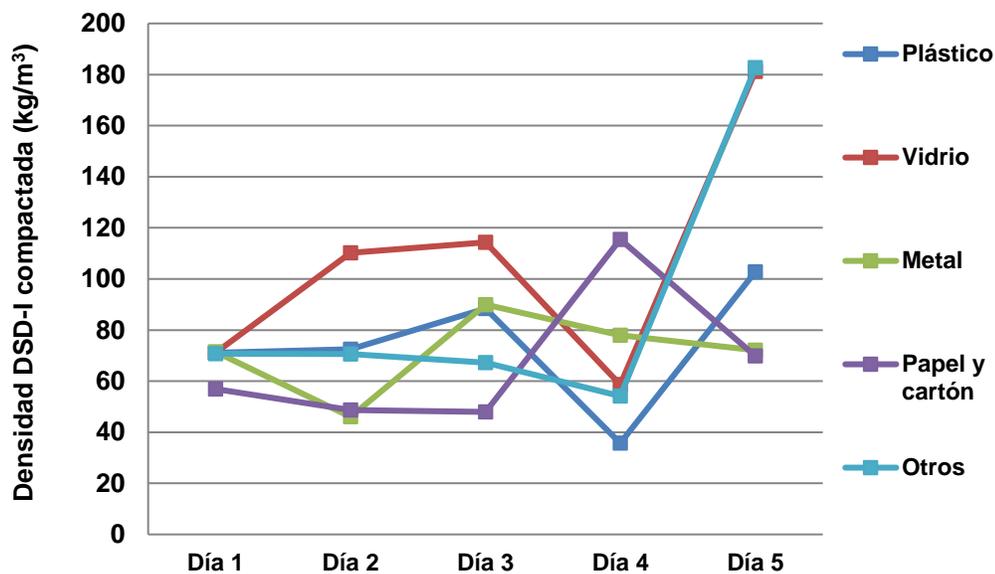


Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Resultados: valores densidad compactada por tipo de DSD-I

	Tipo de DSD-I	Muestreo No.					Promedio 5 días (kg/m <sup>3</sup> )
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
Densidad compactada Dc (kg/m <sup>3</sup> )	Plástico	71,05	72,46	88,42	35,73	102,79	74,09
	Vidrio	71,05	110,24	114,26	58,61	181,21	107,07
	Metal	71,46	46,01	89,95	77,95	72,12	71,50
	Papel y cartón	56,84	48,72	47,95	115,49	69,83	67,77
	Otros	70,76	70,65	67,28	54,13	182,70	89,10

Resultados valores densidad compactada por tipo de DSD-I



Fuente: elaboración propia.

### 6.3.3. Composición física

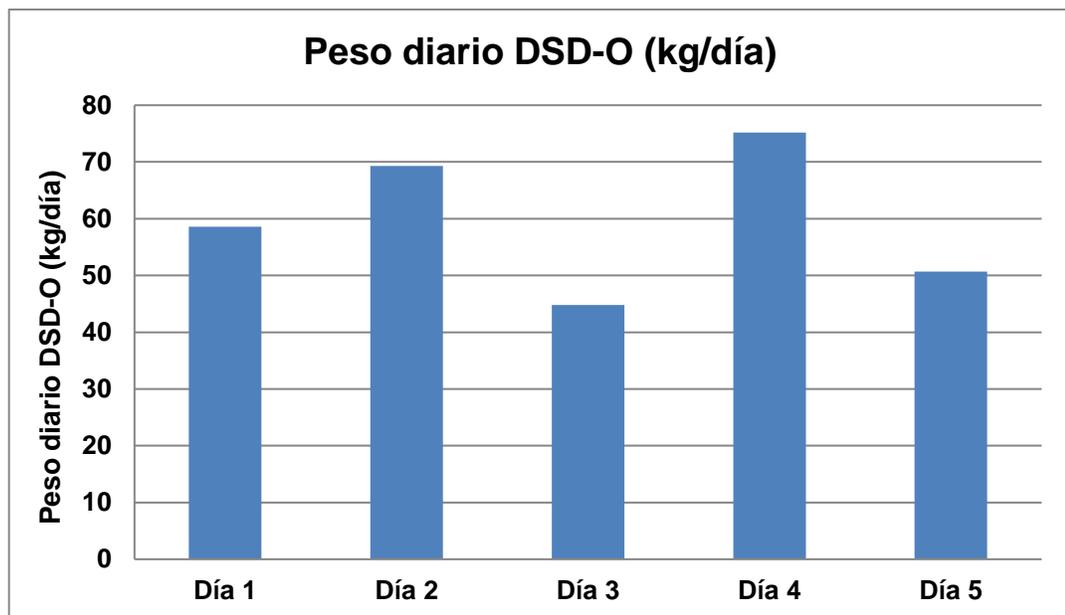
El comportamiento del tipo y volumen de los desechos generados en la aldea El Paredón Buena Vista variará conforme el aumento de su población y el nivel de desarrollo en la aldea. De acuerdo con la composición de los DSD de la aldea El Paredón Buena Vista, las tecnologías viables para su manejo son el compostaje y el reciclaje, así como una campaña de reducción en la fuente generadora.

De manera preliminar la composición de los DSD en la aldea se realizó separando la materia orgánica de la inorgánica en la fuente, tomando el peso en kilogramos de cada muestra, a partir de estos datos se calcularon los porcentajes que se generan. El procedimiento utilizado en la caracterización de los DSD se repite en cada uno de los muestreos realizados.

- Se colocaron los desechos sobre una superficie plana (se utilizó un plástico.
- Se dividió la muestra de acuerdo con el método de cuarteo.
- Se separaron los componentes, clasificándolos en las siguientes categorías:
  - Papel y cartón
  - Plástico
  - Pet
  - Restos de comida
  - Aluminio
  - Duroport
  - Textiles y hule
  - Vidrio
  - Papel higiénico y pañales
  - Madera
  - Cuero

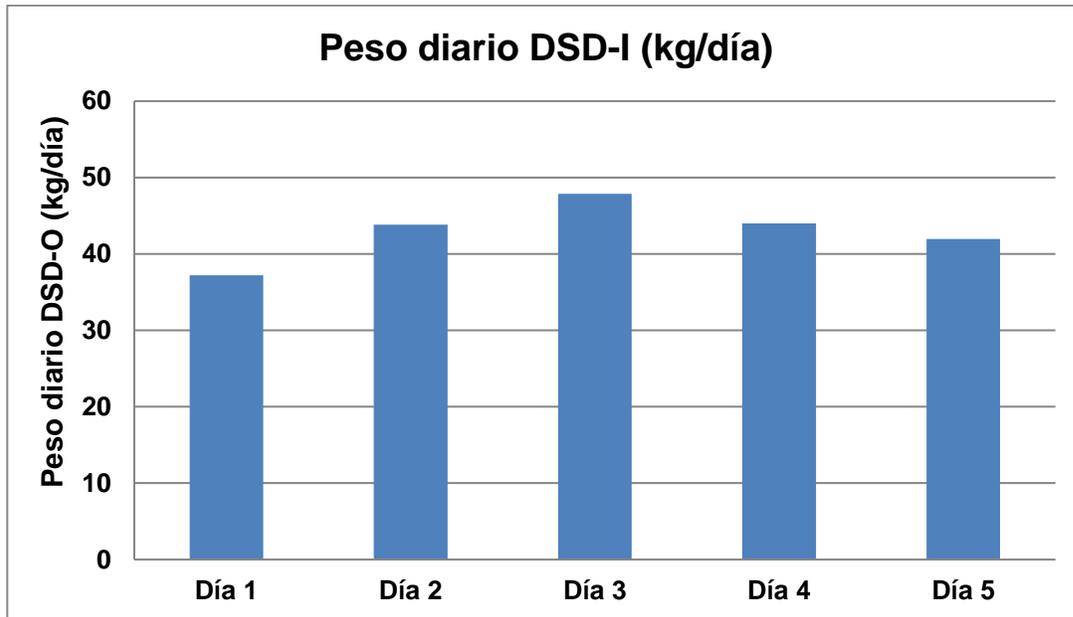
- Se pesaron los recipientes (de peso conocido) con los desechos ya clasificados y por diferencia se determinó el peso de cada uno de los componentes.
- Se calculó el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día ( $W_t$ ) y el peso de cada componente ( $P_i$ ):
- Se tomó el peso de cada uno de los componentes de los desechos teniendo el dato del peso total y el peso de cada componente.
- Cada día se retiraron los desechos utilizados para la caracterización.

Figura 30. Resultados del peso DSD-O (kg/día)



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Resultados del peso DSD-I (kg/día)

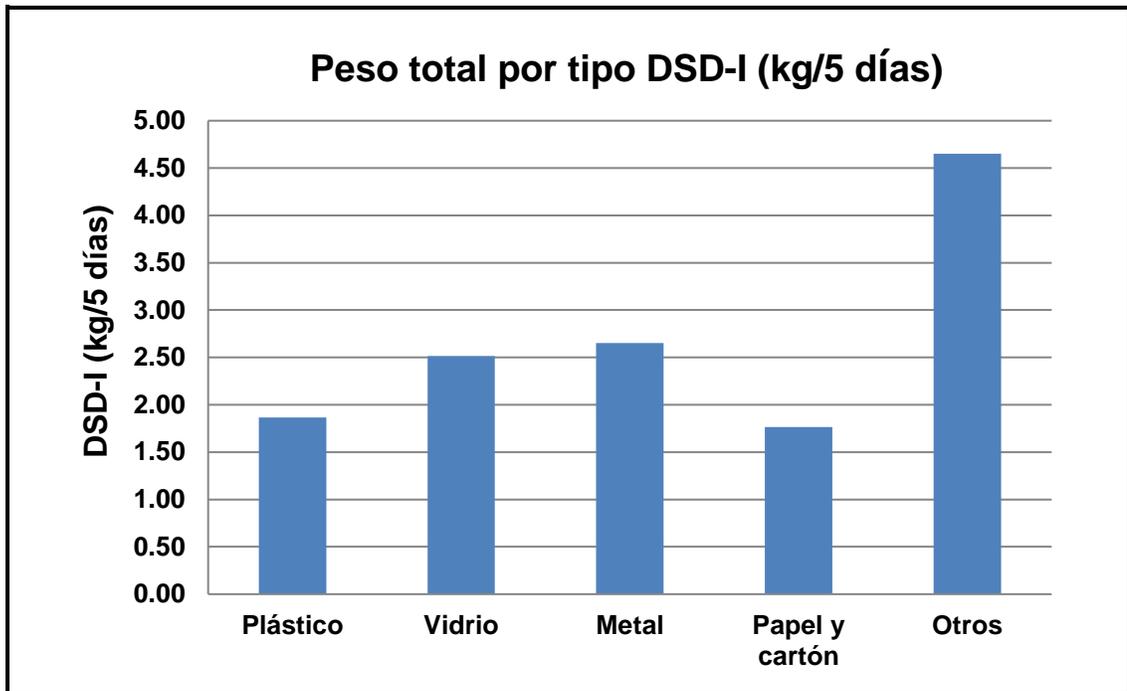


Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Resultados: clasificación DSD-I kg/día

Tipo DSD	Peso DSD-I (kg) Día 1	Peso DSD-I (kg) Día 2	Peso DSD-I (kg) Día 3	Peso DSD-I (kg) Día 4	Peso DSD-I (kg) Día 5
Plástico	0,525	0,580	0,490	0,110	1,000
Vidrio	0,350	1,120	0,985	0,415	2,120
Metal	0,440	0,170	0,432	0,720	0,200
Papel y cartón	0,245	0,210	0,310	0,320	0,430
Otros	0,305	0,435	0,435	0,200	0,900
Total por tipo	1,865	2,515	2,652	1,765	4,650

Continuación de la tabla XXIX.



Fuente: elaboración propia.



## **7. PROPUESTA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS**

### **7.1. Análisis de la situación actual**

En Guatemala, el manejo de los residuos sólidos representa un problema; para lograr mejoras se requiere voluntad por parte de las autoridades, inversión y educación continua de la población en el tema del aprovechamiento de los residuos.

El ciclo de los residuos sólidos domiciliarios se compone de dos fases: generación y gestión que considera los aspectos ambientales. En la mayoría de los casos, un sistema de manejo de desechos sólidos comprende cuatro elementos funcionales: producción de desechos, almacenamiento *in situ*, recolección y disposición.

La aldea El Paredón Buena Vista es una comunidad en crecimiento y desarrollo, lo que genera una mayor demanda de servicios públicos y un aumento en la generación de desechos sólidos; debido a su ubicación y sus principales características físicas y culturales, el incremento en el consumo de productos procesados ha elevado la tasa de generación de desechos por habitante diaria.

El problema de la aldea radica en que actualmente no existe un manejo adecuado de los residuos sólidos, no se cuenta con una ruta de recolección establecida ni las medidas necesarias para mitigar los daños que afectan el bienestar de los habitantes.

A continuación, se presentan los principales factores identificados durante el trabajo y que condicionan la propuesta para el manejo y la disposición final de los DSD en la aldea:

- El turismo nacional e internacional representa un alto porcentaje de las actividades comerciales que se realizan en la aldea, esto significa una población no permanente pero significativa.
- En la actualidad, la aldea forma parte del área protegida del Parque Naranjo, la que fue declarada Parque Nacional en 1955 establecida con la intención de la preservación de la zona.
- Debido a su ubicación geográfica el nivel freático en la zona es alto lo que dificulta la implementación de un relleno sanitario, debido a la probabilidad de contaminar los recursos hídricos en la región.
- En la aldea no existe una adecuada gestión y disposición final de los desechos sólidos, el principal medio de disposición es la quema de basura, lo que pone en riesgo a la población.
- Existen botaderos no autorizados en áreas cercanas a la aldea y al canal de Chiquimulilla, lo que pone en riesgo a la población debido a la proliferación de vectores asociados a los mismos; en el casco urbano no se cuenta con recipientes de basura.
- La población de la aldea está dispuesta a colaborar en la solución final para el manejo y la disposición final de los DSD en la aldea.

## **7.2. Propuesta del manejo de los desechos sólidos**

Los proyectos como el manejo de desechos sólidos deben ser de prioridad, las medidas a tomar deben ser aprobadas por las instancias correspondientes, como los son el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) debido al gran impacto que tienen los desechos.

Con base en la información, el análisis y los resultados de este estudio, se presenta la propuesta técnica para la disposición final de los DSD en la aldea El Paredón Buena Vista. Esta incluye diferentes actividades, así como la participación de la comunidad; se buscó con ello una mejor calidad de vida a sus habitantes y el cuidado del medio ambiente.

La metodología en la que se basa la propuesta considera procesos organizativos y administrativos, los que son necesarios para realizar una propuesta de manejo de DSD, que se adapte a las posibilidades y a la realidad de la aldea.

- Socialización: fase importante para dar a conocer la importancia del proyecto, como la base para las futuras decisiones que se tomarán en torno al manejo de los desechos sólidos. Se deben incluir a los siguientes sectores:
  - La población civil: el apoyo de la población permite e incentiva la realización de los proyectos, que tienen como objetivo el correcto manejo y disposición final de los DSD en la aldea.

- Las autoridades municipales: tienen el rol principal para permitir que se mejoren las condiciones del manejo de los DSD, por medio de la evaluación de la situación de los desechos y de aplicar las recomendaciones que se consideren adecuadas para la aldea.
  - Las instituciones y oenegés con presencia en la aldea y los medios de comunicación locales: son un elemento importante dado que mantienen comunicación con la población en general.
  - Delimitación espacial: se tomará como base el área del casco urbano en la aldea y parte del área semirrural, se recomienda el uso de aparatos de georeferenciación (GPS). También, las fotografías satelitales proveen información para facilitar el reconocimiento de la zona.
- Entrevistas con autoridades municipales, líderes locales y oenegés, para dar a conocer el proyecto y coordinar las actividades que se puedan implementar.
  - Identificar y evaluar el sitio de disposición final: esta metodología se aplica al comparar dos o más sitios y definir así el más apto cuando es viable; evaluando aspectos como: las condiciones del suelo, la propiedad del terreno, la cercanía y la relación con los habitantes del poblado y demás condiciones técnicas que deben tomarse en consideración.

### **7.3. Soluciones técnicas para la disposición final**

A continuación, se presentan las soluciones técnicas consideradas para mejorar el manejo y la disposición final de desechos sólidos en la aldea El

Paredón Buena Vista. Para alcanzar este objetivo es necesaria la participación de las autoridades, instituciones y oenegés con presencia en la aldea, la población y los medios de comunicación locales.

Debido a que la aldea El Paredón Buena Vista, no cuenta con un espacio adecuado para la instalación de un relleno sanitario, se consideró necesaria la planificación de un conjunto de acciones que permitirán disminuir la contaminación ambiental producida por los desechos en la comunidad. Para identificar y proponer las soluciones técnicas para el manejo y la disposición final, se consideraron la actividad económica, los hábitos, la composición física de los DSD generados y, principalmente, la producción *per cápita* en la aldea.

### **7.3.1. Minimización de la generación**

A través de un menor consumo, un mejor aprovechamiento y una mayor durabilidad de los recursos; de acuerdo con esto se proponen las siguientes acciones para llegar a la minimización de la generación de DSD.

- **Concientización y sensibilización:** consiste en dar a conocer y demostrar las razones por las cuales es importante el proceso de minimización, a través de campañas y visitas a los hogares. Se debe sensibilizar a la población y autoridades sobre los efectos negativos y los beneficios de actuar responsablemente en el tema de los DSD.
- **Reducción en la fuente:** a través de la organización en el hogar y las actividades de concientización, los habitantes toman mejores decisiones respecto al consumo y desecho de los recursos; como tomar en cuenta el material del cual está elaborado el empaque, elegir el producto que produzca menos residuos, que sea retornable, reciclable, o bien,

demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos.

- Separación y clasificación: facilitan el manejo y transporte de los DSD, la clasificación debe darse en la fuente (cada vivienda), por lo cual debe llevarse a cabo una separación sencilla de materia orgánica e inorgánica.

Para alcanzar estos objetivos, se deben realizar las siguientes actividades:

- Acciones para la minimización: con el fin de impulsar la minimización, a través de la organización y planificación. Se incluyen actividades de educación y divulgación de información a la población.
- Soluciones técnicas de minimización: como la reutilización o reciclaje. Implican prácticas que no requieren mayor inversión y son de inmediata aplicación; por ejemplo, el uso de bolsas; estas se pueden distribuir a la población para la separación adecuada de los residuos.

### **7.3.2. Reciclaje**

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

El reciclaje de los DSD generados en la aldea El Paredón Buena Vista puede realizarse internamente en las viviendas o mediante el servicio de

recolección de los desechos. Generalmente, para un reciclaje adecuado se necesita:

- Espacios para la separación de los desechos.
- Recolección y transporte interno, almacenamiento central o temporal y aprovechamiento.
- Disposición final.

#### **7.3.2.1. Reciclaje de DSD-O**

Se incluyen actividades para el reciclaje y reutilización de acuerdo con las características de los residuos generados en la aldea El Paredón Buena Vista. Permite convertir los desperdicios vegetales en material orgánico, con lo que se obtiene un producto llamado compost; además de servir para la recuperación y el mejoramiento de los suelos, reduce la cantidad de DSD que deben disponerse.

- Compostaje

Consiste en la descomposición controlada de materiales orgánicos como frutas, verduras, podas, pasto, hojas, entre otros, por medio de un proceso biológico, donde interactúan microorganismos, oxígeno y factores ambientales como humedad y temperatura. Los métodos de compostaje incluyen:

- Compostaje pasivo o en pilas estáticas: este sistema es el más antiguo y el más simple de todos, consiste en apilar diversos residuos orgánicos, los cuales son descompuestos en forma lenta,

sin necesidad de mayores controles de humedad, aireación y temperatura, entre otros factores. La aireación ocurre de manera natural, a través del aire que fluye en forma pasiva de la pila.

- Compostaje en pilas de volteo o en hileras: este método consiste en disponer el material en pilas alargadas ya sea al aire libre o en depósitos; el tamaño de las pilas fluctúa entre 2 y 5 metros de ancho, por 1 o 3 metros de alto y largo variable; su forma puede ser triangular o trapezoidal. Las pilas deben ser volteadas en forma periódica ya sea manual o mecánicamente.
- Compostaje en pilas estáticas con aireación: en este método los materiales se disponen en pilas, al igual que en el sistema anterior, pero la aireación puede ser realizada de forma pasiva o forzada, por lo que se elimina la necesidad del volteo durante el proceso de compostaje.
- Compostaje en biodigestores: este método el proceso de compostaje se lleva a cabo en un contenedor cerrado, en el cual se desarrolla un proceso aeróbico acelerado para generar compost.

La forma de manejar el proceso de compostaje en la aldea El Paredón Buena Vista, resultará en un compost de calidad en el menor tiempo posible, reducir al mínimo los olores, la contaminación generada por los residuos y sus lixiviados y otros problemas relacionados con el proceso. Además, un buen manejo ayuda a mejorar el uso de los materiales, los equipos, el terreno y la mano de obra.

Luego de la fase activa del compostaje se requiere de un periodo de tiempo mayor a un mes para que el proceso termine y el compost desarrolle las características deseadas para sus aplicaciones posteriores. Durante esta etapa de maduración no se requiere de volteos si las pilas tienen un tamaño suficientemente pequeño para permitir un adecuado intercambio gaseoso. Algunos de los beneficios del compostaje sobre el suelo son:

- Da consistencia a los terrenos ligeros y suelta a los demasiados compactos.
- Aumenta la retención de agua.
- Facilita el abonado químico y hace que los minerales se disuelvan mejor.
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades.

#### **7.3.2.2. Reciclaje DSD-I**

Se incluyen actividades para el reciclaje y la reutilización de acuerdo con los resultados de la caracterización de DSD; se incluyen papel, plásticos, vidrio, metales (aluminio, hierro, otros), pilas y baterías y aceites usados, entre otros.

El reciclaje puede adoptarse como una estrategia dentro del manejo integral de DSD en la aldea El Paredón Buena Vista y puede promoverse de acuerdo con cómo se desarrolle la actividad y sea económica y socialmente aceptable. En el departamento de Escuintla se encuentran centros de acopio, donde compran los materiales que pueden reciclarse.

- Reciclaje de papel

El papel (periódicos, revistas, libros, otros) y el cartón (envases y embalajes de los productos manufacturados) son productos orgánicos; cuando se trata de la separación de los DSD se clasifican como inorgánicos debido a su potencial para ser reciclados.

En la fabricación del papel intervienen tres elementos: la pasta de celulosa (obtenida normalmente de la celulosa de la madera de los árboles), agua y energía, con lo que se obtiene la pasta de papel. El proceso de obtención de la pasta de papel puede ser mecánico (desfibración mecánica de la madera), químico (desfibrado en un digestor, donde la madera es cocida con productos químicos) o mixto.

El papel reciclable no se debe mezclar con papel sucio, pañuelos desechables, papel de aluminio, papel de fax, papel engomado, plastificado y encerado, entre otros. Los procesos que se utilizan para obtener papel reciclado son los siguientes:

- Clasificación, preparación y embalaje.
- Operación de pulpado: su objetivo es separar las fibras que contiene el papel usado, sin romperlas.
- Eliminación de objetos: la pasta de papel se filtra por tamices de distintos tamaños para separar plásticos, alambres y tierra, entre otros.

- Destintado: se elimina la tinta mediante jabón y proyectando aire a presión. El aire y el jabón forman burbujas que suben a la superficie, donde unos potentes aspiradores recogen la mezcla de tintas que tenía el papel usado.
- Lavados y espesados sucesivos: consiste en ir reduciendo la cantidad de agua que tiene la pasta de papel.
- Secado: el papel es secado por completo con la ayuda de una máquina y se obtiene una lámina de papel consistente.

Entre las ventajas del reciclado del papel se encuentran las siguientes:

- Se evita el talado de árboles.
- Se reduce la necesidad de plantar monocultivos de coníferas y eucaliptos.
- Se reduce en un 85 % el consumo de agua y un 65 % el de energía.
- Se disminuyen los efluentes contaminantes en un 35 %.
- Se evita su utilización en incineradoras y se reduce el espacio de los vertederos.
- Se disminuyen las exportaciones de madera, se reduce la inversión de las industrias del sector, ahorro en el gasto de

recursos energéticos y de agua y es una materia prima de bajo costo.

- Reciclaje de plásticos

Se busca evitar que estos materiales lleguen a los vertederos; mediante el reciclado su destino final es la incineración o el relleno sanitario; en algunos casos, únicamente el reciclado químico permite una larga duración. Existen dos tipos de reciclaje:

- Reciclado mecánico: solamente los termoplásticos recuperados se pueden reciclar mecánicamente, convenientemente prensado y embalado, llega a la planta de reciclado donde comienza la etapa de regenerado del material: triturado, lavado purificación, extrusión y granceado (aditivos convenientes).
- Reciclado químico: los envases se descomponen por procesos químicos en componentes sencillos que pueden ser utilizados como materias primas para obtener otros productos: aceite, grasas y monómeros, entre otros. El reciclado químico puede efectuarse por medio de diversas técnicas: pirolisis, hidrogenación, gasificación y tratamiento con disolventes.

La gran diversidad de materiales plásticos ha llevado a crear una variada tipología para identificarlos. Los plásticos se clasifican según sea su comportamiento con la variación de la temperatura y los disolventes. Así se clasifican en:

- Termoplásticos: son plásticos que cuando son sometidos a calor se reblandecen y fluyen, por tanto, son moldeables por el calor cuantas veces se quiera sin que sufran alteración química irreversible. Al enfriarse vuelve a ser sólido. Tienen estructuras lineales o poco ramificadas; son flexibles y resistentes y fáciles de reciclar.

Figura 32. **Plásticos termoplásticos**

Termoplásticos	Simbología	Aplicaciones	Usos después del reciclado
Polietileno tereftalato PET	 PET	Botellas, envasado de productos alimenticios, refuerzos neumáticos de coches.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos.
Polietileno alta Densidad PEAD	 HDPE	Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, láminas y tuberías.	Bolsas industriales, botellas, contenedores, tubos
Policloruro de vinilo PVC	 PVC	Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario.	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores
Polietileno de baja densidad PEBD	 LDPE	Film adhesivo, bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberías para riego,	Bolsas para residuos, e industriales, tubos, contenedores, film uso agrícola, vallado
Polipropileno PP	 PP	Envases para productos alimenticios, cajas, tapones, piezas de automóviles, alfombras y componentes eléctricos.	Cajas múltiples para transporte de envases, sillas, textiles
Poliestireno PS	 PS	Botellas, vasos de yogures, recubrimientos	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina
Otros		Materiales a prueba de balas, DVD, lentes de sol, MP3 y PC, ciertos envases de alimentos, etc.	Muy difíciles de reciclar.

Fuente: EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla* p. 38.

- Termoestables: son los plásticos que no reblandecen ni fluyen por mucho que aumente la temperatura, por tanto, sufren

modificaciones irreversibles por el calor y no pueden fundirse de nuevo. Son duros y frágiles.

De acuerdo con lo indicado en la figura 32, los envases de plásticos se pueden reciclar para la fabricación de bolsas de plástico, mobiliario urbano, señalización, o bien para la obtención de nuevos envases de uso no alimentario. Entre las ventajas que ofrece el reciclado del plástico se tienen:

- Ahorro de materias primas y energía
  - Reduce la cantidad de residuos al tratar por otro sistema
  - Disminuye el impacto ambiental o alteración del paisaje
- Reciclaje de vidrio

El vidrio se obtiene mezclando su materia prima: arena de cuarzo, carbonato sódico (sosa) y piedra calcárea, fundiéndolo todo a elevadas temperaturas.

El reciclaje consiste en fundir vidrio para hacer vidrio nuevo, el único proceso antes de su fundición es el lavado del material. Su fusión se consigue a temperaturas más reducidas que las de fusión de minerales, por tanto, se ahorra energía.

Existen envases de vidrio retornable que, después de un proceso adecuado de lavado, pueden ser utilizados nuevamente con el mismo fin. Una botella de vidrio puede ser reutilizada entre 40 y 60 veces, con un gasto energético del 5 % respecto al reciclaje. Entre las ventajas que ofrece el reciclaje de vidrio se tienen:

- Causa poco impacto ambiental.
  - Conserva bien los alimentos.
  - Químicamente inerte.
  - Incombustible.
  - Se puede moldear y grabar.
  - Es transparente, se puede ver su contenido.
  - Es 100 % reciclable y mantiene el 100 % de sus cualidades.
  - La fusión de los materiales se consigue a temperaturas más bajas.
  - Ahorro de energía al no tener que extraer materias primas.
  - Disminuye el número de residuos urbanos que van al vertedero.
  - Reducción de la erosión producida al extraer las materias primas necesarias para su fabricación.
- Reciclaje del aluminio

El aluminio es un mineral que tiene diversas aplicaciones, además de latas, tapones, bandejas, bolsas, papel para envolver, por sus propiedades también es utilizado como aislante.

El reciclado del aluminio es un proceso que además de los beneficios ambientales, tiene interés económico. Desde el punto de vista técnico resulta fácil y supone un gran ahorro de energía y materias primas. Entre las ventajas que ofrece el reciclado de aluminio se tienen:

- Al utilizar aluminio reciclado se ahorra un 95 % de la energía empleada a partir de la producción del mineral primario.
- Puede reciclarse indefinidamente sin perder sus propiedades.

- Se puede reciclar el 100 % de los materiales recuperados.
- Su recuperación es rentable técnica y económicamente.
- Reciclaje de pilas y baterías

En la actualidad en la aldea El Paredón Buena Vista se ha incrementado la cantidad de este tipo de DSD especial; existen diversos tipos, como las que se utilizan en relojes, calculadoras, control o sensores remotos, son conocidas como pilas de botón; a pesar de su reducido tamaño son las más contaminantes. También se encuentran las pilas grandes, cilíndricas, que contienen menos metales pesados, pero se producen muchas más.

Cuando se tiran las pilas con los DSD, estas van a parar a algún vertedero autorizado o no, o al incinerador. Entonces, el mercurio y otros metales pesados tóxicos pueden llegar al medio y perjudicar a los seres vivos. Entre las ventajas que ofrece el reciclaje de baterías se tienen:

- Con el reciclaje de las pilas, se recupera el mercurio (de elevado riesgo ambiental) y se valoriza el plástico, el vidrio y los otros metales pesados contenidos en las pilas.
- Las pilas botón pueden ser introducidas en un destilador sin necesidad de triturarlas previamente. La condensación posterior permite la obtención de un mercurio con un grado de pureza superior al 96 %.
- Las pilas normales pueden ser almacenadas en previsión de poner en marcha de forma inmediata un sistema por el cual serán

trituras mecánicamente, y de la que se obtendría escoria férrica y no férrica, papel, plástico y polvo de pila.

- Reciclaje de aceites usados

La práctica de eliminar aceites usados sin ningún tipo de control contamina gravemente el medio ambiente, ya que, si se vierten al suelo, se contamina el suelo y el agua.

Si se vierten en los drenajes, se contaminan los ríos y se dificulta el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento y si se queman en forma inadecuada, contaminan la atmósfera.

Una alternativa de reciclaje para los habitantes de la aldea El Paredón Buena Vista, es que los aceites usados se transportaran a la cabecera del municipio, donde empresas especializadas los recogen y transportan para su tratamiento o disposición final; a partir de 3 litros de aceite usado, se obtienen 2 litros de aceite regenerado.

### **7.3.3. Reutilización**

Es prolongar y adecuar la vida útil de los DSD recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación. Se proponen dos formas de reutilizar los DSD para los habitantes de la aldea El Paredón Buena Vista:

- Emplear productos usados: se pueden intercambiar artículos que tal vez para una persona ya no tengan utilidad, pero para otra, sí, tal es el caso de: ropa, zapatos, libros, muebles, otros.
- Darles más valor a productos usados: transformar un objeto sin uso o destinado a ser un residuo en otro de igual o mayor utilidad y valor, como mobiliario o joyas, e incluso algunas iniciativas pagan a los consumidores que lleven sus productos viejos.

## CONCLUSIONES

1. La caracterización de los desechos sólidos en la aldea El Paredón Buena Vista, permitió establecer las cantidades físicas que actualmente se generan. El peso total de los DSD generados durante los muestreos realizados fue de 513,32 kg, divididos de la siguiente manera:
  - DSD orgánicos 298,47 kg (58,1 %).
  - DSD inorgánicos 214,86 kg (41,9 %).
  - El valor de la Ppc promedio de DSD en la aldea El Paredón Buena Vista es:  $Ppc_{promedio} = 0,664 \text{ kg/hab/día}$ .
  - En la actualidad el total de DSD generados por la población (819 habitantes) es de:  $W_{total\ 2019} = 0,664 * 819 = 543,5 \text{ kg/día}$ .
2. Los DSD generados en la aldea El Paredón Buena Vista se dividen en orgánicos e inorgánicos que incluyen materiales reciclables como papel y cartón, plásticos y metales, que pueden aprovecharse si se dispone de ellos correctamente. Se determinaron los siguientes parámetros físicos:
  - La densidad de los DSD de la aldea El Paredón Buena Vista:
    - Densidad suelta
      - DSD orgánicos 254,60 kg/m<sup>3</sup>

- DSD inorgánicos 121,33 kg/m<sup>3</sup>
    - Densidad compactada
      - DSD orgánicos 432,90 kg/m<sup>3</sup>
      - DSD inorgánicos 185,01 kg/m<sup>3</sup>
  - Los valores de densidad por tipo de DSD-I son los siguientes:
    - Densidad suelta
      - Plástico 32,13 kg/m<sup>3</sup>
      - Vidrio 107,07 kg/m<sup>3</sup>
      - Metal 35,55 kg/m<sup>3</sup>
      - Papel y cartón 28,51 kg/m<sup>3</sup>
      - Otros 35,77 kg/m<sup>3</sup>
    - Densidad compactada
      - Plástico 74,09 kg/m<sup>3</sup>
      - Vidrio 107,07 kg/m<sup>3</sup>
      - Metal 71,50 kg/m<sup>3</sup>
      - Papel y cartón 67,77 kg/m<sup>3</sup>
      - Otros 89,10 kg/m<sup>3</sup>
3. La elaboración de abono orgánico o compostaje es la alternativa inmediata para el aprovechamiento de los DSD-O generados en la aldea El Paredón Buena Vista.

4. El éxito de las actividades de minimización, reutilización y reciclaje de los DSD generados en la aldea El Paredón Buena Vista, depende de la responsabilidad, las características socioculturales y económicas de los habitantes de la aldea.



## RECOMENDACIONES

1. A los vecinos de la aldea El Paredón Buena Vista:
  - Fomentar la reducción en la fuente mediante el reciclaje o reaprovechamiento de los materiales presentes en los residuos sólidos.
  - Erradicación de botaderos a cielo abierto: deben tomarse las medidas para que no se vuelva a dar un mal manejo de los DSD.
  - Reducir el uso de materiales plásticos o no reciclables en las labores cotidianas de la aldea.
  - Aplicar un plan de separación de los residuos sólidos domiciliarios, por medio del uso de bolsas codificadas con colores para facilitar su recolección, reducir tiempo y costos en su manejo final.
2. A las autoridades municipales:
  - Realizar un plan de gestión ambiental para el manejo de desechos sólidos del municipio que evite la alteración de los sistemas ambientales y regule la erradicación de botaderos a cielo abierto.
  - Capacitación del recurso humano: es necesario formar recurso humano capaz de manejar aspectos técnicos, económicos, legales, administrativos y de comunicación social, en los diferentes niveles.

- Prohibir el almacenamiento de residuos sólidos en la vía pública, parques, terrenos baldíos o en lugares no especificados para tales fines; almacenar escombros de construcción en la vía pública; tirar basura en las calles, parques, plazas o cualquier otro sitio no especificado para tales fines; afectando con esto la limpieza y ornato del municipio.
- Elaborar programas de concientización para informar a la población sobre los impactos negativos en la salud y medio ambiente por la inadecuada disposición de los desechos sólidos.
- Impulsar la elaboración de abono orgánico o compostaje, por ser una alternativa inmediata para el aprovechamiento de los desechos orgánicos domiciliarios.
- Regular y reducir el uso de materiales plásticos o no reciclables en las labores cotidianas de la aldea.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BONIVENTO Sandra y Anet. *Guía para la implementación de la metodología de formulación de los planes de gestión integral de residuos sólidos PGRIS, estudio de caso*. Bogotá: Práctica Empresarial, Universidad del Bosque, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2005. 67 p.
2. CARE Internacional-Avina. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 9 *Gestión integral de residuos sólidos (GIRS)*. Ecuador: Care Internacional-Avina 2012. 111 p.
3. Congreso de la República de Guatemala. Acuerdo Gubernativo 509 – 2001, *Manejo de desechos sólidos hospitalarios*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2001.12 p.
4. COSOGUÁ LAPOYEU, Carlos. *Caracterización de los residuos y desechos sólidos de la aldea Guineales, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, Ingeniería en Gestión Ambiental Local, 2018. 91 p.
5. EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 99 p.

6. GÁLVEZ CATALÁN, Javier Antonio. *Caracterización de los residuos sólidos urbanos que producen los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, Siquinalá y La Gomera, del departamento de Escuintla, y propuesta para su disposición final*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 165 p.
7. GONZÁLEZ, Marco. *Manejo de desechos sólidos en la Escuela Oficial Urbana Mixta 824 y 825, Ciudad Peronia, Villa Nueva, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2018. 154 p.
8. GRÁDIZ CÁCERES, Marvin Ovidio y RAUDALES OSORTO, Rommel Josué. *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pínula*. Trabajo de Maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, -ERIS-, 2012. 247 p.
9. GRAJEDA SANTISTEBAN, Carlos Rafael. *Caracterización de residuos sólidos municipales en El Progreso, Guatemala, y propuesta de gestión integral de residuos*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2015. 185 p.
10. Impacto de la presencia de desechos sólidos en las zonas de manglar. [en línea]. <<http://vinculando.org/ecologia/impacto-de-la-presencia-de-desechos-solidos-en-las-zonas-de-manglar.html>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2018].

11. INE. *Caracterización departamental, Escuintla*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística, 2013. 78 p.
12. \_\_\_\_\_. *Compendio estadístico ambiental de Guatemala*, 2015. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística (INE), Sección de Estadísticas Ambientales, 2016. 275 p.
13. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL) y Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA), 2006. *Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*. Guatemala: IARNA, URL, IAA, 2007. 250 p
14. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2015. *Análisis de vulnerabilidad climática en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*, Guatemala: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático 2015, 2015. 63 p.
15. LÓPEZ LÓPEZ, María. *Caracterización y propuesta de manejo de desechos sólidos, diagnóstico y servicios en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Agrónoma. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2017. 113 p.
16. MOLINA GORDON, Jacqueline. *Manejo de residuos y desechos sólidos generados en comunidad La Reina, aldea El Rodeo, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Ambiental. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, 2018. 102 p.

17. ONG. La Choza Chula. *Análisis de las encuestas LCC 2017*, aldea El Paredón Buena Vista. Guatemala: ONG. La Choza Chula 2017. 31 p.
18. PALMA POSADAS, Katya. *Tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para la protección al medio ambiente, por medio de la producción de abono orgánico, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2012. 188 p.
19. RAMÍREZ ESTRADA, María. *Situación actual de los residuos y desechos sólidos y servicios realizados en la cabecera municipal de Chicacao Suchitepéquez, propuesta técnica del plan de gestión municipal*. Trabajo de graduación de Ing. Agrónoma. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2015. 152 p.
20. Residuos sólidos urbanos. [en línea]. <[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet5c54.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet5c54.html)> [Consulta: 25 de noviembre de 2018].
21. RONDÓN TORO, Estefani; SZANTÓ, Marcel; PACHECO, Juan; CONTRERAS, Eduardo; GÁLVEZ, Alejandro. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales CEPAL*. Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2016. 121 p.

22. SÁEZ, Alejandrina; URDANETA G; JOHENI A. *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela: Omnia, 2014.16 p.
23. SAKURAI, Kunitoshi. HDT 17: *método sencillo del análisis de residuos sólidos*. [en línea]. Asesor regional en residuos sólidos, <<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>>. CEPIS/OPS [Consulta: 17 de septiembre de 2018].
24. SAMAYOA RIVERA, Andrea. *Propuesta para el manejo integrado de los desechos sólidos del área urbana del municipio de Concepción, Sololá, Guatemala, C.A.* Trabajo de graduación Ing. Agrónoma. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 2015. 227 p.
25. SEGEPLAN. *Plan de desarrollo municipal, PDM de La Gomera, Escuintla, 2010 – 2025*. Guatemala: SEGEPLAN, 2010. 103 p.



# APÉNDICE

## Apéndice 1. Boleta de encuesta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Familia: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_

Marque con una X la opción correcta

1. ¿Cuántas personas viven en su casa?: \_\_\_\_\_
2. ¿De quién cree usted que es responsabilidad de mantener limpia la aldea?
  - Municipalidad ( )
  - Población ( )
  - Municipalidad y población ( )
  - Gobierno central ( )
  - Otros \_\_\_\_\_
3. ¿En qué tipo de recipiente tiene la basura en su casa?
  - Caja ( )
  - Costal / saco ( )
  - Bolsa plástica ( )
  - Recipiente plástico ( )
  - Otra \_\_\_\_\_
4. ¿Cada cuanto se llena el recipiente de basura?
  - 1 día ( )
  - 2 días ( )
  - 3 días ( )
  - Mas de 3 días ( )
5. ¿En qué lugar de la casa tiene el recipiente de la basura?
  - Cocina ( )
  - Patio ( )
  - Otro \_\_\_\_\_
6. ¿El recipiente de la basura se mantiene tapado?
  - Sí ( )
  - No ( )
  - Pocas veces ( )
7. ¿Quién recoge la basura de su casa?
  - Tren municipal ( )
  - Tren particular ( )
  - No se tiene servicio ( )
  - Otro \_\_\_\_\_
8. ¿Sabe cuál es el destino final de su basura?
  - Si ( ) ¿Cuál es? \_\_\_\_\_
  - No ( )

Trabajo de graduación

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en

El Paredón Buena Vista, Sipacate, Escuintla

## Continuación del apéndice 1.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

9. ¿Cada cuánto se recoge la basura en su casa?
- Diario ( )
  - Nunca ( )
  - \_\_\_\_\_ veces por semana
10. Cuando se acumula basura en su casa y no se recoge, ¿Qué la hace?
- Quema ( )
  - Bota a la calle ( )
  - Entierra ( )
  - Botadero cercano ( )
  - Tira al río ( )
  - Otra \_\_\_\_\_
11. Tener un botadero cerca de su casa, significa :
- Comodidad. ( )
  - Molestia ( )
  - ¿Por qué? \_\_\_\_\_
12. ¿Estaría dispuesto a caminar si la recolección se hace en lugares específicos y no puerta a puerta?
- Sí ( ) ¿Cuántas cuadras? \_\_\_\_\_
  - No ( )
13. ¿Separa, reutiliza o recicla algún residuo en su casa?
- Sí ( ) ¿Cuál y para qué? \_\_\_\_\_
  - No ( )
14. ¿Estaría dispuesto a aceptar una recolección de basura en donde se requiera que usted la separe en su casa?
- Sí ( )
  - No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
15. ¿Considera que existe una contaminación por desechos sólidos en la aldea?
- Sí ( )
  - No ( )
16. ¿Cada cuánto le parecería que recogieran la basura?
- Diario ( )
  - \_\_\_\_\_ veces por semana
17. ¿Estaría dispuesto a pagar por un buen servicio de recolección de basura?
- Sí ( ) ¿Cuánto? \_\_\_\_\_
  - No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

### Trabajo de graduación

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en  
El Paredón Buena Vista, Sipacate, Escuintla

Fuente: elaboración propia.