



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

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA  
CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA**

**Esbin Rubén Santos Paiz**

Asesorado por el Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA  
CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ESBIN RUBÉN SANTOS PAIZ**

ASESORADO POR EL ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordóñez Hernández
EXAMINADORA	Inga. Maria del Mar Girón Cordón
EXAMINADOR	Ing. Victor 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 CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de mayo de 2017.



**Esbin Rubén Santos Paiz**

Guatemala 29 de mayo de 2018

Ingeniero

Luis Manuel Sandoval Mendoza

Jefe del Departamento de Hidráulica

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Sandoval:

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 versión final del trabajo de graduación CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA, desarrollado por el estudiante universitario de Ingeniería Civil Esbin Rubén Santos Paiz, con Carné No. 2012-45833, determinando que el mismo cumple con todos los requisitos establecidos, por lo que de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final.

Atentamente,

*Dennis Salvador Argueta Mayorga*

INGENIERO CIVIL  
MAESTRO EN INGENIERIA VIAL  
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA  
COLEGIADO 8297

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**



Guatemala, 9 de Agosto de 2018

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero

Le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **“CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA”**, desarrollado por el estudiante de ingeniería civil Esbin Rubén Santos Paiz, quien contó con la asesoría del ingeniero Dennis Salvador Argueta Mayorga

Considero que este trabajo está bien desarrollado y habiendo cumplido con los objetivos doy mi aprobación al mismo, solicitando darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me despido atentamente.

Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza  
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE  
HIDRAULICA  
USAC



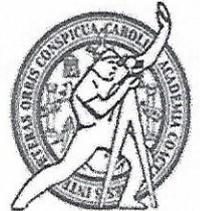
*Más de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



**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, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga y Coordinador del Hidráulica Civiles Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza, al trabajo de graduación del estudiante Esbin Rubén Santos Paiz, CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2018

/mmm.

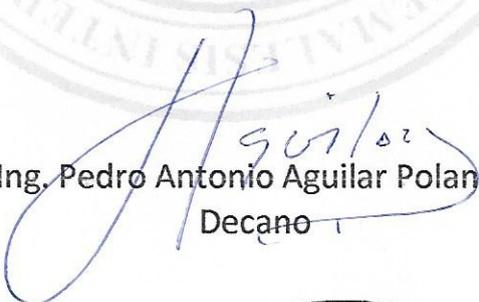
*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **Esbin Rubén Santos Paiz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, noviembre de 2018



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser la fuerza mayor en mi vida y guiarme, por brindarme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para alcanzar este sueño que ya es una realidad.
- Mis padres** Rubén Santos Colindres y Teresa Paiz, por ser pacientes y darme la oportunidad de alcanzar mis metas; en especial, a mi madre por ser la mujer dedicada y por ser tan bondadosa en este proceso que ha estado siempre pendiente de mi salud; por todos esos cuidados, por ser mi inspiración a seguir luchando por mis sueños bendita eres madre.
- Mis hermanos** Rosa María Santos Paiz, por ser un ejemplo de vida para muchos, te admiro por ser quien eres, te quiero, y por ser un apoyo grandemente. Ever Wilfrido Santos Paiz, Odilia Noemí Santos Paiz, Henry Otoniel Santos Paiz, por su motivación, alegría, cariño y toda la ayuda que me han brindado indirectamente.
- Mi hija** Estefania Isabella Santos Franco que ha venido a ser esa luz que ilumina mi vida; que ha hecho que este trabajo llegue a un feliz término; te amo princesa hermosa, eres lo mejor que Dios me ha regalado en

este mundo, eres y serás mi motivo a seguir  
cumpliendo metas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por ser mi alma mater y abrirme las puertas de tan prestigiosa casa de estudios y por darme la oportunidad de formarme como profesional en tan prestigiosa casa de estudio.

### **Facultad de Ingeniería**

Por ser el medio y brindarme los recursos durante mi carrera para lograr ser profesional.

### **Mi asesor**

El ingeniero Dennis Salvador Argueta Mayorga, por brindarme tan valiosa ayuda y sus conocimientos para la realización de este trabajo; y por ser formador en mi carrera.

### **Mis catedráticos**

Partícipes de la integración formadora e inspiradora para la obtención del título que me acredita como profesional. Por la amistad y confianza del ingeniero Omar Enrique Medrano de la Sección de Mecánica de Suelos.

### **Mis amigos**

Juan Estuardo Chin, Luis Paz Ardón, Emerson Curup, Otto Guerra, Marlon Ramírez, Dennis Conde, Rogelio Morga, Kevin Godoy, Oscar Montoya, Dónovan Ochoa, Allan Juracán, Guillermo Mueres, Keiry Solórzano, Lilian Palacios, Diana Mérida, Michelle Castro,

Ricardo Xocoy, Alexis OL, Olegario Sacalxot, Marlín Godoy, Paola Godoy, Alejandra Franco, Arquitecta: Lesly Gramajo, Fabiola Dionisio, Lucky Franco, Alexis Chávez, Erika Mazariegos, Gaby Mazariegos, Marilyn Mazariegos, Clara Muñoz, Mario Soto, Wilson Mejía, Fabiola Recinos, Mario Pérez, Carlos Lacán, Melissa Luna, Dorita Franco, Rubén Francisco y a quienes no mencione, pero de alguna manera fueron parte de este proceso formativo y que me brindaron su amistad y apoyo durante el proceso de formación académica.

**Reverendo**

Willy, por su amistad incondicional y apoyo durante la formación académica; por sus consejos y atención brindada.

**Señora Dora Sánchez  
Carrera**

Por la amistad y confianza durante esta trayectoria y toda la ayuda prestada, atención brindada incondicionalmente por esos consejos de perseverancia.

**Familia Cú Chitíquez**

Por la ayuda incondicional a lo largo de este proceso de trabajo de investigación; especialmente, a doña Carmen Rosa y Carmen Rosa hija, por el trabajo realizado y todos los detalles percibidos en el proceso de recolección

de datos y las correcciones en redacción y otros tantos aspectos que no puedo mencionar.

**Señorita Sandra  
Dinora Mayorga Cruz**

Por el apoyo incondicional, todos sus consejos, por estar ahí en los momentos difíciles cuando no encontraba una salida, por estar al pendiente cada instante para que este trabajo haya podido culminar de manera satisfactoria y muchas cosas más que no me alcanzarían las palabras para agradecer.

**Vecinos del casco  
Urbano de San Vicente  
Pacaya**

Por el apoyo y la colaboración.

**Las autoridades  
municipales**

Especialmente, a Don Fredy Rendón por su cooperación y seguimiento en la investigación de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA.....	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Características geográficas .....	2
1.2.1. Ubicación geográfica y extensión territorial .....	2
1.2.2. Colindancias .....	4
1.2.3. Demografía.....	5
1.2.4. Vías de acceso .....	5
1.2.5. Topografía .....	7
1.2.6. Clima .....	7
1.2.7. Hidrografía e hidrología .....	8
1.2.8. Orografía.....	8
1.3. Servicios básicos .....	9
1.3.1. Salud .....	9
1.3.1.1. Mortalidad .....	12
1.3.1.2. Morbilidad .....	16
1.3.2. Educación.....	18
1.3.3. Agua potable.....	19
1.3.4. Energía eléctrica .....	20

1.3.5.	Drenajes .....	21
1.3.6.	Recolección de los desechos sólidos .....	22
1.4.	Economía .....	27
1.5.	Vulnerabilidad .....	29
1.6.	Análisis de riesgo .....	29
2.	CONCEPTOS GENERALES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	31
2.1.	Desechos sólidos .....	31
2.2.	Clasificación de los desechos sólidos .....	32
2.2.1.	Por su composición .....	32
2.2.1.1.	Desechos orgánicos .....	32
2.2.1.2.	Desechos inorgánicos .....	33
2.3.	Características de los desechos sólidos .....	33
2.3.1.	Peso de los desechos .....	33
2.3.2.	Volumen de los desechos .....	34
2.3.3.	Densidad de los desechos .....	35
2.3.4.	Humedad contenida de los desechos .....	36
2.4.	Origen de los desechos sólidos .....	38
2.4.1.	Domiciliares .....	38
2.4.2.	Comerciales .....	38
2.4.3.	Industriales .....	39
2.4.4.	Lugares públicos .....	39
2.4.5.	Hospitalarios .....	39
2.5.	Gestión de los desechos sólidos .....	42
2.5.1.	Aprovechamiento de los residuos sólidos .....	42
2.5.1.1.	Recolección .....	42
2.5.1.2.	Reducir .....	43
2.5.1.3.	Reutilizar o reusar .....	44

	2.5.1.4.	Reciclar.....	44
	2.5.1.5.	Tratamiento.....	46
	2.5.1.6.	Compostaje.....	46
	2.5.1.7.	Lombricultura.....	47
	2.5.1.8.	Incineración.....	47
2.5.2.		Disposición final.....	48
2.5.3.		Botadero a cielo abierto.....	48
2.5.4.		Relleno sanitario.....	49
	2.5.4.1.	Tipos de rellenos sanitarios.....	50
		2.5.4.1.1. Relleno controlado.....	50
		2.5.4.1.2. Relleno sanitario manual.....	51
		2.5.4.1.3. Relleno sanitario mecanizado.....	52
2.6.		Marco legal de los desechos sólidos en Guatemala.....	53
	2.6.1.	Constitución Política de la República de Guatemala.....	53
	2.6.2.	<i>Código de Salud</i> , Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala.....	54
	2.6.3.	<i>Código municipal</i> , Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala.....	56
	2.6.4.	<i>Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente</i> , Decreto 68-86 y reformas decretos No. 75-91 y 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala.....	58
	2.6.5.	Política nacional para el manejo integral de los residuos sólidos, Acuerdo Gubernativo No. 111-2005.....	60

2.6.6.	Política marco de gestión ambiental, Acuerdo Gubernativo 791-2003.....	62
2.6.7.	Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, Acuerdo Gubernativo 63-2007.....	63
2.6.8.	Reglamento para el manejo de desechos sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001 .....	64
3.	METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	65
3.1.	Recolección de la documentación respectiva sobre el municipio .....	65
3.2.	Método de estudio para la caracterización .....	65
3.2.1.	Determinación de la muestra.....	66
3.2.2.	Definición de áreas de estudio .....	69
3.2.3.	Estudio mediante encuestas .....	69
3.2.4.	Determinación de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios .....	70
3.2.5.	Producción <i>per cápita</i> .....	73
4.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN .....	77
4.1.	Muestra representativa.....	77
4.2.	Resultados de la encuesta .....	77
4.3.	Resultados de la cuantificación de los diferentes componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios .....	84
4.4.	Resultados de pesaje.....	88
4.5.	Resultados del volumen .....	91
4.6.	Resultados de la densidad .....	95

4.7.	Resultados de humedad.....	97
4.8.	Resultados de la producción <i>per cápita</i> de los desechos sólidos domiciliars .....	100
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	103
5.1.	Análisis de la disposición final actual de los desechos sólidos domiciliars en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya.....	103
5.2.	Análisis de la producción <i>per cápita</i> .....	104
5.3.	Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliars sueltos .....	106
5.4.	Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliars compactados .....	108
5.5.	Parámetros para determinar un relleno sanitario en el municipio de San Vicente, Pacaya por medio algunos aspectos tomados de la Norma 083-SEMARNAT-2003.....	110
5.5.1.	Parámetros para la ubicación del lugar .....	111
5.5.2.	Aspectos geológicos del lugar .....	112
5.5.3.	Aspectos hidrológicos que debe cumplir el lugar..	113
5.5.4.	Otros estudios que se deben realizar .....	113
	5.5.4.1. Estudio topográfico .....	113
	5.5.4.2. Estudio geotécnico .....	114
5.6.	Propuesta de un relleno sanitario dentro del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.....	114
	CONCLUSIONES .....	119
	RECOMENDACIONES .....	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	123
	APÉNDICES .....	129



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla .....	3
2.	Localización del casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya .....	4
3.	Diez primeras causas de mortalidad general año 2015 .....	13
4.	Tasas de mortalidad por grupo de edad, año 2015.....	15
5.	Diez primeras causas de morbilidad general en el año 2015.....	17
6.	Aguas negras sobre las avenidas y calles principales del municipio ...	22
7.	Recorrido del tren de aseo en el casco urbano .....	23
8.	Vertedero autorizado por la municipalidad .....	26
9.	Camión recolector de desechos sólidos.....	26
10.	Volumen de un cilindro.....	35
11.	Método del cuarteo para homogenizar los desechos sólidos.....	71
12.	Entrega de bolsas plásticas y recolección de los desechos sólidos domiciliares .....	72
13.	Determinación de los desechos sólidos domiciliarios .....	73
14.	Frecuencia del servicio de recolección.....	79
15.	Disposición final de los desechos anterior a prestar el servicio municipal.....	80
16.	Porcentajes de la calificación del servicio de recolección municipal de los desechos sólidos .....	81
17.	Porcentaje del destino final de los desechos sólidos .....	82
18.	Efectos perjudiciales que provocan los desechos sólidos.....	83

19.	Disposición de las personas para la caracterización de los desechos sólidos en el municipio.....	84
20.	Cuantificación de los diferentes componentes físicos de los desechos sólidos domiciliars, para 5 días.....	85
21.	Peso de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliars, para 5 días .....	86
22.	Porcentaje de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliars, para 5 días .....	87
23.	Componentes físicos de los desechos sólidos domiciliars.....	88
24.	Peso de los desechos sólidos según su composición por día de recolección.....	89
25.	Porcentaje de peso de los desechos sólidos según su composición....	90
26.	Pesaje de los desechos sólidos domiciliars .....	91
27.	Toma del volumen de los residuos sólidos .....	92
28.	Volumen suelto de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días.....	93
29.	Volumen compactado de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días.....	94
30.	Densidad suelta de los desechos sólidos domiciliars generados, para 5 días.....	95
31.	Densidad compactada de los desechos sólidos domiciliars generados, para 5 días .....	96
32.	Preparación de las muestras para la prueba de humedad .....	97
33.	Muestras del antes y después de 24 horas en el horno.....	99
34.	Pesaje de las muestras después de 24 horas en el horno .....	99
35.	Histograma y curva normal de la producción <i>per cápita</i> .....	105
36.	Histograma y curva normal del porcentaje de humedad en muestras sueltas.....	107

37.	Histograma y curva normal del porcentaje de humedad en muestras compactadas .....	109
38.	Vertedero actual autorizado .....	115

## TABLAS

I.	Diez primeras causas de mortalidad general año 2015 .....	12
II.	Tasa de mortalidad por grupo de edad, año 2015 .....	14
III.	Diez primeras causas de morbilidad general en el año 2015.....	16
IV.	Cobertura vegetal y uso de la tierra municipio de San Vicente Pacaya .....	28
V.	Datos comunes sobre el peso específico y el contenido de humedad para los desechos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas.....	37
VI.	Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina y el Caribe .....	41
VII.	Características de materiales que pueden y no reciclarse .....	45
VIII.	Datos obtenidos de la encuesta de la muestra .....	78
IX.	Componentes físicos y peso de los desechos sólidos domiciliars, para 5 días .....	85
X.	Peso de los componentes físicos en porcentaje de los desechos sólidos domiciliars, para 5 días .....	86
XI.	Peso de los desechos sólidos según su composición.....	89
XII.	Volumen suelto de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días .....	92
XIII.	Volumen compactado de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días .....	93
XIV.	Densidad suelta de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días .....	95

XV.	Densidad compactada de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días.....	96
XVI.	Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios sueltos.....	98
XVII.	Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios compactados.....	98
XVIII.	Producción <i>per cápita</i> por día de recolección en cada vivienda .....	100
XIX.	Resumen de estadísticos descriptivos de la producción <i>per cápita</i> ....	104
XX.	Resumen de estadísticos descriptivos del porcentaje de humedad en muestras sueltas.....	106
XXI.	Resumen de estadísticos descriptivos del porcentaje de humedad en muestras compactadas.....	108
XXII.	Categorías de los lugares de disposición final de los desechos sólidos.....	111

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>D</b>	Diámetro
<b>E</b>	Error permisible
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>° ' "</b>	Grados minutos y segundos
<b>hab</b>	Habitante
<b>kg</b>	Kilógramo
<b>kg/han/día</b>	Kilogramo por habitante por día
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>n</b>	Número muestral
<b>N</b>	Número total de viviendas
<b>w</b>	Peso
<b>%</b>	Porcentaje
<b>PPC</b>	Producción per cápita
<b>SI</b>	Sistema internacional



## **GLOSARIO**

<b>AMSA</b>	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Amatitlán.
<b>Botadero</b>	Lugar donde se vierten los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.
<b>Caracterización</b>	Estudio que pretende determinar con precisión algunas características y propiedades del objeto de estudio.
<b>COCODE</b>	Consejo comunitario de desarrollo.
<b>Combustión</b>	Proceso de combinación entre partículas de hidrógeno y carbono contenidas en los combustibles hidrocarburos y el oxígeno obtenido en el aire.
<b>Compostaje</b>	Descomposición controlada de los residuos sólidos orgánicos en condiciones aeróbicas y anaeróbicas.
<b>COMUDE</b>	Consejo municipal de desarrollo.
<b>CONADES</b>	Comisión Nacional de Desechos Sólidos.

<b>Desecho sólido</b>	Es todo objeto sólido o semisólido, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano, excluyendo los peligrosos, que se rechaza porque ya no se utiliza.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>Inerte</b>	Que no tiene inercia, es decir, que no está en movimiento.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
<b>Putrescible</b>	Que se pudre o puede pudrirse fácilmente.
<b>RD</b>	Ruta departamental.
<b>RSM</b>	Residuo sólido municipal.
<b>Saneamiento</b>	Conjunto de acciones que tiene por objeto el dar condiciones solubles a un sector, ciudad o país.
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

## RESUMEN

El estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios el cual se realizó en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla, cuenta con una población de 17 428 habitantes, el casco urbano cuenta con un total de 9 585 personas, dato proporcionado por el Departamento de Estadística del Centro de Salud.

Se localiza en la latitud 14° 24' 51" y en la longitud 90° 28' 08". Limita al norte con los municipios de Amatitlán (Guatemala) y Palín (Escuintla); al sur con el municipio de Guanagazapa (Escuintla); al este con los municipios de Amatitlán y Villa Canales (Guatemala) y al oeste con los municipios de Palín y Escuintla (Escuintla). Cuenta con una extensión territorial de 236 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1 680 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es templado. Se encuentra a una distancia de 27 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla<sup>1</sup>.

Los desechos sólidos conforman un problema social, ambiental y económico trazado desde los inicios de la evolución humana; con el paso de los años la acumulación de estos llegó a ser la causa principal de diversas enfermedades, cambio climático y otras consecuencias; se han intentado resolver en varias ocasiones en las ciudades; sin embargo, es difícil erradicar.

La definición que corresponde a los desechos sólidos se denota como cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa que no posea utilidad para las personas. Estos, según su composición física, se pueden clasificar en orgánicos

---

<sup>1</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 9 - 13.

e inorgánicos; de acuerdo a su origen, se dividen en domiciliarios, comerciales, industriales, servicios públicos y hospitalarios como producto de sus actividades diarias.

En Guatemala existen leyes y reglamentos que controlan la disposición final de los desechos sólidos para que se deban determinar de la manera adecuada en el medio ambiente. Sin embargo, el cumplimiento de estas normas en la mayoría de ocasiones ha quedado sin efecto alguno.

Dentro los resultados obtenidos de la caracterización durante los 5 días se obtuvieron, según su composición, se produce un 46 % de desechos orgánicos, un 24 % de plástico, un 18 % de papel, un 3 % de cartón, un 3 % de aluminio y, de igual manera para otros desechos sólidos, un 3 %.

El peso obtenido para los desechos orgánicos fue de 488,42 kg, con un volumen suelto de 3,17 m<sup>3</sup> y compactado de 2,68 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta de 154,04 kg/m<sup>3</sup> y compacta de 181,91 kg/m<sup>3</sup>, y de inorgánicos un peso de 570,3 kg, con un volumen suelto de 4,15 m<sup>3</sup> y compactado de 3,44 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta de 137,53 kg/m<sup>3</sup> y compactada de 165,99 kg/m<sup>3</sup>.

El peso total de los desechos sólidos fue de 1 058,72 kg, con un volumen suelto total de 7,32 m<sup>3</sup>, y un volumen compactado total de 6,12 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta total de 1030,96 kg/m<sup>3</sup> y una densidad compactada de 1 720,96 kg/m<sup>3</sup>.

El contenido de humedad de 10 muestras analizadas de los desechos sólidos orgánicos, fue: cinco muestras con desechos sueltos con una humedad del 84,22 % y cinco muestras con desechos compactados con una humedad del 83,75 %.

La producción per cápita que se obtuvo de la muestra de 60 hogares, es de 0,614 kg/hab/día durante la caracterización de cinco días.

Por medio del análisis estadístico descriptivo se determinó que la producción *per cápita* es válida porque su desviación estándar es aceptable y bastante confiable; asimismo, se determinó que el porcentaje de humedad contenida en los desechos orgánicos en muestras sueltas y compactadas no varía, siempre mantienen la humedad.

Con los datos que se obtuvieron del estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, quedará a bien para uso del gobierno municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla, controlar la cantidad de generación *per cápita* y así desarrollar un sistema de disposición final, el que fuere conveniente y estuviere al alcance de la economía del municipio.

Cabe resaltar que con base en lo expuesto en este trabajo de investigación es importante implementar programas por parte de la municipalidad, para la comunidad en general; que se informe por medio de charlas, acerca del impacto ambiental que causa el no disponer de una manera adecuada los desechos sólidos producidos; también, implementar hábitos de recolección por medio de depósitos en las calles del municipio identificando su contenido para crear conciencia y evitar tirar en las calles los desechos.



## OBJETIVOS

### General

Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

### Específicos

1. Clasificar los desechos sólidos que se generan en los domicilios del lugar de estudio.
2. Cuantificar los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos generados.
3. Determinar el peso, la densidad, la humedad y el volumen de los desechos sólidos generados.
4. Determinar la producción *per cápita*, de los desechos sólidos domiciliarios generados en la cabecera municipal.



## INTRODUCCIÓN

El incremento en la producción de desechos sólidos es una problemática que con el paso de los años ha afectado a gran escala a los seres humanos y al medio ambiente. La falta de concientización y promoción de las prácticas adecuadas para el manejo y tratamiento de los desechos en las comunidades ha provocado la proliferación de virus y bacterias que como consecuencia acarrearán diversas enfermedades.

El estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, del departamento de Escuintla, surge por la preocupación de conocer el valor que corresponde a la cuantificación de los desechos sólidos domiciliarios (orgánicos e inorgánicos), esto, a través de encuestas, cálculos y demás actividades realizadas durante el proceso del trabajo de investigación de campo.

Por lo tanto, la finalidad del presente trabajo de graduación fue la evaluación de las características de la producción de desechos sólidos domiciliarios en San Vicente Pacaya, Escuintla.

El capítulo I describe aspectos generales e importantes del municipio de San Vicente Pacaya, como sus características geográficas: ubicación, extensión territorial del municipio, límites y colindancias; también, se describe la topografía, el clima, sus vías de acceso, la hidrografía, la orografía, los servicios básicos, la recolección de los desechos sólidos, su economía, entre otros.

El capítulo II presenta conceptos generales de los desechos sólidos, su clasificación según su composición: orgánicos e inorgánicos; de acuerdo con su origen, los desechos sólidos pueden ser domiciliarios o residenciales, industriales, comerciales, de lugares públicos u hospitalarios; asimismo, se describen las características físicas: peso, volumen, densidad y humedad contenida.

También, se describe el manejo de los residuos sólidos según el tipo de aprovechamiento que se les puede dar a los desechos sólidos, desde su recolección, reducción, reutilización, reciclaje, tratamiento, compostaje, lombricultura, hasta la incineración. Se enfocan los tipos de disposiciones que existen; rellenos sanitarios controlados, manuales y mecanizados; y se plantea un marco de referencia legal y jurídico, se citan documentos de acuerdos gubernativos y decretos en los que se enmarca la disposición de los desechos sólidos.

El capítulo III expone información sobre la metodología implementada para el estudio que se llevó a cabo por el método sencillo de residuos sólidos propuesto por el doctor Kunitoshi Sakurai, en conjunto con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y la Organización Panamericana de Salud. Se toman bases implementadas en trabajos similares que con estudios de lugares específicos en Guatemala.

El capítulo IV detalla los resultados recabados en la caracterización de los desechos sólidos en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla; la obtención de la muestra, los resultados de las encuestas; se exponen los pesos, los volúmenes sueltos y compactados, las densidades sueltas y compactadas de los diferentes componentes físicos de los desechos

sólidos; también, el contenido de humedad; asimismo, la determinación de la producción per cápita.

El capítulo V presenta el análisis de los resultados obtenidos en el capítulo anterior; se propone un relleno sanitario como disposición final para los desechos sólidos domiciliarios en el municipio de San Vicente Pacaya y los parámetros de su construcción.



# 1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE PACAYA

Los aspectos monográficos del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla se pueden enunciar los siguientes que lo describen, parte importante para el trabajo de investigación de este documento.

## 1.1. Antecedentes históricos

La comunidad era conocida como Pacayita antes de su fundación, por eso, etimológicamente, el nombre no posee significado; quizás el nombre Pacaya, significa 'palmito comestible', fruto producido en este municipio.

San Vicente Pacaya, Escuintla, fue creado por Acuerdo Gubernativo el 26 de noviembre de 1867, perteneciendo al municipio de Amatitlán; luego, en el año 1935 pasó a formar parte del departamento de Escuintla. El origen étnico, en su mayoría, es ladino; aunque debido al asentamiento de algunas comunidades de retornados y rancheros en la parte baja del municipio ya se cuentan con un 13 % de indígenas; lo mismo sucede con el idioma; la religión, en su mayoría, es católico, un 72 %; cuenta con 11 templos y el restante 28 % entre varias denominaciones, teniendo aproximadamente 20 templos o casas de oración. La feria titular de la cabecera municipal se celebra del 15 al 27 de enero de cada año en honor a San Vicente Mártir; de igual forma se celebran ferias titulares en cada una de las aldeas del municipio<sup>2</sup>.

“El municipio se caracteriza por la diversidad de actividades religiosas, culturales y sociales que reflejan la actitud de una comunidad positiva, y con valores. Actualmente cuentan con un plan de desarrollo municipal (PDM),

---

<sup>2</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Diagnóstico general del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla*. p. 1.

constituyendo un esfuerzo formado en conjunto por entidades locales, como el gobierno municipal, el consejo comunitario de desarrollo (COCODE), el consejo municipal de desarrollo (COMUDE), instituciones de suma importancia en el municipio, empresarios locales, líderes en representación de la sociedad civil, que a partir de la metodología de planificación participativa, bajo el trabajo de la municipalidad y el seguimiento técnico-metodológico de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), buscan mejorar la calidad de vida de la población, basándose en el fortalecimiento de ejes o dimensiones principales, especialmente en lo social, en lo económico-productivo y en lo ambiental”<sup>3</sup>.

## **1.2. Características geográficas**

Entre las características generales del municipio de San Vicente Pacaya se pueden enumerar las siguientes:

### **1.2.1. Ubicación geográfica y extensión territorial**

“El municipio se localiza en la parte este del departamento de Escuintla, en la región V o conocida como Región Central; a una latitud 14°24’51” norte y una longitud 90°38’08” oeste. Cuenta con una extensión territorial de 236 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1 680 metros sobre el nivel del mar. Se ubica a una distancia de 25 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla y a 45 kilómetros aproximadamente de la ciudad capital”<sup>4</sup>.

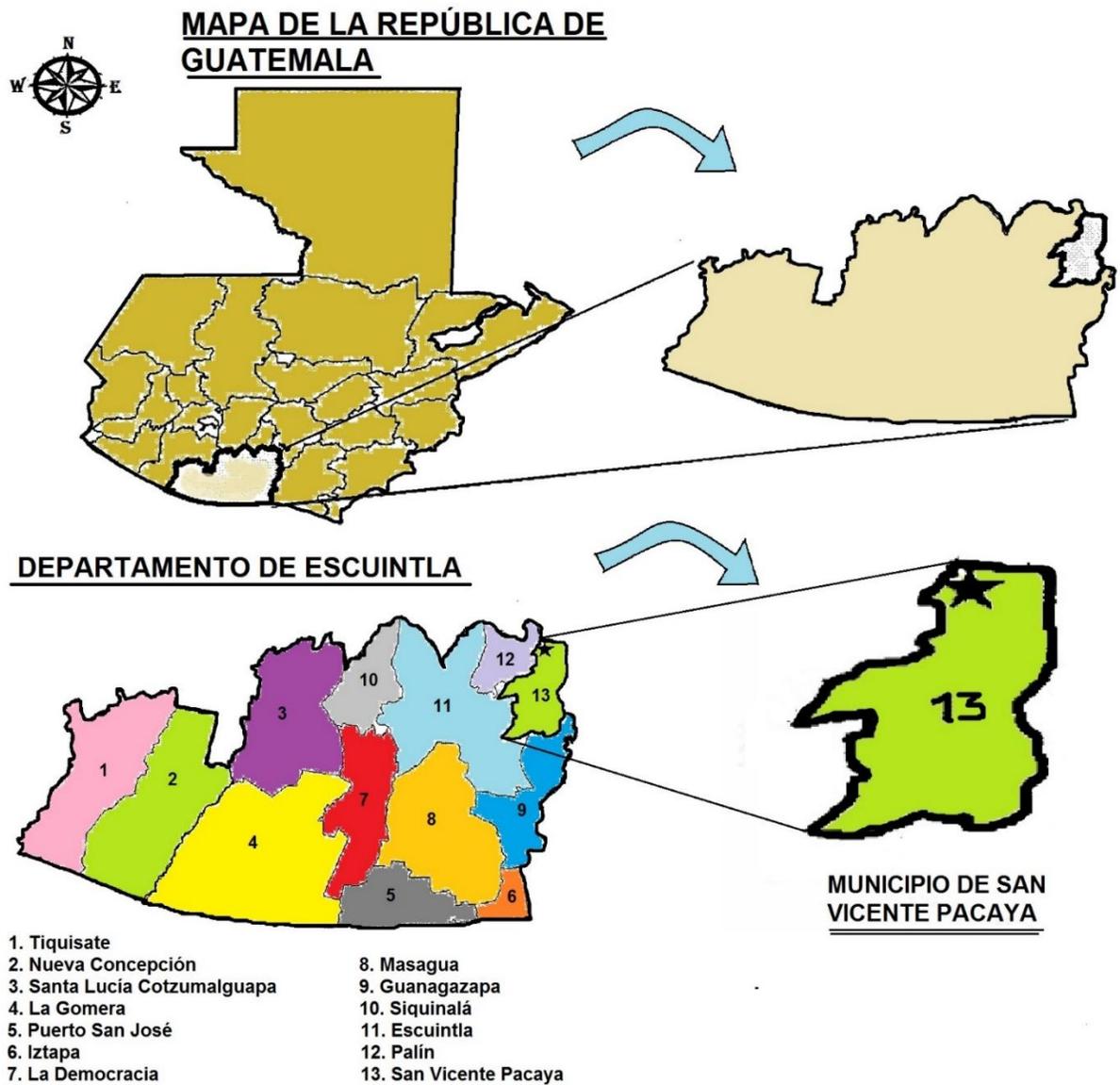
---

<sup>3</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 9.

<sup>4</sup> *Ibíd.* p. 13.

En la figura 1 se representa el mapa de la República de Guatemala, donde se hace referencia el departamento de Escuintla; luego, se enmarca la ubicación del municipio de San Vicente Pacaya.

Figura 1. **Ubicación del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 2, se observa el mapa fotogramétrico de localización del casco urbano del municipio; se delimita con una línea la zona central de San Vicente Pacaya.

Figura 2. **Localización del casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya**



Fuente: Google Maps. <https://goo.gl/maps/wFaHiWcU5gs>. Consulta: 20 de mayo de 2018.

### 1.2.2. Colindancias

“Los límites y colindancias son al sur con el municipio de Guanagazapa, al oeste con el municipio de Palín y la cabecera departamental de Escuintla, al

este con Villa Canales municipio del departamento de Guatemala, Pueblo Nuevo Viñas y Taxisco municipios del departamento de Santa Rosa y al norte con Santa María de Jesús municipio del departamento de Sacatepéquez y el municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala”<sup>5</sup>.

### **1.2.3. Demografía**

Según la información obtenida en el trabajo de investigación de campo proporcionada por el Departamento de Estadística del Centro de Salud del municipio de San Vicente Pacaya, se establecen por medio de proyecciones, tomando de base los censos anteriores del Instituto Nacional de Estadística (INE), que la población para el año 2017 es de un total de 17 428 habitantes para el municipio, donde en el casco urbano habitan 9 585 personas y en el área rural 7 843 personas.

La oficina de desechos sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos (D.G.S.P) de la municipalidad, informó que para el casco urbano ha aumentado un 7 % de hogares, basado en la proyección que hace el plan de desarrollo municipal que en el 2009 un 52 % pertenecen al casco urbano, es proyectado a la fecha un 59 % de hogares para el 2017, se cuantifica en 2 274 hogares para el casco urbano actualmente.

### **1.2.4. Vías de acceso**

Para el ingreso al municipio de San Vicente Pacaya se cuenta con varias ventajas, ya que posee diferentes vías, dentro de las cuales se mencionan a continuación:

---

<sup>5</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 13.

La principal vía de acceso se encuentra en el kilómetro 37,5 sobre la ruta centro americana CA-9 sur jurisdicción del municipio de Palín; que conduce a la ruta departamental RD ESC-3, la cual lleva hasta la entrada principal del municipio, se recorre 5 km aproximadamente; este tramo carretero está asfaltado; en adelante, las calles y avenidas son adoquinadas y el recorrido dura aproximadamente 15 minutos.

En el municipio de Amatitlán se localiza tres vías de acceso; la primera sobre la ruta departamental RD GUA-1 que une con la RD ESC-3 por la aldea El Rincón que conduce al camino denominado cuesta chiquita; recorriendo 22 kilómetros para llegar a la aldea San José El Bejucal; la segunda entrada por Amatitlán es la RD GUA-47 camino a Concepción El Cedro, el camino es de terracería y está a 25 minutos para llegar al casco urbano.

El tercer acceso por Amatitlán es la ruta departamental RD GUA-3 en Santa Elena Barillas pasa por Mesías Bajas y Mesías Altas, llega a las aldeas de San Francisco de Sales y Concepción El Cedro, para llegar al casco urbano a una distancia de 20 kilómetros.

De Villa Canales hacia el casco urbano sobre la ruta departamental RD GUA-10, se pasa por la aldea Los Pocitos, hay una distancia de 12 kilómetros para llegar a las Fincas Resumidero y El Dique, colonia Linda Vista y aldea Nuevo México.

Para ingresar desde Escuintla y llegar a la cabecera municipal se realiza por la ruta departamental RD ESC-10 pasando por la finca el Salto hacia la aldea San José Guachipilín realizando un recorrido de 70 kilómetros, con un tiempo aproximado de dos horas en vehículo y 3 horas caminando. Por la aldea de San José Guachipilín existe una conexión con un camino de terracería, pasando por los poblados de las aldeas Caña Vieja, San José Guachipilín; fincas Londres, San Rafael Coyolito, Santa María, El Tullillo, La Esperanza o San Miguel, Terranova y El Almendro.

Otro acceso desde Escuintla hacia el casco urbano es por la finca El Salto hacia el caserío San José El Asintal con una distancia de 72 kilómetros hacia el casco urbano; este acceso de terracería no se encuentra en los registros de la red vial de caminos.

Desde el municipio de Guanagazapa se ingresa por la ruta departamental RD ESC-10, esta conecta con la ruta departamental RD ESC-24 A y 24 para llegar a la finca El Tarral y Los Chagüites para conectar al Asintal, y así llegar al casco urbano; la distancia de 92 km.<sup>6</sup>

### **1.2.5. Topografía**

La topografía del municipio es de área quebrada y altamente boscosa, donde se hace visible el relieve con pendientes muy enmarcadas.

El terreno es apto para la agricultura, es por ello que es utilizada para la producción de algunos granos básicos como lo es el maíz, frijol, hortalizas teniendo un área de siembra del 10 %, aunque el cultivo que más se cosecha es el café con un área del 45 %, área de montañas un 20 %, terrenos para crianza de ganado un 20 %, áreas en lo que compete a peñas y terrenos cubierto por lava volcánica 2 % y área utilizada para viviendas de un 3 %, se cuenta con terrenos con riego aproximadamente 50 manzanas. El parque está ubicado, en una área de vida denominada "bosque húmedo subtropical (templado), los suelos corresponden al declive del Pacífico, diferenciado en volcánico, metamórfico y sedimentario, de moderada a altamente susceptibles a la erosión, debido a las pendientes del lugar<sup>7</sup>.

### **1.2.6. Clima**

El clima del municipio es de carácter especial a lo largo del año, por lo general, su clima es templado.

La temperatura promedio varía entre los 15 °c y 30 °c, dependiendo de la época del año y de la altura. Los vientos que prevalecen en la región vienen del noroeste e influyen en los que provienen del océano Pacífico, creando zonas más húmedas

---

<sup>6</sup> SANDOVAL GOMEZ, Brenda Mariela. *Diagnóstico administrativo municipal*. p. 36-37.

<sup>7</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 34.

en la ladera sur del macizo. La precipitación pluvial, es mayor durante los meses de junio a septiembre, alcanza un promedio de 2 000 mm/año. Los meses que tienen poca o ninguna precipitación son de diciembre a marzo. El promedio anual de la humedad relativa es de 80 %. Esta área se considera como una zona climatológica subtropical<sup>8</sup>.

### **1.2.7. Hidrografía e hidrología**

Las fuentes hidrográficas principales del municipio son: el río Michatoya y el río Los Chorros; estos tienen su cauce que desembocan en el océano Pacífico.

También, cuenta con importantes nacimientos de agua entre los cuales se puede resaltar el más valorado y el que abastece a toda la comunidad, siendo este el nacimiento Los Jazmines, en el cual actualmente se trabaja un proyecto nuevo para la distribución de agua, porque con el que se cuenta no se logra cumplir con la necesidad requerida por la población. La laguna de Calderas, otra fuente hidrológica principal que está formada en el fondo de una caldera, la cual es geológicamente reciente. Esta laguna tiene un área de 0,35 kilómetros cuadrados, es la única fuente de agua en la zona del volcán. El agua de la laguna es utilizada principalmente para consumo humano por los pobladores establecidos en la micro cuenca y por las 14 comunidades cercanas a la misma, beneficiando a 7 797 habitantes aproximadamente<sup>9</sup>.

### **1.2.8. Orografía**

Entre los principales accidentes orográficos que forman parte del territorio del municipio se pueden mencionar los siguientes:

---

<sup>8</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 34.

<sup>9</sup> Ibid.

El volcán de Pacaya con 2 420 metros de altura; cerro Grande con 2 445 metros de altura; cerro Hoja de Queso con 290 metros de altura; cerro de Agua; también, cuenta con montañas: La Granadilla y La Negra con 2 560 metros de altura. El volcán de Pacaya forma parte del arco volcánico centroamericano, una cadena de volcanes establecidos a lo largo de la costa del Pacífico de Centroamérica, que fue formado por la subducción de la placa de Cocos debajo de la placa del Caribe. Se establece en la orilla de una considerable caldera formada en la era del pleistoceno que contiene el lago de Amatitlán. La caldera se formó como resultado de al menos noventa grandes explosiones a lo largo de 300 000 años, que generó un total de 70 kilómetros cúbicos de magma aproximadamente<sup>10</sup>.

### **1.3. Servicios básicos**

El municipio cuenta con los servicios básicos necesarios para su desarrollo y pueda ayudar al crecimiento de los habitantes.

Sobre estos se está tratando de mitigar las diferentes necesidades que han planteado pobladores del municipio y las comunidades, de lo propuesto se ha logrado enmarcar una serie de servicios importantes que varias comunidades no tienen acceso; es por ello que la municipalidad, está tomado muy en cuenta los diferentes problemas para buscarles solución lo más pronto posible y así satisfacer las necesidades de los habitantes<sup>11</sup>.

#### **1.3.1. Salud**

El tema de salud es importante dentro de una comunidad, específicamente en los lugares más lejanos del país que en múltiples ocasiones les es difícil obtener este servicio a pesar de que es una necesidad primaria para la humanidad.

---

<sup>10</sup> SANDOVAL GOMEZ, Brenda Mariela. *Diagnostico administrativo municipal*. p. 5.

<sup>11</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 46.

Los servicios de salud que, a principios de los años 90, solo tenía únicamente el 54 % de cobertura en todo el país, han dado un salto progresivo, incrementó la cobertura a nivel nacional. La atención es provista por la red de servicios del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), y por el programa de extensión de cobertura para la nación.

La red de servicios de salud del municipio de San Vicente Pacaya consta de un centro de salud tipo B, ubicado en el casco urbano, el cual tiene una cobertura de 14 300 personas. El establecimiento brinda servicios de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación dirigidos a las personas y acciones al ambiente. En el primer nivel de atención, se cuenta con 2 puestos de salud, uno ubicado en El Cedro y el otro en Nuevo México, cada uno cubre a un estimado de 2000 habitantes, brindando servicios básicos de atención ambulatoria.

Además, existen 10 centros Comunitarios de salud, según *La memoria de labores de la Dirección de Área de Salud*, conocidos como centros de convergencia y que son los de menor complejidad dentro de la red de servicios, siendo atendidos por personal comunitario (guardianes de salud, comadronas, etc.) ya donde llega periódicamente el equipo básico de salud que ambulatoriamente visita los centros una vez al mes.

También, existe una clínica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Igss; 3 clínicas privadas y no existe hospital. Cuando se requiere atención hospitalaria, los pacientes son referidos o trasladados al Hospital Regional de Escuintla.

Según información de la Dirección Departamental de Salud de Escuintla, el personal capacitado para cubrir la atención médica para el municipio de San Vicente Pacaya en el año 2008 contaba con dos médicos fijos, dos médicos rotativos, un odontólogo, dos enfermeros profesionales, un técnico en salud rural, un inspector de saneamiento ambiental, un estadígrafo, dos auxiliares de enfermería rotativos, cuatro promotores rurales, 31 comadronas, siendo un total de 38 personas que atendían a la comunidad.

Se cuenta con una clínica odontológica la cual funciona 3 días a la semana, dando servicio a unas 75 personas semanalmente, se cuenta con los servicios de limpieza bucal, extracción y tratamiento para las encías.

Con esta información presentada, se demuestra que se están realizando esfuerzos por aumentar la cobertura y la calidad de los servicios, pero con fuertes limitaciones para lograrlo, debido al poco apoyo en cuanto el recurso humano calificado que le da cobertura al municipio, teniendo una relación de 0,25 médicos por cada 1 000 habitantes, aún más baja que la relación a nivel nacional (0,9 médicos por cada 1 000 habitantes, uno de los más bajos a nivel internacional). Esto también se hace evidente, al existir tan solo un servicio de segundo nivel para los más de 15 000 habitantes, cuando este tipo de servicio está diseñado para una atención máxima de 10 000 habitantes. Otra de las principales demandas insatisfechas de la población se da por la falta de medicamentos en los centros de asistencia y la carencia de recursos económicos para obtenerlos por otra vía.

Un indicador favorable de cobertura y calidad a pesar de las dificultades, se observa que el incremento progresivo que se ha prestado en la atención del parto en el municipio, señala que el 57 % de la población era atendido por personal médico y el 40 % por comadronas preparadas, el 1,6 % por comadrona empírica y sin atención alguna es de 1,4 % esto para el año 2003. En el año 2008 la atención por médico fue de 68 %, por comadrona preparada el 31 %, y por comadrona sin preparación el 0,6 % y quedando con el 0 % sin ninguna atención. El aumento de atención de partos por médicos y la disminución por comadronas, ha incrementado un 11 % en 5 años, cabe mencionar, que una parte de la totalidad de comadronas están preparadas para brindar la atención necesaria, esto ha colaborado a disminuir el riesgo de muertes de madres y niños en los partos, esto refleja una mejora en la atención por medio del personal preparado, estos resultados enmarcan una cobertura y calidad de servicio. Falta mucho por hacer ya que la población año con año va en un crecimiento acelerado y hace necesario mantener y/o mejorar el acceso a los servicios de salud en forma gratuita y oportuna<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de Desarrollo Municipal 2011-2025*. p. 21-23.

### 1.3.1.1. Mortalidad

De acuerdo con los datos recolectados durante el trabajo de investigación de campo, el departamento de estadística del Centro de Salud del municipio de San Vicente Pacaya, actualizada hasta el año 2015, establece los siguientes indicadores de mortalidad en porcentajes como se muestra en las siguientes tablas y figuras.

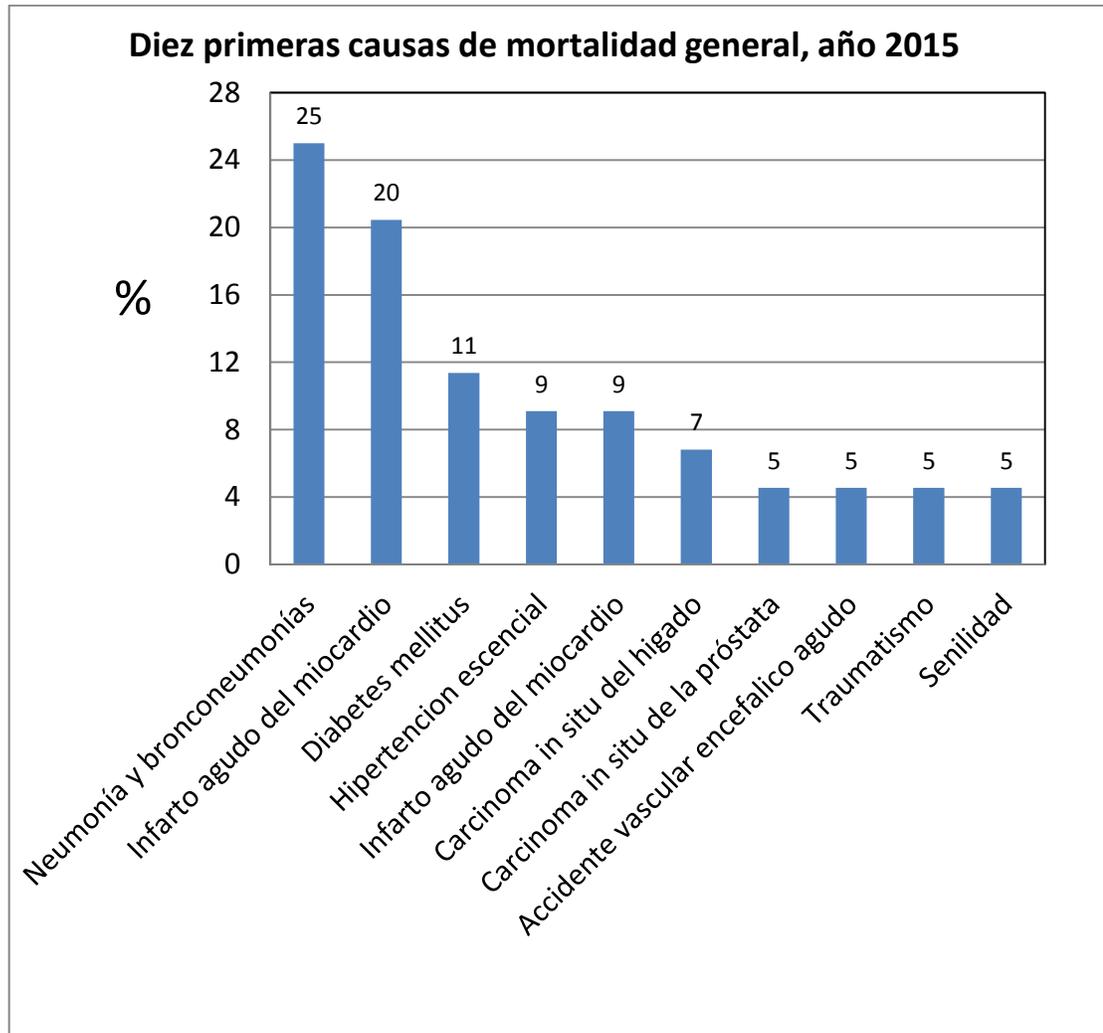
La tasa de mortalidad en niños menores de 7 días de edad no se reporta ninguna muerte de una población de 355, en comparación al año 2014 cuando se registraron 2 casos; en cuanto a la tasa de mortalidad en niños menores a 1 año de edad se registran 6 de una población de 355; es una cifra elevada en comparación al año 2014 que no hubo muertes entre estas edades. En la tabla I y la figura 3, se muestran las diez principales causas de mortalidad más comunes en el municipio siendo un total de 44 casos.

Tabla I. **Diez primeras causas de mortalidad general año 2015**

Causas	%	Total
Neumonía y bronconeumonías	25	11
Infarto agudo del miocardio	20	9
Diabetes mellitus	11	5
Hipertensión esencial	9	4
Infarto agudo del miocardio	9	4
Carcinoma in situ del hígado	7	3
Carcinoma in situ de la próstata	5	2
Accidente vascular encefálico agudo	5	2
Traumatismo	5	2
Senilidad	5	2
Total	100	44

Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud del municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

Figura 3. **Diez primeras causas de mortalidad general año 2015**



Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud, Municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

La figura 3 muestra las causas más comunes con alto índice de muerte para el año 2015 fueron la neumonía y la bronconeumonía con un 25 %; esto muestra que el clima es un factor influyente ya que las condiciones precarias de

los más vulnerables hacen que padezcan estas enfermedades las cuales han llegado a ser mortales.

En la tabla II y la figura 4 muestra los indicadores; de manera general, la tasa de mortalidad por grupos de edades para el año 2015, donde se observa que hay un grupo específico que posee la mayor tasa de mortalidad dentro del municipio de San Vicente Pacaya.

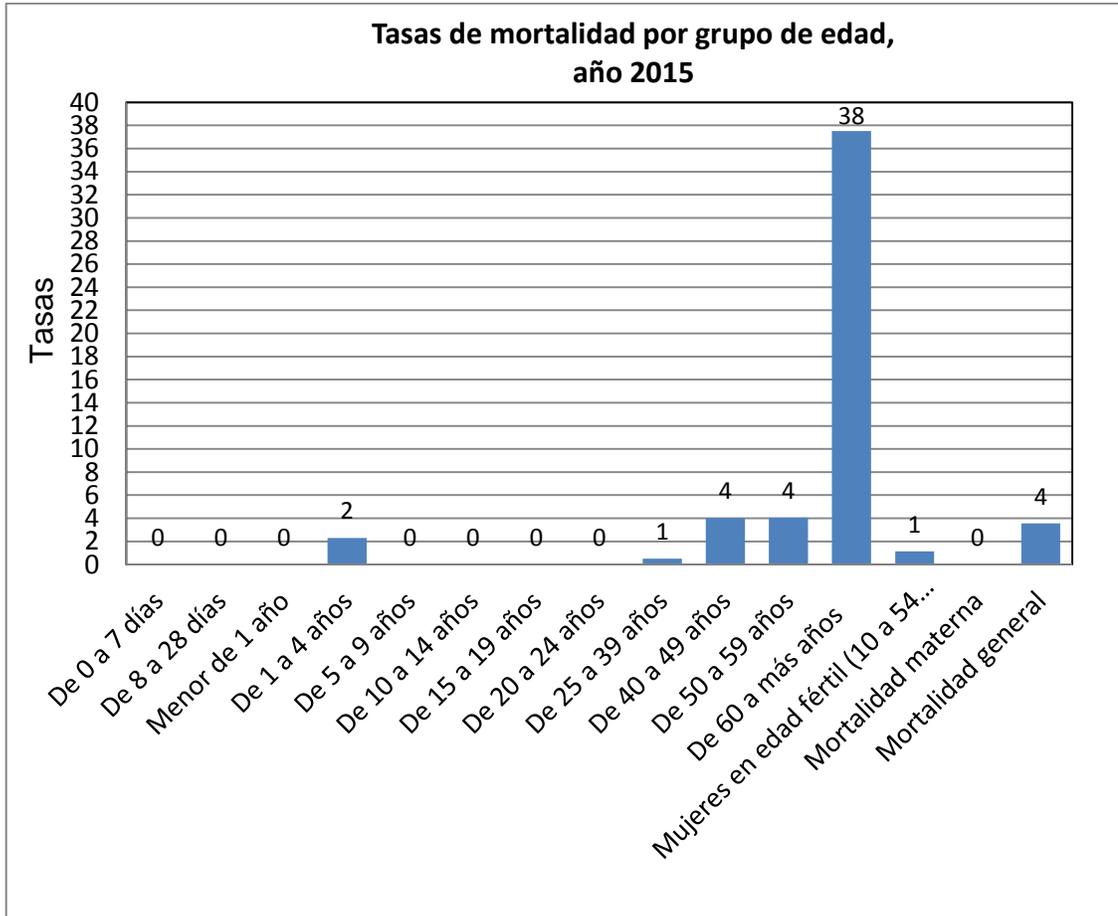
**Tabla II. Tasa de mortalidad por grupo de edad, año 2015**

<b>Grupo de edades</b>	<b>Tasas</b>	<b>No. Muertes</b>	<b>Población</b>
De 0 a 7 días	0	0	448
De 8 a 28 días	0	0	448
Menor de 1 año	0	0	448
De 1 a 4 años	2	4	1 753
De 5 a 9 años	0	0	2 091
De 10 a 14 años	0	0	1 980
De 15 a 19 años	0	0	1 892
De 20 a 24 años	0	0	1 688
De 25 a 39 años	1	2	3 880
De 40 a 49 años	4	6	1 486
De 50 a 59 años	4	4	984
De 60 a más años	38	46	1 226
Mujeres en edad fértil (10 a 54 años)	1	9	7 855
Mortalidad materna	0	0	7 855
Mortalidad general	4	62	17 428

Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud, Municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

También, otro dato importante que muestran la tabla II y la gráfica 4, es que la población de las edades de 0 a 1 año y entre 5 a 24 años refleja una tasa del 0 %, para el año 2015 no mostraron muertes ocasionadas por enfermedades específicas, ni por algún otro motivo.

Figura 4. **Tasas de mortalidad por grupo de edad, año 2015**



Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud, Municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

La tasa del 38 % con mayor índice de muertes data entre las edades de los 60 años en adelante se muestra en la figura 4; significa que por ser de una edad avanzada son propensos a tener muertes por causa de infarto agudo de miocardio; en algunos casos son por muerte natural y no por muertes provocadas por enfermedades.

### 1.3.1.2. Morbilidad

Según datos proporcionados por el Departamento de Estadística del Centro de Salud del Municipio de San Vicente Pacaya, los siguientes tipos de enfermedades en porcentajes, se muestra en la tabla III y la figura 5.

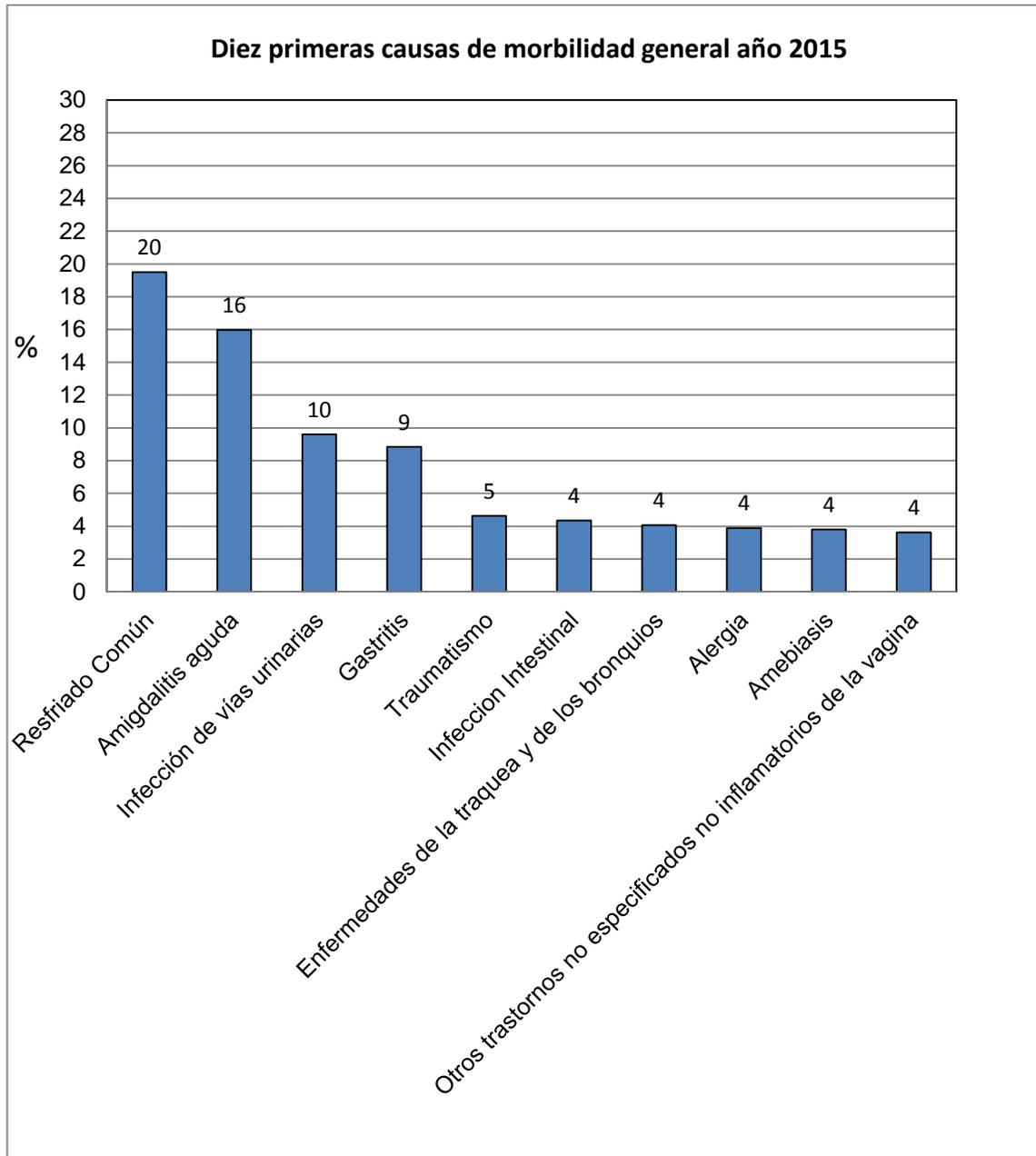
El comportamiento de morbilidad en el municipio indica que la población de 1 a 4 años de edad es vulnerable a estos mismos tipos de enfermedades, ya que en el año 2015 se dieron un total de 2 988 casos; se tiene un dato más que en la población infantil para el año 2015 por seis de las diez causas mencionadas en la tabla III. Se encuentran 1 361 casos más; incluye enfermedades como faringitis, neumonías, bronconeumonías, bronquitis y dermatitis.

Tabla III. **Diez primeras causas de morbilidad general en el año 2015**

Causas	%	Total
Resfriado común	20	3 399
Amigdalitis aguda	16	2 784
Infección de vías urinarias	10	1 673
Gastritis	9	1 541
Traumatismo	5	807
Infección Intestinal	4	756
Enfermedades de la tráquea y de los bronquios	4	707
Alergia	4	679
Amebiasis	4	662
Otros trastornos no especificados no inflamatorios de la vagina	4	630

Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud, Municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

Figura 5. **Diez primeras causas de morbilidad general en el año 2015**



Fuente: Departamento de Estadística, Centro de Salud, Municipio de San Vicente Pacaya.  
Enero-Diciembre 2015.

En la tabla III y la figura 5, se observan las enfermedades que fueron las diez principales causas de morbilidad en el municipio; se tiene un registro de 45 335 consultas por el Departamento de Estadística del municipio por esas enfermedades y otras más, actualizado hasta el año 2015 es un dato menor al compararlo con el año 2014 con un total de 57 846 consultas recibidas por el centro de salud del municipio.

### **1.3.2. Educación**

Las condiciones existentes de educación en el municipio son impartidas en los niveles de preprimaria, primaria, básico y diversificado, los encargados de brindar este sistema educativo es el gobierno central por medio de los establecimientos públicos. El sector privado también se hace presente, brinda educación en estos niveles con colegios.

Con estos sistemas no se logra cubrir la necesidad de educación de la población escolar, situación que empeora en la medida en que se incrementa el nivel educativo. Entre los factores que determinan esta situación se pueden mencionar la falta de espacio físico en establecimientos, falta de maestros, temprana incorporación a la economía del hogar por parte de los niños y jóvenes que se inician en actividades laborales, falta de motivación de los padres hacia los hijos, distancia de los centros de estudio, deserción escolar, delincuencia e inseguridad, entre algunos. Entre establecimientos públicos y privados, en el municipio existen 20 (38,46%) centros de atención pre-primaria, 18 (34,62 %) centros de atención primaria, 12 (23,08 %) centros de atención básica, 2 (3,85 %) centros de atención diversificada; para un total de 52 centros escolares.

La tasa neta de cobertura en preprimaria es de 75,18 %; primaria en 107,48 %; básicos en 41,32 % y diversificado en 5,70 %. De acuerdo a los datos aportados por el Ministerio de Educación, se puede evidenciar que la evolución de la matriculación es de un incremento progresivo desde hace varios años en todos los niveles.

Esta situación se refleja en el índice de avance educativo municipal (IAEM) 2002-2006, el cual mide el grado de avance en el alcance de las metas de cobertura y terminación universal en preprimaria, primaria y básico a nivel municipal, considerando cobertura y finalización. El informe refleja que el municipio de San Vicente Pacaya tiene para el año 2006 un avance de 59,8 %, uno de los mayores de los municipios de Escuintla, junto con Siquinalá, Iztapa, Nueva Concepción y Guanagazapa; con categoría media, subiendo del ranking 149 al 97 de los 331 municipios que incluyó el estudio<sup>13</sup>.

En la actualidad el municipio cuenta con dos establecimientos educativos de nivel superior, abrió sus puertas la Universidad Rural de Guatemala, en el año 2014, dió inicio con la carrera de Agronomía; en 2015 se apertura una sede de la Universidad de San Carlos de Guatemala con la carrera de pedagogía, para una mejor calidad de vida educativa de las personas que desean la superación y el desarrollo.

### **1.3.3. Agua potable**

Este servicio dentro del municipio es de vital interés para los habitantes, es por ello que para las autoridades municipales es un reto brindarla a todas las comunidades.

El agua que abastece al municipio proviene de nacimientos ubicados en diferentes centros poblados. La parte norte cuenta con el nacimiento llamado Los Jazmines, abastece a la finca que posee el mismo nombre, las aldeas Los Ríos, El Patrocinio y el casco urbano.

La parte nororiente se abastece de la laguna de Calderas; también, sirve para abastecer a las aldeas San Francisco de Sales, San José El Cedro y El Bejucal.

---

<sup>13</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 26.

En la parte sur, para las aldeas San Nicolás y San José Guachipilín, el agua la obtienen de nacimientos propios; en las aldeas Nuevo México, Los Chagüites y San José El Asintal, el líquido lo obtienen del nacimiento en la finca Londres<sup>14</sup>.

Para la información obtenida en la investigación de campo, el Departamento de Estadística del Centro de Salud del municipio de San Vicente Pacaya indica que, en el año 2017, el casco urbano contaba con un sistema de cloración que beneficiaba a 9 585 habitantes; tiene este mismo las comunidades de Los Ríos, El Patrocinio, San Francisco, El Cedro, El Bejucal, que beneficia 4 910 habitantes.

Las comunidades que no eran favorecidas con el sistema de cloración en el área sur son las siguientes: Los Chagüites, Nuevo México, San Nicolás, El Silencio, La Caña. Hay sectores que no gozan del servicio de agua intradomiciliar, un total de 1 424 habitantes. El gobierno municipal tiene en proyecto el entubado de este líquido vital para los pobladores que no lo poseen aún.

#### **1.3.4. Energía eléctrica**

La investigación de campo determina que el servicio eléctrico en el municipio tiene una cobertura amplia dentro del casco urbano, y la parte norte de las comunas. Hasta la fecha el 90 % de la población aproximadamente dispone de electrificación domiciliar. Cabe resaltar que el servicio de alumbrado público en el casco urbano es adecuado.

---

<sup>14</sup> LÓPEZ REYES, Byron René. *Costos y rentabilidad de unidades artesanales (Panadería)*. p. 31.

Algunos poblados en la parte sur no cuentan aún con este servicio por el difícil acceso siendo lugares lejanos y las comunidades son de escasos recursos, por lo que utilizan candelas para su iluminación<sup>15</sup>.

### **1.3.5. Drenajes**

Al realizar la investigación de campo, se determinó que no se cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario general en todo el municipio; según la Oficina de Desecho Sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos (D.G.S.P), un 90 % a 95 % de las viviendas en el casco urbano hasta la fecha utilizan letrinas conectadas a fosas sépticas; el resto aún poseen los conocidos pozos a cielo abierto o pozos ciegos comúnmente llamados.

En las aldeas, el 50 % de los hogares de igual manera emplean letrinas con el mismo mecanismo conectados a fosas sépticas; el otro 50 % siguen haciendo uso de los pozos ciegos.

La falta del sistema de alcantarillado causa severos daños a la percepción visual de la zona urbana municipal y la salud de los habitantes, especialmente a los transeúntes. El problema es evidente pues se observan aguas negras que recorren las calles y avenidas de la cabecera del municipio, como se puede ver en la figura 6. Este es un asunto de interés general para la población, ya que se ha tratado el tema, pero no se ha logrado llevar a cabo el proyecto por los altos costos que implica su ejecución.

Existe un sistema de alcantarillado pluvial, el cual en temporada de lluvia contribuye a la fluidez y evacuación de las aguas en las vías para evitar inundaciones; es un sistema que está en constante mantenimiento para evitar

---

<sup>15</sup> SANDOVAL GOMEZ, Brenda Mariela. *Diagnóstico administrativo municipal*. p. 32.

que se congestionen y colapsen por la basura que puedan acumular, pero no es suficiente por lo anteriormente expuesto.

Figura 6. **Aguas negras sobre las avenidas y calles principales del municipio**



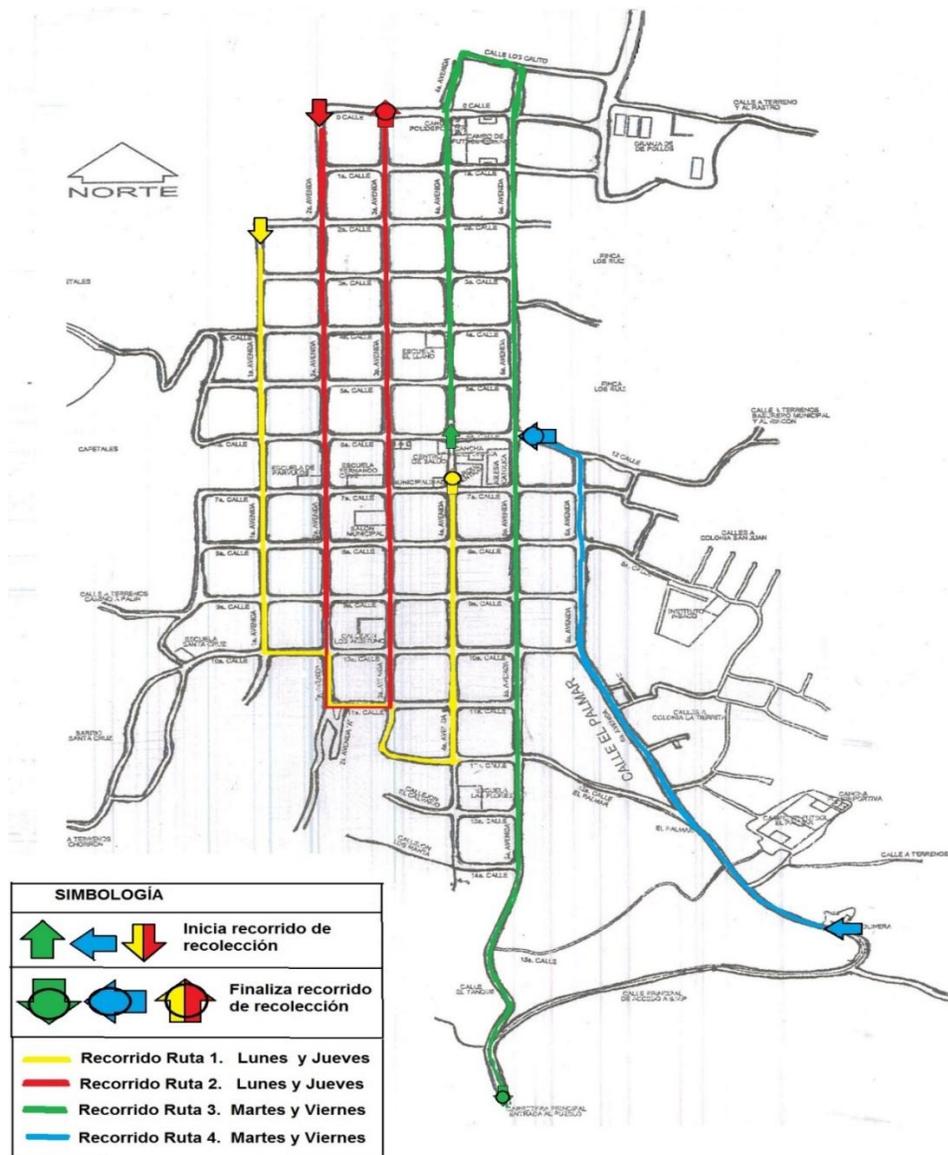
Fuente: elaboración propia.

### **1.3.6. Recolección de los desechos sólidos**

Por medio de los datos recabados en la investigación de campo, actualmente la municipalidad presta el servicio de recolección de los desechos sólidos, en todo el municipio con rutas y días específicos; pasa dos veces por semana en cada ruta establecidas; tiene cuatro en el casco urbano y en las

colonias pasa dos veces por semana en una sola ruta; a diferencia, en las aldeas pasa una vez por semana cumple igualmente con la cobertura de una ruta.

Figura 7. Recorrido del tren de aseo en el casco urbano



Fuente: elaboración propia.

En la figura 7, se observa el mapa del casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla; se indican las rutas y días establecidos cuando presta el servicio el tren de aseo municipal en el casco urbano principalmente.

El servicio municipal de recolección cuenta con dos camiones, con capacidades de peso de aproximadamente doce toneladas cada uno; tiene asignada una ruta diferente por día como se menciona anteriormente; laboran 12 personas que se encargan de la recolección de los desechos sólidos; también, lo conforman dos grupos de personas que se encargan de la limpieza de calles todos los días en el casco urbano. El costo del servicio es actualmente de Q. 10,00.

Según el dato más reciente hasta enero del año 2018, proporcionado por la Oficina de Desechos Sólidos D.G.S.P. de la Municipalidad de San Vicente Pacaya, el servicio lo emplean 2 150 hogares en el casco urbano, en las colonias y aldeas 464 familias; por lo tanto se determinó que no todos los pobladores utilizan el servicio; para ellos la municipalidad tiene autorizado un vertedero controlado donde las personas que no hacen uso del transporte recolector pueden ir a botar los desechos sólidos; a este lugar se le da un mantenimiento adecuado donde los camiones recolectores pasan diariamente recogiendo los desechos sólidos acumulados, para que este vertedero no se convierta en una fuente de contaminación y afecte a la población. Esto ha ayudado a que el municipio esté limpio y ordenado.

Anteriormente, a esta disposición, un 10 % aproximadamente de los habitantes pagaban un carro recolector particular, que pasaba una o dos veces por mes, cobraba una tarifa de 25 a 30 quetzales mensuales. El 90 % de las personas que no hacían uso de esta manera de disposición final de desechos sólidos crearon lugares inadecuados dentro del municipio. Eran más de 8

botaderos clandestinos que no estaban aprobados por la municipalidad (porque se apropiaron de lugares baldíos o terrenos que no estaban habitados) que eran focos de contaminación; al percatarse, la alcaldía de estos decidió habilitar un vertedero autorizado, pero era demasiada la cantidad de desechos generados y la topografía del lugar era una quebrada por la que descendía una fuerte corriente de agua cuando era temporada lluviosa; todos los desechos sólidos eran arrastrados y desembocaban a una aldea del municipio de Amatitlán, lo que generó descontento en la población vecina. Se empezó a realizar el método de la incineración. Como resultado de la combustión de los desechos sólidos domiciliarios se produjeron gases, que alteraban el bienestar de la comuna; este ocasionaba problemas respiratorios para los habitantes. Debido a esto el consejo municipal acordó resolver con otra modalidad el problema.

De acuerdo siempre con la investigación de campo recopilada por la oficina de Desechos Sólidos (D.G.S.P), aproximadamente en abril del año 2015, las autoridades del municipio establecieron un programa municipal para tener un tren de aseo en el municipio con el nombre de Basura Cero, con la finalidad de contrarrestar la dificultad de los botaderos clandestinos.

Los desechos sólidos que se recolectan en el municipio van directamente al kilómetro 22 de la ruta Centroamericana CA-9 que conduce al Pacífico, del municipio de Villa Nueva, donde se encuentra el vertedero; este trabaja juntamente con la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA).

En noviembre del año 2017 se publicó un reglamento en el *Diario de Centro América*, aprobado por el Congreso de la República de Guatemala, para tener un control de desechos sólidos en el municipio de San Vicente Pacaya,

para evitar la creación de botaderos clandestinos a futuro en lugares públicos o terrenos privados de la población; asimismo, para tener un mejor manejo para la disposición de los desechos sólidos.

Figura 8. **Vertedero autorizado por la municipalidad**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Camión recolector de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.4. Economía**

La economía del municipio se basa en actividades agrícolas y ganaderas, de los servicios agrícolas cabe mencionar el cultivo de diferentes granos básicos, señalando un dato como se menciona en la sección 1.2.5, pertenecientes a gran parte en la proporción de la tierra.

Los pobladores de escasos recursos se desempeñan como obreros. La fuente de ingresos de la otra parte de la comunidad que poseen bienes y terrenos su fuente radica en la producción a gran escala, adquirida con ayuda técnica en la industria agropecuaria. Es importante remarcar que la economía local, en su mayoría se destaca por la producción de café, pero también por medio del turismo, es necesario impulsar el ecoturismo por la riqueza de la biodiversidad e interacción que se crearon con el ser humano, impulsando programas para que incrementen las visitas al Parque Nacional Volcán de Pacaya, con lo cual se generaría un proceso sostenible y exponencialmente turístico en el sector, beneficiando a la población del municipio<sup>16</sup>.

En la tabla IV, se observa que la tierra dentro del municipio de San Vicente Pacaya en su mayoría es utilizada para la agricultura, especialmente para las siembras de café ocupando un 56,12 % del total de área del lugar, y otros tipos de cultivos que son un potencial económico para el lugar.

El resto de la tierra es proporcionada para diferentes actividades como se observa en la tabla IV de cobertura vegetal para el municipio.

---

<sup>16</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 50.

Tabla IV. **Cobertura vegetal y uso de la tierra municipio de San Vicente Pacaya**

<b>Rubro</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Total San Vicente Pacaya	15 070,22	100
1 Infraestructura	113,82	0,75
1.1 Construcciones		
1.1.1 Centros poblados	113,82	0,75
2 Agricultura	9 686,50	64,27
2.1 Agricultura anual		
2.1.1 Granos básicos	1 106,86	7,34
2.2 Agricultura perenne		
2.2.1 Café	8 458,60	56,12
2.2.10 Aguacate	6,13	0,04
2.2.11Mango	4,69	0,03
2.3 Agricultura semiperenne		
2.3.3 Piña	5,94	0,043
2.4 Huertos –viveros y hortalizas		
2.4.3 Hortalizas-ornamental	1,88	0,01
2.5 Pastos mejorados		
2.5.1 Pastos cultivados	102,39	0,68
3. Arbustos-matorrales	1 969,51	13,06
3.1 Pastos naturales y arbustos		
3.1.1 Pastos naturales y/o hierbazales	1 010,16	6,70
3.1.2 Arbustos-matorrales	959,35	6,36
4 Bosque natural	1 908,19	12,66
4.1 Bosque latifoliado	1 906,00	12,64
4.3 Bosque mixto	2,19	0,014
7 Zonas áridas y mineras	1 392,20	9,23
7.2 Arena y/o material piro plástico	1 392,20	9,23

Fuente: Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2015*. p. 45.

En la actualidad, las personas también se dedican al cultivo de aguacate convirtiéndose en una fuente de ingreso para las familias productoras de este fruto, se promueve el cuidado de las siembras para obtener mejores cosechas.

## **1.5. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad del municipio está muy marcada por su ubicación geográfica y por su topografía.

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred, Región Sur) determinó que para la tormenta Agatha, la totalidad del territorio de San Vicente Pacaya fue afectado, con serios daños en viviendas, cultivos, en infraestructura de los sistemas de distribución de agua entubada e infraestructura de caminos y puentes. Las comunidades más afectadas fueron el casco urbano, las aldeas Cuyuta, La Aurora, San Juan Mixtán, La Esmeralda, El Milagro, Las Guacas, Llanitos, Obero, San Miguel Las Flores, El Astillero, La Guardianía, así como los caseríos Lolita, Corralitos y Los Lirios y las colonias Villas de San Juan, El Recuerdo y la lotificación El Oasis. Los daños en San Vicente Pacaya, están expuestas por el desbordamiento del río Achíguate, debido a que en época de verano, los propietarios de las fincas cañeras desvían el cauce de los ríos para el riego de las plantaciones de caña de azúcar; pero en época de invierno no retienen caudales y por el contrario lo liberan, lo que ocasiona que áreas agrícolas se inunden y que sean destruidas las bordas y provoque inundaciones, lo cual tiene un efecto mayor con temporales asociados los efectos de tormentas tropicales y huracanes que afectan al país<sup>17</sup>.

## **1.6. Análisis de riesgo**

El riesgo más latente al cual está más propenso el municipio, es a las erupciones volcánicas, debido a la cercanía con un accidente orográfico declarado activo que es el volcán de Pacaya.

Las comunidades más expuestas a contingencias por parte del volcán son: aldea San Francisco de Sales, aldea El Patrocinio y Caserío El Rodeo según la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Conred Región Sur, la

---

<sup>17</sup> Insivumeh. *Volcán de Pacaya*. <http://www.insivumeh.gob.gt/volcandepacaya.html>. Consulta: 20 de junio de 2017.

municipalidad y las instituciones encargadas de velar por la seguridad de la nación tienen un plan para disminuir los problemas que se eventualmente se puedan presentar. Dentro de ello, se cuenta con una organización comunitaria de alerta de la población.

Una gran proporción del municipio, se encuentra dentro de la unidad fisiográfica de pendiente volcánica del Pacífico, es parte de una zona de historia tectónica reciente, cuya actividad geológica está asociada con las fallas geológicas paralelas a la zona costera, a lo largo de las laderas del costado sur de la cadena volcánica.

Otros aspectos que muestran una vulnerabilidad crítica están relacionados con el acceso a agua segura para el consumo humano, la falta de manejo de aguas servidas y la falta de manejo de desechos sólidos, estos criterios están relacionados con el indicador funcional. La población muestra vulnerabilidad por la actitud poco previsoras ante las amenazas que les afectan. Desde el punto de vista político la mayoría de la población muestra dependencia en la toma de decisiones<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Municipalidad de San Vicente Pacaya. *Plan de desarrollo municipal 2011-2025*. p. 40-41.

## **2. CONCEPTOS GENERALES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

Para la caracterización de los desechos sólidos hay que tener en cuenta los siguientes conceptos básicos que dan información clara y detallada.

### **2.1. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos son todos los materiales que no aportan utilidad o un valor de carácter económico para la persona que lo genera.

En la actualidad, se le quiere dar una reutilización al material que es desechado, dándole un uso mediante procesos de reciclaje o de recuperación de sentido o carácter artesanal para ser aprovechado por el ser humano de una u otra forma en el medio ambiente.

Como describe Tchobanoglous sobre los desechos sólidos diciendo que constituyen un problema latente desde los tiempos de incorporación de las tribus, aldeas y comunidades, y la acumulación de estos llegó a ser consecuencia de vida que se ha venido intentando resolver en varias ocasiones en las ciudades desde su existencia<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hillary; VIGIL, Samuel. *Gestión integral de residuos sólidos*. p. 64.

## **2.2. Clasificación de los desechos sólidos**

Los desechos sólidos se pueden clasificar de diversas maneras, según su composición u origen, incluso por su descomposición, como se describe en la siguiente nota:

Los residuos sólidos han sido clasificados de diversas maneras. Estructuralmente mantienen ciertas características desde su origen hasta su disposición final. Los diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, etc., juegan un papel importante en la percepción de quien los clasifica, presentándose algunas discrepancias entre una u otra clasificación<sup>20</sup>.

### **2.2.1. Por su composición**

Los desechos sólidos se clasifican según su composición en orgánicos e inorgánicos.

#### **2.2.1.1. Desechos orgánicos**

Este tipo de desechos sólidos, si son depositados en un área determinada pueden ser utilizados como abono para plantaciones, porque al descomponerse y ser tratados producen una bacteria que por medio de la descomposición putrefacta se convierte en abono orgánico para las siembras.

Los desechos orgánicos son los sólidos que se generan en mayor cantidad en los domicilios estos son de carácter común, a diferencia de los otros desechos sólidos, estos provienen de la naturaleza de plantas o de animales, por su origen podemos mencionar algunos ejemplos de la variedad

---

<sup>20</sup> BARRADAS REBOLLEDO, Alejandro. *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. p. 4.

de desechos orgánicos, como hoja de árboles, raíces de plantas, semillas, cascaras de frutas y verduras, desperdicios de alimentos<sup>21</sup>.

#### **2.2.1.2. Desechos inorgánicos**

Estos desechos sólidos son los que por su composición no pueden degradarse fácilmente; son conocidos también como desechos sólidos inertes, tienen mayor tiempo de vida en la naturaleza para poder descomponerse.

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

### **2.3. Características de los desechos sólidos**

Para la clasificación de los desechos sólidos es importante conocer las propiedades que poseen cada uno, así realizar un estudio adecuado y correcto.

Sus principales características son las siguientes:

#### **2.3.1. Peso de los desechos**

“Se conoce que en física el peso es la medida de fuerza que proporciona la gravedad sobre la masa de un cuerpo. Para este tipo de prueba, se establece que el peso es otorgado por medio de básculas o balanzas o algún otro

---

<sup>21</sup> EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla*. p. 1.

instrumento de medición de peso. Obteniendo los resultados en el sistema internacional (SI), en kilogramos (kg)<sup>22</sup>.

$$\text{Peso } (w) = \text{masa del residuo } (kg)$$

### 2.3.2. Volumen de los desechos

El volumen es la proporción del espacio que ocupa una masa de los residuos sólidos en un recipiente de dimensiones conocidas, teniendo la altura del recipiente y su diámetro o radio.

“Para de esta forma proceder a calcular el volumen de los desechos sólidos. Según la unidad de medida por el Sistema Internacional SI, es en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)<sup>23</sup>.

$$\text{volumen } (v) = \frac{\pi x D^2 x h}{4} (m^3)$$

Donde:

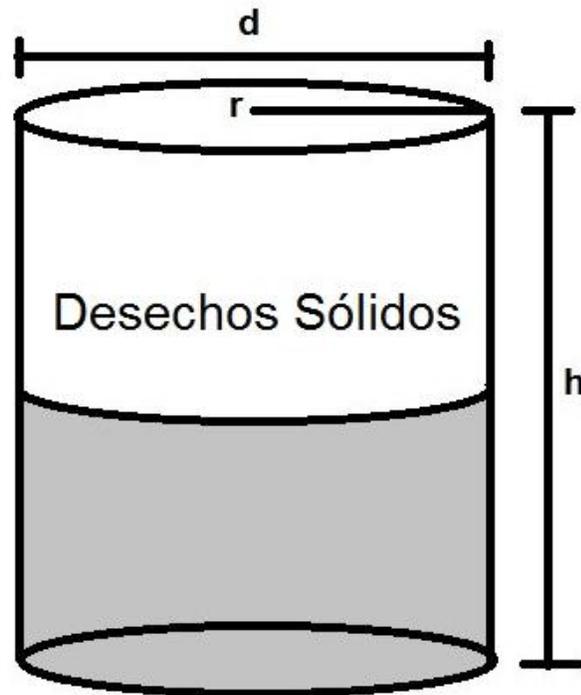
- $v$  = volumen del cilindro
- $\pi$  = valor estándar de 3,1416
- $D$  = diámetro del cilindro
- $h$  = altura del cilindro

---

<sup>22</sup> ÁNGEL ENRÍQUEZ, Teresa Alejandra. *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez.* 2009. p. 3.

<sup>23</sup> *Ibíd.*

Figura 10. Volumen de un cilindro



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.3. Densidad de los desechos

Conocido también como peso específico, con el peso de los residuos sólidos y el volumen. Se determina por medio del peso de un material en este caso el peso de los residuos sólidos por unidad de volumen del recipiente.

Operándose de la siguiente manera:

$$\text{Densidad } (\rho) = \frac{\text{Peso } (w)}{\text{Volumen } (v)} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

#### 2.3.4. Humedad contenida de los desechos

“Cuando se habla de la humedad contenida es la cantidad de agua que posee un residuo sólido en su masa, esto lo posee mayormente los desechos orgánicos por su origen y propiedades físicas”<sup>24</sup>.

Para su determinación se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de Humedad (H\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - w_0} \times 100 (\%)$$

Donde:

- $H\%$  = humedad contenida en porcentaje
- $W_0$  = peso de la tara a utilizar para muestra
- $W_1$  = peso bruto húmedo de la muestra
- $W_2$  = peso bruto seco de la muestra

---

<sup>24</sup> EGUIZÁBAL LEÓN, Ana Rebeca. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla*. p. 1.

Tabla V. **Datos comunes sobre el peso específico y el contenido de humedad para los desechos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas**

Tipos de residuos	Peso específico, kg/m <sup>3</sup>		Contenido de Humedad, porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
<b>Domésticos (no compactados)</b>				
Residuos de comida mezclados	131 – 481	291	50 - 80	70
Papel	42 – 131	89	4 - 10	6
Cartón	42 – 80	50	4 - 8	5
Plásticos	42 – 131	65	1 - 4	2
Textiles	42 – 101	65	6 - 15	10
Goma	101 – 202	131	1 - 4	2
Cuero	101 – 261	160	8 - 12	10
Residuos de jardín	59 – 225	101	30 - 80	60
Madera	131 – 320	237	15 - 40	20
Vidrio	160 – 481	196	1 - 4	2
Latas de hojalata	50 – 160	89	2 - 4	3
Aluminio	65 – 240	160	2 - 4	2
Otros metales	131 – 1151	320	2 - 4	3
Suciedad, cenizas, etc.	320 – 1000	481	6 - 12	8
Cenizas	650 – 83	745	6 - 12	6
Basuras	89 – 181	131	5 - 20	15
<b>Residuos de jardín domésticos</b>				
Hojas (sueltas y secas)	30 – 148	59	20 - 40	30
Hierba verde (suelta y húmeda)	208 – 297	237	40 - 80	60
Hierba verde (húmeda y compacta)	593 – 831	593	50 – 90	80
Residuos de jardín (triturados)	267 – 356	297	20 – 70	50
Residuos de jardín (compostados)	267 – 386	326	40 – 60	50

Fuente: TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hillary; VIGIL, Samuel. *Gestión integral de residuos sólidos*. p. 80.

## **2.4. Origen de los desechos sólidos**

Todos los desechos sólidos tienen una fuente de donde son generados, por lo que su clasificación puede ser domiciliar, comercial, industrial, de lugares públicos y hospitalarios.

### **2.4.1. Domiciliares**

Son los generados en el centro familiar producidos por los integrantes de una vivienda, considerados como coloquialmente se le dice basura, se producen en grandes cantidades dependiendo del número de habitantes, condición económica y hábitos que tengan dependiendo de su calidad de vida.

Los residuos producidos pueden ser orgánicos, como restos de comida, hojas y ramas de árboles, y entre los inorgánicos se encuentran empaques de cualquier material, papeles, plásticos, vidrio, metales, entre otros.

### **2.4.2. Comerciales**

“Estos desechos son generados por centros de comercio, puestos de ventas como abarroterías, cafeterías, hoteles, restaurantes, mini mercados, ventas de comida rápida, oficinas, almacenes, mercados, entre otros. Pueden tener un parecido a los generados por domicilios antes mencionados aunque en una mayor proporción”<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> URRUTIA MENDIZABAL, Gabriel. *Estudio sobre la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Escuintla*. p. 12.

### **2.4.3. Industriales**

“Estos desechos son generados como su nombre lo indica por industrias o empresas productoras de materiales de todo tipo, que generan y emplean la transformación de materias primas en un producto terminado generando residuos de todo tipo según su producción, como cementeras, fábricas de block, fábricas de textiles, fábricas de alimentos, carpinterías, entre otras”<sup>26</sup>.

### **2.4.4. Lugares públicos**

Cuando se habla de lugares públicos se refiere a los desechos que se recolectan cuando barren y se limpian calles, son las que tienen un origen clandestino porque son los desechos votados al aire libre: calles, parques, zanjones, áreas de recreación u otros lugares. Por lo que se constituyen que son los desechos recolectados que provienen de árboles, plantas de jardines, incluso que el aire puede transportar. También, pueden ser papeles, restos de comida, botellas de plástico y vidrio, escombros, ramas, carros abandonados y otros residuos que las personas botan al aire libre.

### **2.4.5. Hospitalarios**

La descripción de estos se menciona a continuación:

Son los desechos producidos durante el desarrollo de sus actividades por los entes generadores, tales como hospitales públicos o privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, centros clínicos, casas de salud, clínicas odontológicas, control de maternidad y en general cualquier establecimiento donde

---

<sup>26</sup> DE LA CRUZ MARTÍN, Daniel. *Diseño de una propuesta de un relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos de tres parroquias del municipio Maracaibo del Estado Zulia*. p. 2.

se practiquen los niveles de atención humana o veterinaria, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento, recuperación y rehabilitación de la salud.

Estos pueden ser:

- Desecho hospitalario bioinfeccioso: son los desechos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones y otros) y que por lo tanto han entrado en contacto con pacientes humanos o animales y que representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades (...)
- Desecho hospitalario especial: son los desechos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad. Estos desechos se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, directos complementarios y generales.
- Desecho hospitalario común: son todos los desechos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores, no presentan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los desechos domésticos comunes, entre estos: periódico, flores, papel, desechos de productos no químicos utilizados para la limpieza y enseres fuera de servicio; así como también los desechos de restaurantes, tales como envases, restos de preparación de comidas, comidas no servidas o no consumidas, desechos de los pacientes que no presentan patología infecciosa<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios, Acuerdo Gubernativo 509-2001*. p. 2-3.

Tabla VI. **Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina y el Caribe**

<b>Actividades generadoras</b>	<b>Componentes</b>	<b>% del total de RSM</b>
<b>Residencial y domicilio</b>	Desperdicios de cocina, papeles, cartón, plástico, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
<b>Comercial</b> Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos.	10 a 20
<b>Institucional</b> Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros.	Semejantes al comercial.	5 a 15
<b>Industrial</b> (Pequeña Industria y artesanía) Manufactura, confección de ropa, zapatos, sastrería, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluyendo residuos de comida, ceniza, demolición, construcción.	5 a 30
<b>Barrido de vías y áreas públicas</b>	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos de animales, etc.	10 a 20

Fuente: FELIPE ANDRÉS, Duarte Díaz. Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y puesta para relleno sanitario. p. 5.

## **2.5. Gestión de los desechos sólidos**

Es importante conocer varios aspectos que detallan como se deben manejar los desechos sólidos domiciliarios y las disposiciones finales que pueden darse según su composición.

### **2.5.1. Aprovechamiento de los residuos sólidos**

El manejo adecuado de los desechos sólidos permite una mejor calidad de vida para los habitantes de un determinado lugar ya que pueden darles un buen uso a los residuos que posiblemente se pretenden sin valor alguno; pero para ello se debe tener en cuenta de que manera podemos aprovecharlo.

“La utilización de la mejor forma las materias primas, la disminución de desechos, aplicar las normas de reciclaje y el manejo apropiado de estos proporciona grandes beneficios como: La conservación y la recuperación de los recursos y área naturales. También, evita la propagación de enfermedades provocadas por vectores sanitarios, contaminación de aguas, contaminación atmosférica, contaminación de suelos, problemas de contaminación visual, salud corporal y un aporte a la disminución del calentamiento global”<sup>28</sup>.

#### **2.5.1.1. Recolección**

La escasa implementación de una cultura de limpieza es uno de los factores principales que aquejan el hábito de recolectar los desechos sólidos en Guatemala. El desapego a la concientización es también un hecho que causa esta problemática, difícil de erradicar.

---

<sup>28</sup> RAMOS VELÁSQUEZ, Henry Alexander. *Propuesta para el manejo de los desechos sólidos residenciales generados en el área urbana del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos*. p. 37.

En el núcleo familiar es donde se debería aprender y aplicar las prácticas adecuadas sobre el manejo y tratamiento de los desechos sólidos domiciliarios; sin embargo, es lamentable que muchas veces es el lugar en donde menos se propicia esta responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad.

“Es un proceso que se realiza de varias formas en nuestro país, está la recolección de casa por casa, en el que una institución privada, municipal o recolectores individuales pasan de puerta en puerta de los hogares para recolectar los desechos sólidos, ya sea con carros o carretillas manuales, en algunos casos los días de recolección están especificados, pero este sistema no lo adquiere toda la población es un bajo porcentaje, ya que en el mayor de los casos los pobladores se encargan de la recolección de sus propios desechos generados dentro de la familia”<sup>29</sup>.

### **2.5.1.2. Reducir**

La reducción en la producción de desechos sólidos es un tema suma importancia que se debe promover en el seno familiar. Cuando se habla de desechos sólidos domiciliarios, el bajo consumo de objetos materiales innecesarios permite tener su mejor control; otro factor que influye en la reducción es no desperdiciar productos más de lo que se deba consumir.

Ya que cuando se logra la disminución de los desechos domiciliarios se minimizan también costos en el transporte y en su disposición final. Los beneficios de la reducción de los desechos sólidos domiciliarios se reflejan en la naturaleza de manera que habrá menos contaminación ambiental, y así se evita la aceleración del calentamiento global.

---

<sup>29</sup> ZAMORA ARENALES, Jennifer Waleska. *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. p. 21.

### **2.5.1.3. Reutilizar o reusar**

La reutilización del desecho sólido parte desde su clasificación, porque se puede caracterizar y dependiendo de sus propiedades se pueda darle un nuevo sentido sin cambiarle de forma o alterar su naturaleza. Se puede reusar según sus cualidades; por ejemplo, las botellas plásticas al unir las con otro material pueden formarse nuevos materiales como recipientes de recolección de otros desechos sólidos; así mismo, se puede formar otros materiales con el fin de ser usados nuevamente.

### **2.5.1.4. Reciclar**

Es una manera de volver a utilizar los materiales que en un momento tuvieron una función y que pueden ser manipulados por procesos físicos y químicos para convertirlos en otros materiales y puedan darle nuevos usos; es un medio de ingreso, también, para las familias de escasos recursos. Los residuos que pueden ser reciclados son los plásticos, el vidrio, los metales, entre otros; residuos que pueden volver a ser utilizados por medio de un proceso de transformación.

El reciclaje es una actividad que vuelve a integrar a un ciclo natural, industrial o comercial todos los desechos y desperdicios que se generan en las sociedades de hoy, mediante un proceso cuidadoso que permite llevarlo a cabo de manera adecuada y limpia.

Las características particulares de cada uno de los componentes de los RSU han sobresalido en las últimas décadas y los han valorado como recursos naturales en completo desperdicio<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> BARRADAS REBOLLEDO, Alejandro. *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. p. 64.

En Guatemala, la mayoría de los vertederos grandes de la ciudad y de los departamentos una parte de la población específicamente las personas de escasos recursos utilizan estos como fuentes de economía, porque esperan que los camiones recolectores lleguen a depositar los desechos sólidos, para revisar y obtener muchos de los materiales que se mencionan en la tabla 7 para comercializar algunos de esos materiales, y así generar ingresos para sus familias.

Tabla VII. **Características de materiales que pueden y no reciclarse**

	<b>Características</b>	<b>Reciclable</b>	<b>No reciclable</b>
<b>Vidrio</b>	100 % reciclable. Calidad del vidrio reciclable es casi perfecta. Sencillo de identificar, separar y de clasificar. Debe separarse por colores.	Botellas de vidrio no retornables. Cervezas no retornables. Envases de medicamentos, alimentos y perfumes.	Cerámica. Cristal. Arcilla. Espejos y vidrios planos. Bombillos. Ampollas.
<b>Papel y cartón</b>	80 % reciclable. Calidad del papel reciclable es casi perfecta. Puede reciclarse hasta 6 veces.	Papel bond impreso o no. Cartón ondulado. Papel impreso en laser. Revistas. Folletos. Periódicos.	Papel carbón. Papel húmedo o sucio. Papel celofán. Papel de aseo personal. Papel o cartón plastificado.
<b>Plástico</b>	No biodegradable. Poder calorífico muy elevado.	Todo envase plástico de bebida, jugos, agua mineral.	Otros envases como aquellos de leche, yogurt, margarina y aceite.
<b>Metales</b>	Completamente reciclable. Puede reciclarse ilimitado número de veces sin perder calidad.	Acero carbono. Fierro fundido. Latas ferrosas. Aluminio (Lata de cerveza y refrescos).	Aleaciones con magnesio y cromo-níquel. Acero inoxidable.
<b>Materia orgánica</b>	100 % biodegradable. Para preparar compost.	Residuos de jardín. Residuos de comida.	

Fuente: COLOMER, Francisco; GALLARDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 180.

### **2.5.1.5. Tratamiento**

“Se determina por tratamiento dentro del manejo de los desechos sólidos, al proceso de acciones que van dirigidas a la eliminación de riesgos que influyen en la salud y a la contaminación del medio ambiente, también al aprovechamiento de los recursos transformados que ello proporcione. Los métodos o sistemas principales que se utilizan con frecuencia actualmente entre estos se mencionan, el compostaje, la lombricultura, el reciclado y la incineración. Estos métodos no son soluciones consideradas como finales, sino que es necesario la disposición de un relleno sanitario, por los residuos que dejan”<sup>31</sup>.

### **2.5.1.6. Compostaje**

El compostaje se desarrolla solo con los desechos sólidos orgánicos.

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

El humus es el responsable de mejorar las propiedades físicas del suelo, proporcionar estabilidad a los agregados del mismo, mejorar la porosidad, incrementar su capacidad de retención del agua, mejorar las propiedades químicas y biológicas, constituirse en fuente de elementos minerales para las plantas y contribuir así al crecimiento de vegetales y raíces<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> MEJÍA DUARTE, Dennis Alexander. *Propuesta de un plan de recolección de desechos sólidos y aseo urbano en el municipio de Esquipulas, Chiquimula*. p. 26.

<sup>32</sup> RAMOS VELÁSQUEZ, Henry Alexander. *Propuesta para el manejo de los desechos sólidos residenciales generados en el área urbana del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos*. p. 39.

### **2.5.1.7. Lombricultura**

Este método se realiza por medio del tratamiento de residuos de alimentos y de material fecal de animales.

El cultivo de una lombriz especial —la *Eisenia foétida*— con ciertos residuos orgánicos como sustrato o alimento (sobre todo, estiércol de ganado y residuos de cosechas) permite la conversión de este recurso en humus (mejorador de suelos) y proteína (como alimento de animales e incluso para el consumo humano), soluciona en parte el problema de la disposición de RSM y puede producir beneficios económicos. Es necesario tener cuidado especial con estas prácticas, pues solo deben ser consideradas como alternativas complementarias en la gestión integral de los residuos sólidos y de ninguna manera como la solución al problema<sup>33</sup>.

### **2.5.1.8. Incineración**

Este proceso necesita hacer uso de equipo especial, si no se cuenta con ello, este se considera como un potenciador de contaminación por el descontrol de gases que se producen al momento de aplicarlo en lugares al aire libre.

“La incineración es un método en el cual los desechos sólidos son expuestos a un proceso de combustión o quemado a temperaturas relativamente altas, en un tiempo de concentración determinado, de esta forma se obtiene un material inerte con un volumen reducido por la transformación de calor, convirtiéndolo en gases, cenizas o escorias inferiores al material inicial. Una ventaja de este tratamiento de los residuos sólidos es que se puede dar en los centros urbanos y rurales, donde la disponibilidad de áreas para la construcción de rellenos sanitarios es escasa, y una desventaja de este proceso

---

<sup>33</sup> DUARTE DÍAZ, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio la Paz, departamento de El Progreso y propuesta para el relleno sanitario*. p. 9.

es que el costo es sumamente elevado, ya que en la actualidad gracias a la tecnología existen incineradoras convencionales como hornos o cámaras refractarias que sus costos son muy altos<sup>34</sup>.

### **2.5.2. Disposición final**

Es el medio final que los desechos sólidos deben disponer para su tratamiento, por medio de un control y técnicas del manejo adecuado, para evitar el impacto directo al medio ambiente. La disposición final se determina en un lugar donde se hacen los procesos necesarios para su gestión integral.

### **2.5.3. Botadero a cielo abierto**

Se le denomina botadero a cielo abierto al área o lugar donde es vertido todo tipo de desecho sólido, puede ser un río, lago, un terreno baldío, etc., donde no se tiene un control de la separación de todos los desechos; este tipo de botadero es una fuente de contaminación para el ambiente porque no es un destino final adecuado de los desechos sólidos; se le puede denominar como un botadero clandestino por que no está bajo la supervisión de ningún ente que se haga responsable de los daños que pueden causar los desechos, ya que estos están expuestos al aire libre, liberando líquidos lixiviados, gases y malos olores, dando un mal aspecto visual.

Estos son criaderos de roedores y otros animales que causan enfermedades para los habitantes cercanos.

---

<sup>34</sup> RAUDALES OSORTO, Rommel Josué; GRÁDIZ CÁCERES, Marvin Ovidio. *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pínula*. p. 25.

#### **2.5.4. Relleno sanitario**

Es conocido como una construcción ingenieril donde se proponen y se aplican técnicas para un mejor manejo en la disposición final de los desechos sólidos, es realizado para evitar el deterioro de los suelos; así un impacto directo al medio ambiente y a la salud humana de las comunidades.

Además, es un método utilizado para disponer los desechos sólidos en un lugar determinado y autorizado por los gobiernos correspondientes.

La disposición final en rellenos sanitarios es la práctica más común y aceptada y permite disponer los distintos tipos de residuos que se encuentran en las ciudades pequeñas. Este método se puede aplicar en ciudades grandes y hasta en pequeños bloques de viviendas o familias individuales.

El relleno sanitario consiste en el enterramiento ordenado y sistemático de los desechos sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de minimizar los potenciales impactos negativos a la salud y medio ambiente.

De acuerdo a las características del área se puede construir tres tipos de relleno sanitario: de zanja, superficie y ladera. Por lo general, el relleno sanitario de zanja se construye en zonas planas donde se excavan trincheras para depositar los residuos sólidos. En el relleno sanitario de superficie se cubren los residuos con tierra en la misma superficie del terreno, mientras que en el relleno sanitario de ladera se trata de aprovechar las depresiones o taludes naturales para disponer los desechos sólidos. Las principales operaciones que se realizan en un relleno sanitario son:

- Recepción de los desechos sólidos
- Formación de una celda diaria con los desechos sólidos
- Compactación de la celda

- Recubrimiento con tierra<sup>35</sup>.

### **2.5.4.1. Tipos de rellenos sanitarios**

“Para el diseño de un relleno sanitario hay que tener muy en cuenta un parámetro indispensable que es el volumen, siendo la profundidad a la cual los residuos serán depositados por el área determinada que alcanzarán estos mismos. También hay que analizar, que las masas generadas son bastantes altas según la tasa de producción de las comunidades estudiadas. Dentro de los tipos de rellenos sanitarios se pueden mencionar obras que influyen en el diseño, en un primer plano tiene que ser en zonas alejadas de la comunidades, tienen que contar con muros o cercos perimetrales que restrinjan el acceso a cualquier persona ajena a estos lugares, tiene que contar con un mantenimiento constante para evitar muchas factores que puedan alterar el sistema construido”<sup>36</sup>.

#### **2.5.4.1.1. Relleno controlado**

Este tipo relleno sanitario debe tener la característica principal de ser supervisado por las autoridades municipales, donde lleven un adecuado mantenimiento para que no se propague un exceso de segregación y pueda ser ordenada por medio de las actividades que posteriormente se mencionan y el equipo adecuado.

El botadero semicontrolado o controlado puede ser el primer paso para muchas ciudades y municipalidades en la evolución de mejoramiento.

---

<sup>35</sup> LOPEZ TORRES, Lila Aida. *Manejo y tratamiento adecuado de desechos sólidos de Santa Rosa de Copán (estudio económico social y ambiental)*. p. 10.

<sup>36</sup> DE LA CRUZ MARTÍN, Daniel. *Diseño de una propuesta de un relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos de tres parroquias del municipio Maracaibo del Estado Zulia*. p. 11

Generalmente, el botadero controlado existe lejos de la municipalidad o está ubicado donde el público no puede verlo, y por lo tanto se puede controlar más fácilmente el acceso. El diseño no tiene muchos criterios de Ingeniería para operación, aunque puede utilizarse, por ejemplo, drenaje para el control de agua pluvial. El diseño físico puede incluir cercas con puertas en la entrada, una caseta de control en la entrada, y también, en los botaderos controlados de las ciudades grandes, básculas para pesar las cargas que entran.

La operación del botadero controlado incluye un vigilante u operador en la entrada para inspeccionar las cargas y pesarlas si hay una báscula, y dar direcciones a los chóferes de los camiones al lugar específico de descarga. Porque no se utiliza cobertura para los desechos, la operación de los botaderos controlados, especialmente de las municipalidades, puede incluir la quema intencional de desechos para reducir el volumen. Por otra parte, la quema espontánea puede ocurrir con frecuencia, y la presencia de animales domésticos y silvestres es común como en cualquier botadero a cielo abierto<sup>37</sup>.

#### **2.5.4.1.2. Relleno sanitario manual**

Jaramillo habla sobre el relleno sanitario manual haciendo énfasis como una técnica alternativa, una de las más económicas, para los beneficiarios de este tipo de relleno sanitario enfocado para las zonas urbanas y rurales que no sobrepasen la cantidad de 40 000 habitantes y se generen no más de 20 toneladas al día de desechos sólidos.

Mediante la técnica de operación manual, solo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método del relleno.

En cuanto a los demás trabajos, todos pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, incapacitados de adquirir y

---

<sup>37</sup> DUARTE DÍAZ, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, Departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario*. p. 34-35.

mantener equipos pesados permanentes, disponer adecuadamente sus residuos y utilizar la mano de obra que en los países en desarrollo es bastante abundante.

Se estima que es posible llevar acabo un relleno sanitario manual hasta llegar a una cantidad de 20 ton/día. Sin embargo, se precisa de un análisis minucioso de las condiciones locales de cada región, puesto que según sea el costo de la mano de obra, el tipo de relleno, las condiciones climáticas, etc., tal vez resulte preferible el uso de equipo pesado en el relleno sanitario, ya sea en forma parcial o permanente<sup>38</sup>.

#### **2.5.4.1.3. Relleno sanitario mecanizado**

Este relleno sanitario hace uso de técnicas modernas y equipo especializado.

El relleno sanitario mecanizado también, como lo de semimecanizado, tiene todas las características de criterios de Ingeniería. La diferencia de un relleno semimecanizado y uno mecanizado es el requisito de traer el material de cobertura para la celda diaria. Como resultado, el diseño de un relleno mecanizado tiene que utilizar el método de área o de cañón.

En el método de área, se hace la celda diaria utilizando maquinaria para compactar los desechos y para excavar y traer la materia de cobertura de otro lugar; en el método de cañón se consigue el material para la cobertura de las laderas del cañón. La compactación con equipo pesado es necesaria no solamente para maximizar el área y la vida útil del relleno, sino también para minimizar el consumo de cobertura y entonces los costos de operación; se puede desperdiciar mucho material de cobertura por los huecos en los desechos no bien compactados. Cuando el primer nivel del diseño se llena con celdas diarias, se sigue al segundo nivel, hasta que se llega finalmente al último nivel del diseño. La maquinaria requerida en un relleno mecanizado puede incluir una excavadora y un volquete para excavar y llevar la materia de cobertura, y un tractor de oruga para la

---

<sup>38</sup> SANCHEZ OLGUIN, Gabriela. *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo*. p. 66.

compactación de desechos y la aplicación de la cobertura. Los rellenos mecanizados grandes utilizan también compactadoras de rodo con punta.

Los rellenos mecanizados normalmente utilizan arcilla o geomembranas para la impermeabilización, recolección y tratamiento de los lixiviados y recolección y desvío del agua pluvial. También, se debe tener un cerco con puerta, una caseta de control, y una báscula en la entrada. La operación ideal de un relleno mecanizado es igual como uno semimecanizado analizado anteriormente, con control de la entrada, pesa de cargas, separación de residuos especiales y desechos peligrosos, control de segregadores, y control de animales domésticos y silvestres<sup>39</sup>.

## **2.6. Marco legal de los desechos sólidos en Guatemala**

En Guatemala, los principales fundamentos jurídicos legales en donde se regula y se ampara el manejo para la disposición final de los desechos sólidos se enumeran de la siguiente manera por medio de diferentes leyes o reglamentos establecidos en acuerdos gubernativos y otros documentos legales.

### **2.6.1. Constitución Política de la República de Guatemala**

En un primer eje legal que compete a la República de Guatemala está la Constitución Política, carta magna que rige muchos aspectos jurídicos legales para sus habitantes, es por ello que hace mención sobre el medio ambiente en algunos artículos los cuales se mencionan a continuación:

- Artículo 64. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales

---

<sup>39</sup> DUARTE DÍAZ, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, Departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario*. p. 40-41.

inalienables. Una ley garantizará su protección y de la fauna y la flora que en ellos exista.

- Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.
- Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones del estado: inciso c) Adoptar medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente<sup>40</sup>.

Estos artículos consideran que tanto los gobiernos locales, el estado como ente mayor y todos los habitantes del lugar están obligados a contribuir y a prevenir aspectos de contaminación ambiental y la protección de los mismos.

### **2.6.2. Código de Salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala**

Este código trata sobre las normas de salud a nivel nacional; hace énfasis, también, en el mal manejo de la disposición de desechos sólidos y los riesgos que ocasionan.

- Artículo 65. Enfermedades transmitidas por vectores. El Ministerio de Salud, en coordinación con las demás instituciones del sector que desarrollen acciones en esta área, administrará programas que promuevan la participación comunitaria para la protección del medio ambiente y la

---

<sup>40</sup> Asamblea General Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. p. 11, 17, 23-24.

eliminación de reservorios que faciliten la proliferación de vectores que participan en la transmisión de estas enfermedades.

- Artículo 72. Programas de prevención y control de riesgos ambientales: El Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las Municipalidades y la comunidad organizada con todas las instancias apropiadas, sean públicas o privadas, promoverán el desarrollo de programas de cuidado personal y de reducción de riesgos a la salud vinculados con desequilibrios ambientales, y ocasionados por contaminantes químicos, físicos o biológicos.
- Artículo 102. Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrán utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado.
- Artículo 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de bausa legales o clandestinos<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Ministerio de Salud y Asistencia Social. *Código de Salud, Decreto 90-97*. p. 12-13,16-17.

El artículo 65 exhorta a trabajar en conjunto para evitar la emanación de enfermedades; los artículos 72 y el 102 establecen las entidades encargadas de velar por el control y la prevención de los problemas ambientales y de salud por medio de programas; y el artículo 103 exige a la comunidad en general a no ser partícipes de la contaminación del medio ambiente evitando crear botaderos que no estén autorizados por los gobiernos municipales, también conocidos como botaderos clandestinos.

Posteriormente, de los artículos 104 al 108, se describe la prohibición de botar, acumular desechos en lugares clandestinos no autorizados.

### **2.6.3. *Código municipal*, Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala**

Dentro de este código se encuentran artículos que hacen referencia al tema en estudio, el cual habla sobre las responsabilidades de cada municipalidad nacional dentro de su disposición.

- Artículo 68. Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios y son las siguientes:
  - Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato.
  - Velar por el cumplimiento y observancia de las normas de control sanitario de producción, comercialización y consumo de alimentos

y bebidas a efecto de garantizar la salud de los habitantes del municipio.

- Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio.
- Artículo 72. Servicios públicos municipales. El municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, en los términos indicados en los artículos anteriores, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.
- Artículo 150. Faltas. Serán sancionadas las faltas que estén expresamente consignadas en las ordenanzas, reglamentos, acuerdos y disposiciones municipales, que tengan que observar los vecinos, transeúntes y personas jurídicas en la circunscripción municipal de que se trate.
- Artículo 151. Sanciones. Las sanciones serán aquellas determinadas expresamente en las leyes y reglamentos, así como en las ordenanzas, acuerdos y disposiciones municipales; aplicadas por el juez de asuntos municipales; y se aplicaran con sujeción al orden señalado<sup>42</sup>.

Las multas se graduarán entre un mínimo de cincuenta quetzales (Q.50 00), a un máximo de quinientos mil quetzales (Q. 500 000,00), según la naturaleza y gravedad de la falta. Sin embargo, cuando la gravedad de la falta afecte notoriamente los intereses del municipio, el monto del rango superior de la sanción podrá elevarse al cien por ciento (100 %) del daño causado.

---

<sup>42</sup> Congreso de la República de Guatemala. *Código municipal, Decreto 12-2002*. p. 21-22, 42.

El artículo 68, inciso a) establece que es de total competencia de las municipalidades contar con el servicio de recolección, tratamiento y disposición de desechos, limpieza y ornato; es un reto para todas, aunque se sabe que no todas las municipalidades cuentan con este servicio, es por ello que no se tiene su control. El artículo 72 decreta que las municipalidades son las encargadas de brindar los servicios antes mencionados en el anterior artículo 68.

Los artículos 150 y 151 indican las sanciones por incumplimiento de las ordenanzas municipales, entre ellos reglamentos municipales; inclusive pueden mencionarse reglamentos específicos de manejo de desechos para un municipio, mancomunidades o convenios entre municipalidades y que pueden llegar a ser sanciones de sumas de dinero muy fuertes.

#### **2.6.4. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, Decreto 68-86 y reformas decretos No. 75-91 y 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala***

Esta ley dictamina la protección del medio ambiente y su mejoramiento, para mantener y buscar un equilibrio ecológico aportando una calidad de vida a todas las personas de la república de Guatemala.

- Artículo 12. Inciso e) La creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente.
- Artículo 13. Para los efectos de la presente ley, el medio ambiente comprende. Los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (rocas y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales.

- Artículo 14. a) Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes; d) Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones.
- Artículo 15. b) Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental; d) Determinara técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo a las normas de calidad del agua; k) Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica.
- Artículo 16. a) Los procesos capaces de producir deterioro en los sistemas lítico (o de las rocas y minerales), y edáfico (o de los suelos), que provengan de actividades industriales, minerales, petroleras, agropecuarias, pesqueras u otras; b) La descarga de cualquier tipo de sustancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, fauna y a los recursos o bienes<sup>43</sup>.

Estos artículos expuestos anteriormente enmarcan y describen como esta ley protege el medio ambiente por medio de la creación de incentivos como lo dicta el artículo 12, inciso e; los siguientes artículos, del 13 al 19, plasman la preservación de los recursos naturales por contaminación ambiental y hace una descripción de lo que se comprende por medio ambiente.

El artículo 16, inciso b, habla sobre el tema de los desechos sólidos describiendo que estos son perjudiciales a la salud de las personas y pues causa deterioro al medio ambiente en general.

---

<sup>43</sup> Congreso de la República de Guatemala. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto número 68-86*. p. 4-6.

A pesar que los artículos posteriores, como lo expondrán los artículos 30 y 31 que abran infracciones y sanciones sobre las faltas a esta ley, hasta la fecha no existen aplicaciones como tales a las instituciones que provocan grandes deterioros del medio ambiente.

#### **2.6.5. Política nacional para el manejo integral de los residuos sólidos, Acuerdo Gubernativo No. 111-2005**

Este documento dictamina la contribución y la participación de todas partes que forman la sociedad de Guatemala, enfocado en un punto importante: el manejo integral de los desechos sólidos urbanos; enmarca todos los procesos que estos llevan desde la separación, recolección, transporte, tratamiento y su disposición final; el ente encargado de aplicar este documento es la Comisión Nacional de Desechos Sólidos (CONADES); el reto es delegar un manejo adecuado gestionando integralmente los procesos para que este sea una mejora al ambiente y compatible, se tiene en cuenta la viabilidad para su ejecución.

Este acuerdo tiene como objetivos o ejes principales para su aplicación de la manera siguiente:

- En lo político-institucional
  - Hacer que las instituciones públicas involucrada en el manejo integral de los residuos y desechos sólidos funcionen con eficiencia y eficacia en la administración y financiamiento de los servicios municipales.
  - Hacer funcional el marco jurídico y normativo que regule el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

- En lo social
  - Cambiar hábitos de la población en cuanto a la cultura de producción, consumo, manejo y disposición de los residuos y desechos sólidos.
  - Hacer partícipe a la sociedad civil en los procesos de auditoria social para el mantenimiento de un ambiente saludable, a través de los mecanismos de ley, sobre todo los Consejos Comunales de Desarrollo Social y los Consejos Municipales de Desarrollo Social.
  
- En lo Económico:
  - Propiciar la valoración económica de los residuos y desechos sólidos y de los servicios relacionados.
  - Propiciar la participación de la empresa privada, al menos en los temas de:
    - Concesión de servicios.
    - Participación en empresas mixtas.
    - Participación en proyectos dirigidos a la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
    - Reducción de la producción y el comercio de desechos peligrosos.
  - Propiciar la creación y aplicación de instrumentos económicos destinados a mejorar las condiciones de producción y manejo de residuos y desechos sólidos.
  
- En lo ambiental y la salud:

- Generar y hacer accesible la información básica pertinente que permita planificar y tomar decisiones en cuanto al manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
- Definir y hacer funcional a la aplicación del marco de estándares y normas ambientales nacionales, relacionadas directamente con el tema, que permitan el monitoreo ambiental.
- Propiciar la adopción paulatina de los estándares internacionales con respecto a los residuos y desechos sólidos que definan los tratados comerciales y ambientales que Guatemala ratifique.
- Adoptar, adaptar y desarrollar las tecnologías adecuadas para el manejo (gestión) y disposición final de los residuos y desechos sólidos<sup>44</sup>.

Para que esta ley tenga repercusión debe amarrarse a un documento legal municipal para que puedan cumplirse a cabalidad.

#### **2.6.6. Política marco de gestión ambiental, Acuerdo Gubernativo 791-2003**

Esta política tiene como principio el fortalecimiento de la gestión de la calidad ambiental, también la conservación del patrimonio natural de la nación, con un equilibrio ecológico como lo describirán los siguientes artículos:

- Artículo 2. Secciones 2.1) El desarrollo sostenible. A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del ambiente constituirá parte del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada. 2.9) La ética ambiental. Será responsabilidad de la sociedad guatemalteca,

---

<sup>44</sup> Congreso de la República de Guatemala. *Política nacional para el manejo integral de los residuos sólidos y desechos sólidos*, Acuerdo gubernativo No. 111-2005. p. 16-17.

practicar el conjunto de normas que rigen la conducta humana en pro del ambiente.

- Artículo 3. Sección 3.1.2. Fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promoviendo el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción limpia en los procesos productivos, fomentando el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental previniendo y minimizando los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente.
- Artículo 5. Sección 5.2.2. Eje de evaluación, control y seguimiento ambiental: El seguimiento ambiental, en general tiene por objetivo monitorear la evolución del ambiente en un proyecto desde las fases de construcción, operación y abandono de la actividad. El control ambiental, se aplica sobre todo al cumplimiento de las medidas de mitigación, protección y mejoramiento comprendidos en un proyecto<sup>45</sup>.

Estos artículos expuestos mencionan sobre la manera como se gestione la calidad del medio ambiente habrá un crecimiento económico, sobre los recursos que puedan aprovecharse; de esta manera, también, habrá bienestar para la humanidad que disminuye el impacto de riesgo ambiental por medio de políticas constructivas como lo expone este acuerdo.

#### **2.6.7. Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, Acuerdo Gubernativo 63-2007**

Esta es una política que tiene por objetivo principal a gran escala armonizar, definir y dar las directrices a los diferentes sectores y entes para el

---

<sup>45</sup> Ministerio de Ambiente Recursos Naturales. *Política marco de gestión ambiental, Acuerdo Gubernativo 791-2003*. p. 1-3.

mejoramiento del medio ambiente y calidad de vida de las personas que habitan en toda la república de Guatemala, aportando un mantenimiento al equilibrio ecológico y darle un uso adecuado al sostenimiento de los recursos naturales antes mencionados.

#### **2.6.8. Reglamento para el manejo de desechos sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001**

Este reglamento es elaborado con el fin de cumplir con lo que establece el artículo 106 del decreto 90-97 del congreso de la Republica, Código de salud que lo Estipula el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para el correcto manejo de los desechos hospitalarios, como se expondrá en el artículo 1, de este documento.

- Artículo 7. Manejo adecuado de desechos. Las instituciones privadas y públicas referidas en los artículos anteriores deberán presentar un plan de manejo de desechos hospitalarios de conformidad por lo dispuesto en el presente reglamento para su aprobación por el Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y el Ambiente, quien con fundamento en el plan presentado, emitirá un certificado de aprobación que deberá renovarse cada dos años, previa solicitud del interesado y de la correspondiente inspección que deba realizar el Departamento a efecto de constatar el funcionamiento del sistema de manejo de los desechos.
- El Departamento de Salud y Ambiente deberá llevar un registro de los entes generadores a los cuales se les hubiere otorgado el certificado establecido en el párrafo anterior. El procedimiento para el registro deberá ser regulado por el propio departamento, previa publicación en el diario oficial<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001*. p. 3.

### **3. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

Caracterizar es encontrar un parámetro que establezca datos numéricos y cualificativos para el desarrollo de soluciones o planificación sobre sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos que se estén estudiando para evitar factores contraproducentes a la salud por medio de metodologías sistemáticas que faciliten la caracterización.

#### **3.1. Recolección de la documentación respectiva sobre el municipio**

Para la realización de este trabajo de investigación se procedió a la recolección de información sobre el municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla el cual fue proporcionado por la Oficina de Recursos Humanos de la municipalidad y por la Oficina de Desechos Sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos. Con información del Departamento de Estadística del Centro de Salud del municipio, como se especifica en el cronograma de las actividades realizadas (ver apéndice 8), donde se describen detalladamente que fue lo que se procedió en la fecha indica.

#### **3.2. Método de estudio para la caracterización**

Para el estudio de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla se implementó el método de análisis propuesto por el Doctor Kunitoshi Sakurai, descrito en su publicación *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*, especialista en el tema, que facilita la manera de caracterizar los residuos sólidos, revisados por la

Organización Panamericana de la Salud, (OPS), juntamente con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (CEPIS); estos son organismos oficiales que proponen metodologías para su caracterización, para América Latina y el Caribe.

El objetivo principal de la metodología descrita por el doctor es el conocimiento mínimo de la cantidad de desechos sólidos producidos, y sus componentes físicos para disponerlos de la mejor manera dentro de una área determinada, grande o pequeña.

### **3.2.1. Determinación de la muestra**

Este es el primer paso a realizar dentro de un análisis por muestreo; y una pregunta bastante común a la hora de realizar un estudio de este tipo de cuál será la cantidad muestral a estudiar; el doctor expone que si el tamaño de una muestra es pequeña, los resultados que se obtengan serán de baja confiabilidad, por eso es importante obtener un número mínimo de muestras para que los resultados posteriores reflejen un grado de confiabilidad para que así el porcentaje de error sea relativamente bajo.

Estadísticamente, para la ejecución y determinación del tamaño muestral, se realizó mediante la siguiente ecuación matemática propuesta por la *Guía de caracterización de residuos sólidos*, OPS/CEPIS<sup>47</sup>:

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

---

<sup>47</sup> CEPIS/OPS. *Guía de caracterización de residuos sólidos*. p. 62-63.

Donde:

- $n$  = tamaño muestral

Este dato es la cantidad de hogares proporcionalmente al dato total de viviendas que se estudiarán, para la caracterización de los desechos sólidos en determinado lugar.

- $Z_{1-\alpha/2}$  = coeficiente de confianza

Este es un parámetro establecido como constante cuando no se tienen datos concretos de una población a evaluar, por el cual se utiliza frecuentemente en estudios de este tipo un nivel de confianza del 95 %, 1-a será igual a 0,95 esto es equivalente a un coeficiente de confianza de 1,96 en cifras significativas.

- $N$  = número total de viviendas

Este dato es la totalidad de viviendas de la población de estudio del lugar, del cual saldrá una porción que representará el universo.

- $E$  = error permisible

El rango de error permisible establecido para estos casos se toma entre el 1 % hasta un 15 % para la estimación de la producción per cápita; el doctor Kunitoshi habla que el dato más común utilizado en la caracterización es de 50 gr/hab/día equivalente a 0,05 kg/hab/día; se puede tomar un dato mayor a criterio propio a este propuesto, pero detalla que al tomarse un dato superior la

muestra disminuye por lo que puede ser o resultar una muestra no confiable, que no represente al universo.

- $\sigma$  = desviación estándar

Este es un dato que dentro del método sencillo del doctor Kunitoshi se exponen dos tablas donde varía según la cantidad de viviendas a estudiar. Él describe que al no tener datos de la desviación estándar del lugar se procede a tomar un dato de 200 g/hab/día equivalente a 0,2 kg/hab/día. Dentro de la expresión matemática anterior es elevada al cuadrado por lo que se convierte en una variación estándar de la población de 0,04 kg/hab/día.

Por consiguiente, al tener los conceptos de los anteriores parámetros sobre la ecuación matemática se procedió a calcular la muestra representativa para el estudio de la caracterización del municipio utilizando los siguientes datos con base los criterios establecidos por el doctor Kunitoshi y la implementación de los datos recabados en campo, como la cantidad de hogares dentro del casco urbano del municipio, se calculó la muestra de la siguiente manera.

Donde:

- $N = 2\ 274$  hogares
- $Z^2 = 1,96$ , con un grado de confianza del 95 %
- $E = 0,05$  kg/hab/día, equivalente a un error permisible al 5 %
- $\sigma = 0,2$  kg/hab/día

$$n = \frac{(1,96)^2 * (2\ 274) * (0,2)^2}{(2\ 274 - 1) * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,2)^2} = 59,87 = 60 \text{ viviendas}$$

La muestra obtenida fue de 60 viviendas, dato que se utilizó para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios dentro del casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

### **3.2.2. Definición de áreas de estudio**

Al tener definida la muestra a estudiar y evaluar se identificaron los hogares por medio de las rutas de recolección ya establecidas por el tren de aseo municipal, por lo que menciona la guía metodológica de residuos sólidos de OPS/CEPIS, que se pueden trabajar por medio de estratos según los niveles socioeconómicos del lugar; en este caso, por la estructura del casco urbano del municipio, por ser el centro, se establece por medio de la Oficina de Desechos Sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos de la municipalidad de San Vicente Pacaya; se puede establecer que pertenecen a un mismo nivel económico social, para todo el casco urbano es de nivel medio; de tal manera para este caso con base en lo establecido se trabajó; con un solo estrato, seleccionando los hogares con base en una distribución equitativamente dentro del casco urbano.

### **3.2.3. Estudio mediante encuestas**

Se realizó una encuesta en una hoja media carta con siete preguntas básicas para recabar información de la muestra representativa, para saber cuántas personas habitaban en el hogar seleccionado, con cuánta frecuencia utilizaban el servicio de recolección municipal, también, sobre la importancia y sus consecuencias del manejo que se le da a los desechos sólidos domiciliarios en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla (ver apéndice 1) donde se presenta el diseño de la encuesta utilizada.

Con el área definida, como se describe anteriormente, se procedió a hablar con las personas del por qué se les estaba pasando esta encuesta y el motivo para el cual serviría; teniendo la muestra antes descrita, se seleccionaron distributivamente los hogares y que estuvieran dispuestas a colaborar con este trabajo de caracterización; para esto se contó con la ayuda de la Oficina de Desechos Sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos de la municipalidad, la cual asignó a una persona encargada de acompañar el recorrido de las rutas y hablar con las personas de los hogares seleccionados para que pudieran colaborar con el trabajo de investigación.

#### **3.2.4. Determinación de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios**

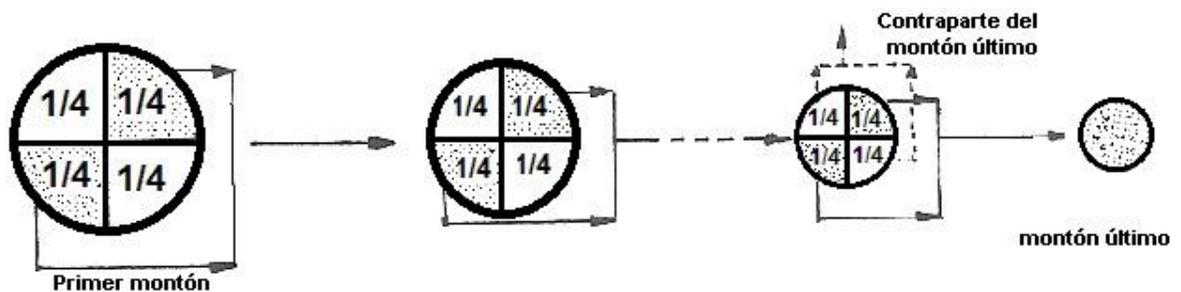
Sobre la determinación de los componentes físicos de los desechos sólidos el doctor Kunitoshi expresa que esto se realiza con el fin de identificar la factibilidad técnica y económica de recuperar algunos materiales que pueden ser reciclados o darle algún otro tipo de función y no desecharlos de una vez.

Para la clasificación, en el casco urbano del municipio, se recolectaron todos los desechos sólidos en bolsas plásticas proporcionadas a los hogares seleccionados con anticipación; la población depositaba los desechos sólidos orgánicos en las bolsas blancas y los desechos sólidos inorgánicos en bolsas negras como se muestra en la figura 11; se pesó cada bolsa con el contenido de desechos generados por cada hogar.

Con las bolsas recolectadas se buscó un lugar plano; se colocó una base, en este caso fue una lona; sobre esta superficie para clasificar todos los desechos inorgánicos y se aplicó el método del cuarteo de los residuos que describe el doctor Kunitoshi en el método sencillo de caracterización, como se

observa en la figura 12; se separaron en una porción grande de aproximadamente 1 metro cúbico de los desechos mezclados homogéneamente y se dividieron en cuatro partes iguales; luego, al tener esas cuatro partes, se toman dos partes opuestas mezcladas y estas se subdividen en otras cuatro y se vuelven a tomar dos partes siempre opuestas; esta parte obtenida nuevamente se divide en cuatro partes iguales y se toman dos últimas partes para tener una muestra representativa de 50 kilogramos, aproximadamente; con esta muestra se procedió a la clasificación de los distintos tipos de componentes de los desechos sólidos.

Figura 11. **Método del cuarteo para homogenizar los desechos sólidos**



Fuente: KUNITOSHI SAKURAI. *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*.

[www.bv.paho.org](http://www.bv.paho.org). Consulta: 12 de abril de 2018.

Luego de este proceso antes descrito la guía para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios OPS/CEPIS<sup>48</sup>, expone que se procede a separar los componentes del último montón y se clasifican de la siguiente manera según los componentes encontrados:

<sup>48</sup> CEPIS/OPS. *Guía de caracterización de residuos sólidos*. p. 70.

- Papel y cartón
- Madera y follaje
- Restos de alimentos
- Plásticos
- Metales
- Vidrio
- Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Fue lo que se realizó en este trabajo de investigación (ver apéndices del 2 al 8). En cuanto culminó la fase de clasificación se procedió a pesar los diferentes componentes de los residuos sólidos domiciliarios, del casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya.

**Figura 12. Entrega de bolsas plásticas y recolección de los desechos sólidos domiciliarios**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Determinación de los desechos sólidos domiciliarios**



Fuente: elaboración propia.

### **3.2.5. Producción *per cápita***

Conocida también como producción por habitante al día como sus dimensionales lo indica, en un sentido amplio se referencia de la siguiente manera:

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas. Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (kg/hab/día).

La PPC es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían. A grandes rasgos se puede decir que la PPC varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros

elementos, como los periodos estacionales y las actividades predominantes también afectan la PPC<sup>49</sup>.

Para la determinación de este dato se realiza de la siguiente manera como los describe la guía de caracterización de residuos domiciliarios OPS/CEPIS<sup>50</sup>:

- Se trabaja con el total de los residuos sólidos recolectados durante el día de muestreo.
- Diariamente, se debe pesar ( $w_i$ ) el total de cada una de las bolsas recolectadas durante los días que dure el muestreo; en este caso, fueron 6 días (se debe indicar que el primer día de muestreo se elimina el residuo recolectado sin considerar sus datos para el análisis). Este resultado de peso representa ( $W_t$ ) la totalidad de basura diaria generada en todos los hogares.
- En función a los datos obtenidos sobre el número de personas por hogar ( $n_i$ ) se determina el número total de personas que ha participado ( $N_t$ ) en el muestreo.
- El peso total de las bolsas recolectadas ( $w_t$ ) se divide entre el número total de habitantes ( $N_t$ ) para obtener la producción per cápita diaria; este es el promedio de las viviendas muestreadas en (kg/hab/día).

Este proceso se realiza bajo el siguiente parámetro matemático:

---

<sup>49</sup> ÁNGEL ENRÍQUEZ, Teresa Alejandra. *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez*. p. 6-7.

<sup>50</sup> CEPIS/OPS. *Guía de caracterización de residuos sólidos*. p. 68.

$$\text{Generación per cápita (gpc)} = \frac{\text{Peso total de residuos (Wt)}}{\text{Número total de personas (Nt)}}$$

Otro dato importante que menciona la guía es que para determinar la generación total diaria de desechos sólidos se realiza de la siguiente manera:

- Se multiplica la generación *per cápita* por el número de habitantes del área en estudio. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Generación total diaria de residuos} = \text{gpc} \times \text{Nt} \left( \frac{\text{kg}}{\text{día}} \right)$$



## **4. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del proceso de investigación y recolección de datos para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

### **4.1. Muestra representativa**

La obtención de la muestra se procedió a calcularla por medio de la ecuación matemática, antes mencionada por guía de caracterización de los residuos sólidos, dio como resultado 60 hogares; el dato cuantificado fue utilizado para la caracterización de los desechos sólidos en el municipio.

### **4.2. Resultados de la encuesta**

Se realizó la encuesta el día martes 14 de diciembre del año 2017, como se especifica en la actividad 5 del cronograma de actividades, (ver apéndice 9), para el estudio de la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla, sobre un número muestral de 60 viviendas.

La tabla VIII muestra el esquema de la encuesta realizada y contiene la cantidad de hogares los cuales tuvieron a bien dar su respuesta con base en lo que ellos tenían el conocimiento sobre lo que se les preguntaba; cada hogar entrevistado dio los resultados de información siguiente:

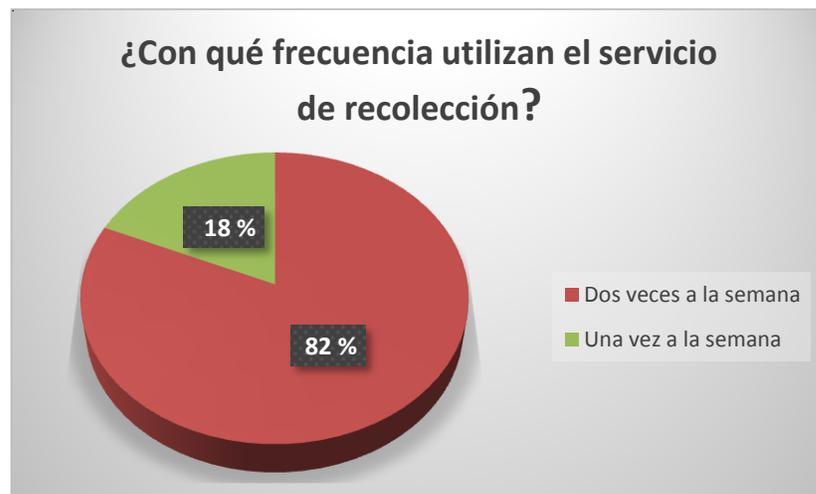
Tabla VIII. Datos obtenidos de la encuesta de la muestra

Datos obtenidos de la encuesta		Total hogares
<b>¿Cuántas personas habitan en su vivienda?</b>		
Total de habitantes en las 60 viviendas	345	60
<b>¿Con qué frecuencia utilizan el servicio de recolección?</b>		
Dos veces a la semana	49	
Una vez a la semana	11	60
<b>¿Cómo desechaban los residuos sólidos antes del servicio municipal?</b>		
La incineraban	13	
La enterraban	8	
La llevaban a un botadero clandestino	9	
Otro tipo de disposición final	14	
La enterraban y otros tipo de disposición final	7	
La llevaban a un botadero clandestino y otros...	9	60
<b>¿Cómo les parece el trabajo del servicio de recolección municipal?</b>		
Excelente	26	
Bueno	29	
Regular	5	
Malo	0	60
<b>¿Sabe cuál es el destino final de los desechos?</b>		
Sí	25	
No	35	60
<b>¿Está consciente de los efectos perjudiciales?</b>		
Sí	55	
No	5	60
<b>¿Estaría dispuesto a colaborar con la clasificación de los desechos en su hogar?</b>		
Sí	60	
No	0	60

Fuente: elaboración propia.

- En promedio, 6 personas son las que habitan cada hogar en la cabecera del municipio, en algunas viviendas durante la recolección se observó que existe más de una familia en una sola casa.

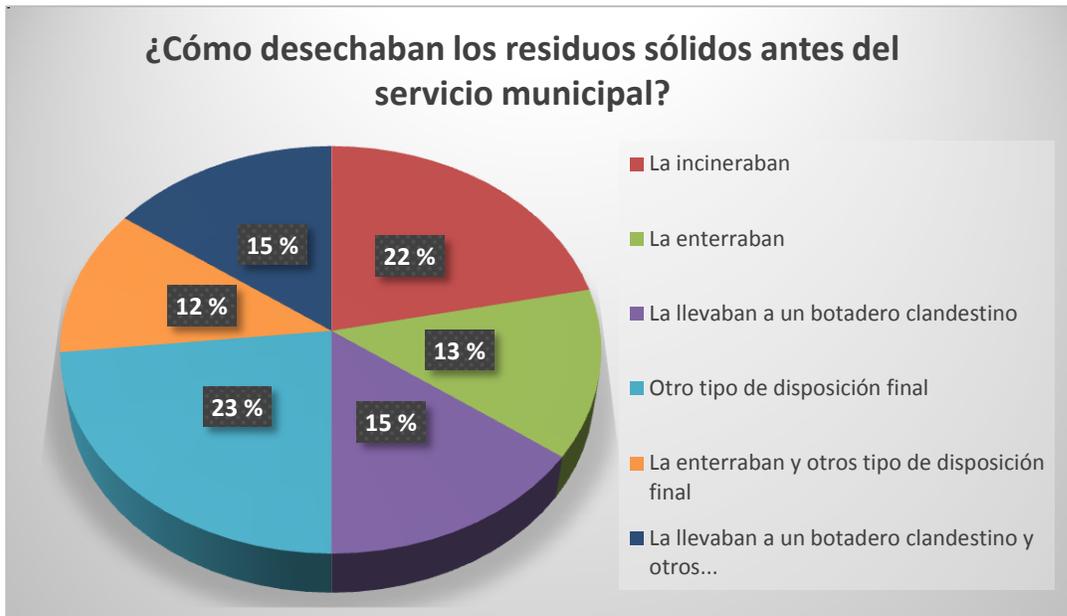
Figura 14. **Frecuencia del servicio de recolección**



Fuente: elaboración propia.

- Existe un tren de aseo dentro del municipio ya establecido, el 100 % utiliza los servicios municipales de recolección. Cabe resaltar algunas especificaciones, el 82 % los que disponen los dos días establecidos por ruta, y el 18 % hace uso de un solo día; indican que la razón es la escasa acumulación de basura, como se muestra en la figura 14.
- Las personas del municipio anteriormente a ser usuarios del servicio de recolección municipal destinaban los desechos sólidos manera como se muestra en la siguiente figura.

Figura 15. Disposición final de los desechos anterior a prestar el servicio municipal

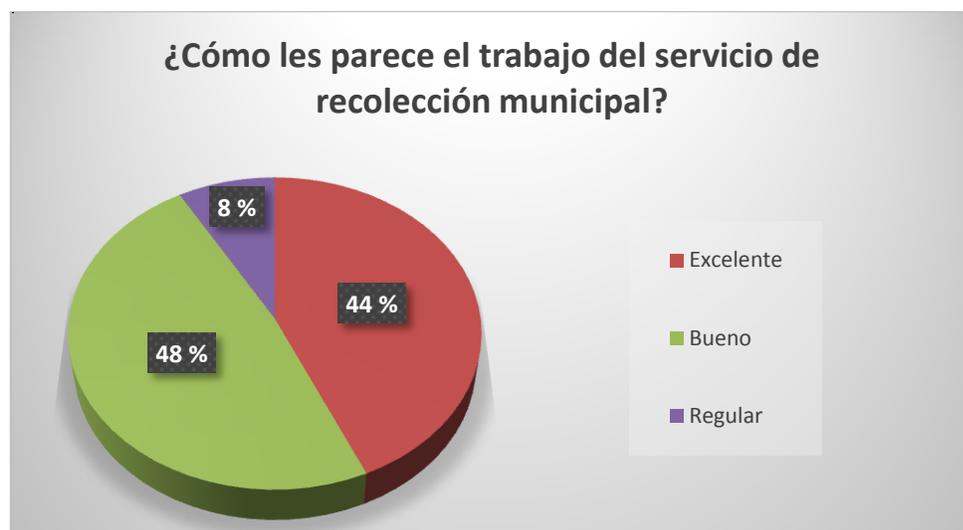


Fuente: elaboración propia.

- La figura 15 muestra que el 23 % de la población utilizaba otro tipo de disposición final de los desechos sólidos, a los que se mencionan en la figura, porque no tenían un lugar adecuado para desecharlo; el 22 % la incineraban en lugares no autorizados; un 15 % la depositaban en distintos botaderos clandestinos que existían en el municipio que ellos mismo habían creado, estos eran terrenos sin dueño; otro 15 % tenía dos maneras de hacer la disposición la llevaban a un botadero clandestino y utilizaban otro mecanismo; un 13 % la enterraban dentro de los patios de sus casas y el otro 12 % la disponían de dos formas como se mencionan en la figura.

- El 48 % de la población catalogó el servicio del tren de aseo municipal como bueno, el 44 % lo calificó como excelente y el 8 %, lo especificó como regular como lo indica la figura 16; es decir, el 100 % de la población está de acuerdo con el servicio que se presta ya que expusieron que esto ha ayudado a la reducción de la contaminación de las calles y de todo el municipio en aspecto visual, auditivo y en olores; evita así la propagación de roedores y la acumulación de otros animales por la mala disposición de los desechos; asimismo, disminuye enfermedades en los habitantes.

Figura 16. **Porcentajes de la calificación del servicio de recolección municipal de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- Como se indica en la figura 17, dentro de la población encuestada, el 58 % dijo desconocer el paradero de los desechos sólidos que son recolectados por el tren de aseo municipal; el 42 % sí conoce hacia donde es trasladado lo recolectado por los camiones municipales; esta

misma población hizo mención que son llevados al vertedero municipal de Villa Nueva que se ubica en el kilómetro 22 de la carretera centroamericana CA-9 ruta al pacífico, donde se dispone de una manera adecuada.

Figura 17. **Porcentaje del destino final de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- La figura 18 describe que el 92 % de la población está consciente de los efectos perjudiciales que provocan los desechos sólidos sino se les da una disposición final correcta; tanto para el ambiente como la salud humana; el 8 % no está consciente de lo que esta problemática puede ocasionar a las generaciones futuras sino se toman medidas en el asunto.

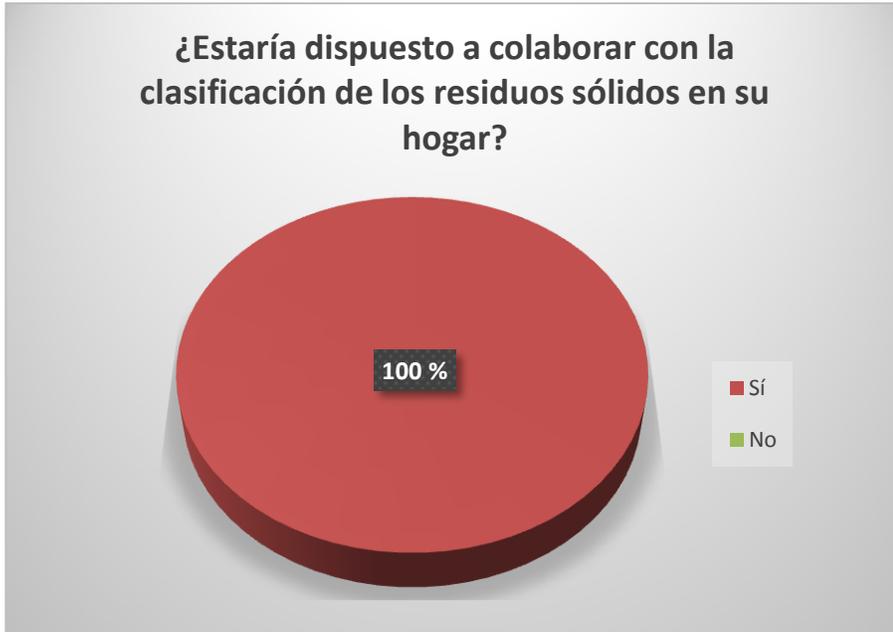
Figura 18. **Efectos perjudiciales que provocan los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- El 100 % de la población, como se observa en la figura 19, dijo que estaría dispuesta en un futuro a colaborar con la clasificación de los desechos sólidos si así se requiriera al momento de tener una propuesta concreta y adecuada por parte de las autoridades municipales para la disposición final; expresaron que esto no se les haría difícil ya que dentro de la población existe el hábito de clasificarla en algunos hogares siendo estos el 20 % de la población encuestada.

Figura 19. **Disposición de las personas para la caracterización de los desechos sólidos en el municipio**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Resultados de la cuantificación de los diferentes componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios**

Al establecer la composición física en porcentajes en relación con la cuantificación de los desechos sólidos domiciliarios derivados de la clasificación que se realizó posterior a la caracterización durante cinco días en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 20. **Cuantificación de los diferentes componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios, para 5 días**



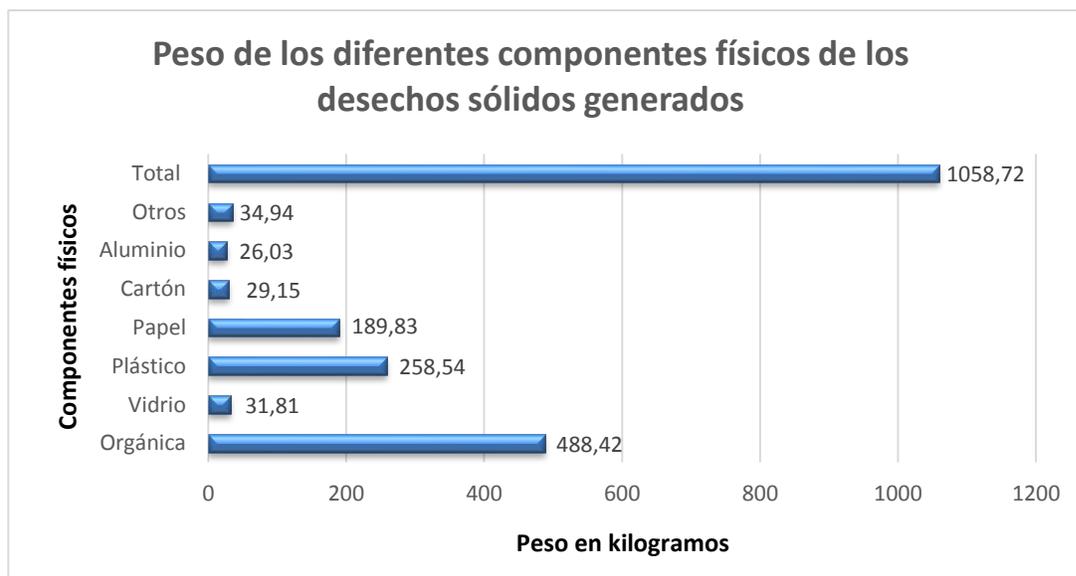
Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Componentes físicos y peso de los desechos sólidos domiciliarios, para 5 días**

<b>Componentes físicos</b>	<b>Peso en kilogramos (kg)</b>
Orgánica	488,42
Vidrio	31,81
Plástico	258,54
Papel	189,83
Cartón	29,15
Aluminio	26,03
Otros	34,94
<b>Total</b>	<b>1 058,72</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Peso de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios, para 5 días**



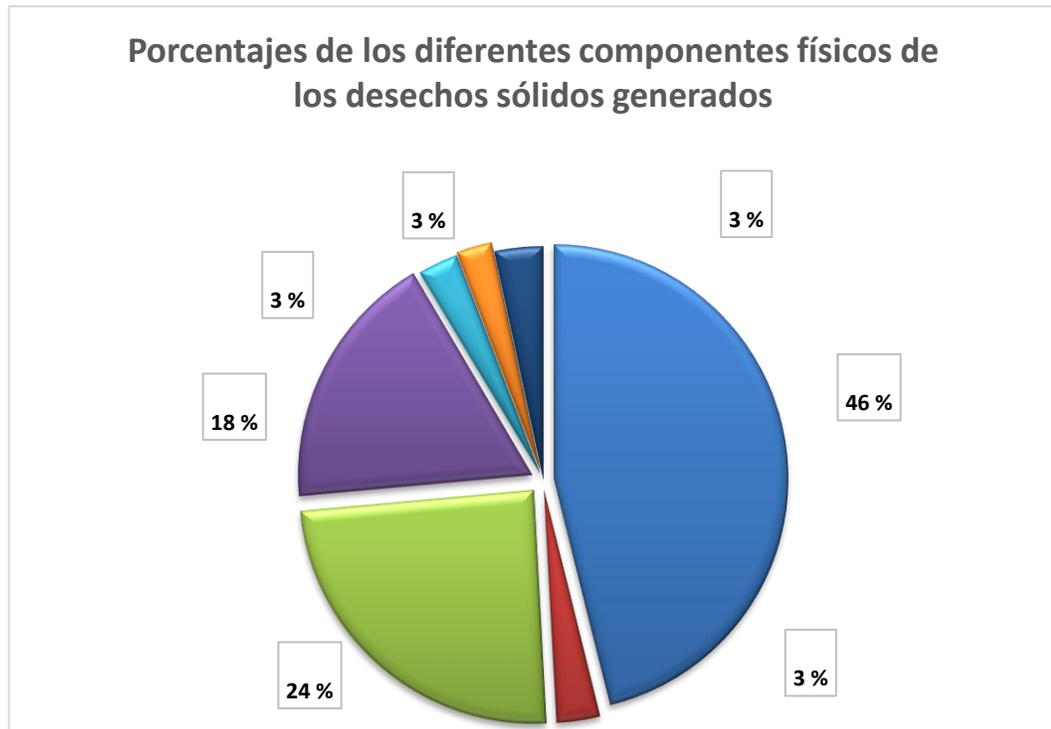
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Peso de los componentes físicos en porcentaje de los desechos sólidos domiciliarios, para 5 días**

Componentes físicos	Peso en kilogramos (kg)
Orgánica	46 %
Vidrio	3 %
Plástico	24 %
Papel	18 %
Cartón	3 %
Aluminio	3 %
Otros	3 %
Total	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Porcentaje de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios, para 5 días**



Fuente: elaboración propia.

En las tablas IX, X y figuras 21, 22, de los resultados anteriores se observa que existe una cantidad elevada de la población que produce desechos sólidos orgánicos con un 46 %, ya que se ve que en mayor parte generan residuos de comida, verduras, frutas, pero también hojas y ramas de árboles y otros residuos de plantaciones; seguramente, se debe al tamaño de los terrenos, estos miden aproximadamente 200 m<sup>2</sup> de área, y en la mayoría de terrenos solo poseen 75 m<sup>2</sup> de construcción, lo demás es área de patio con jardín donde se producen los residuos antes mencionados.

El plástico es el segundo tipo de desecho sólido producido en mayor cantidad en un 24 % específicamente; cuando se refiere a este componente, cabe mencionar la generación de botellas de gaseosas en cifras elevadas juntamente con bolsas y empaques de este material. El papel es producido en un tercer plano con un 18 %, en este se incluye el papel higiénico y otros tipos de papel. El cartón tiene un 3 % de producción, al igual que el vidrio corresponde un 3 %, la mayoría botellas, el aluminio es generado en un 3 % por la población. Otros tipos de desechos sólidos que no se especifican se dan en un 3 %; en estos se pueden mencionar los metales, el poliestireno expandido conocido como el duroport, pañales desechables, trapos, etc.

Figura 23. **Componentes físicos de los desechos sólidos domiciliare**s



Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. **Resultados de pesaje**

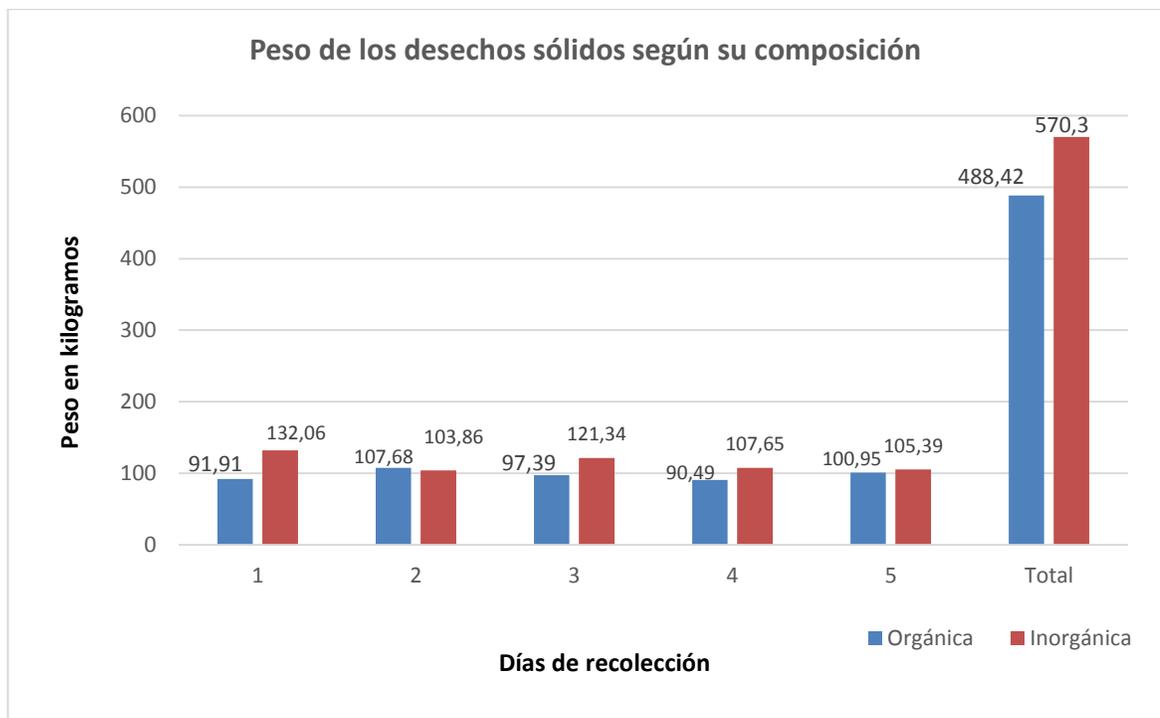
El resultado del peso obtenido de los cinco días de caracterización de los desechos sólidos recolectados, de los hogares muestrales, según la composición en orgánica e inorgánica, son los siguientes.

Tabla XI. **Peso de los desechos sólidos según su composición**

<b>Peso de los desechos sólidos en kilogramos (kg)</b>		
<b>Día</b>	<b>Orgánica</b>	<b>Inorgánica</b>
1	91,91	132,06
2	107,68	103,86
3	97,39	121,34
4	90,49	107,65
5	100,95	105,39
Total	488,42	570,30

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Peso de los desechos sólidos según su composición por día de recolección**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Porcentaje de peso de los desechos sólidos según su composición**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XI y las figuras 24 y 25 muestran los pesos obtenidos en los diferentes días que fueron recolectados los residuos sólidos; el mayor porcentaje de los desechos es la inorgánica con el 54 %, y un 46 % de los desechos orgánicos los cuales durante los días caracterizados varían en una medida comparativa, no muy desfasada ya que, por lo antes mencionado sobre las medidas de las viviendas y su vegetación, del por qué, se da una igual producción de materia orgánica con la inorgánica.

Figura 26. **Pesaje de los desechos sólidos domiciliarios**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.5. Resultados del volumen**

Para calcular el volumen de los desechos sólidos recolectados que se generan en el espacio muestral de 60 hogares, para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla, se utilizó un recipiente cilíndrico con un volumen de  $0,018051633 \text{ m}^3$  y un peso de 1,04 kg que denotaron los siguientes resultados.

Figura 27. Toma del volumen de los residuos sólidos



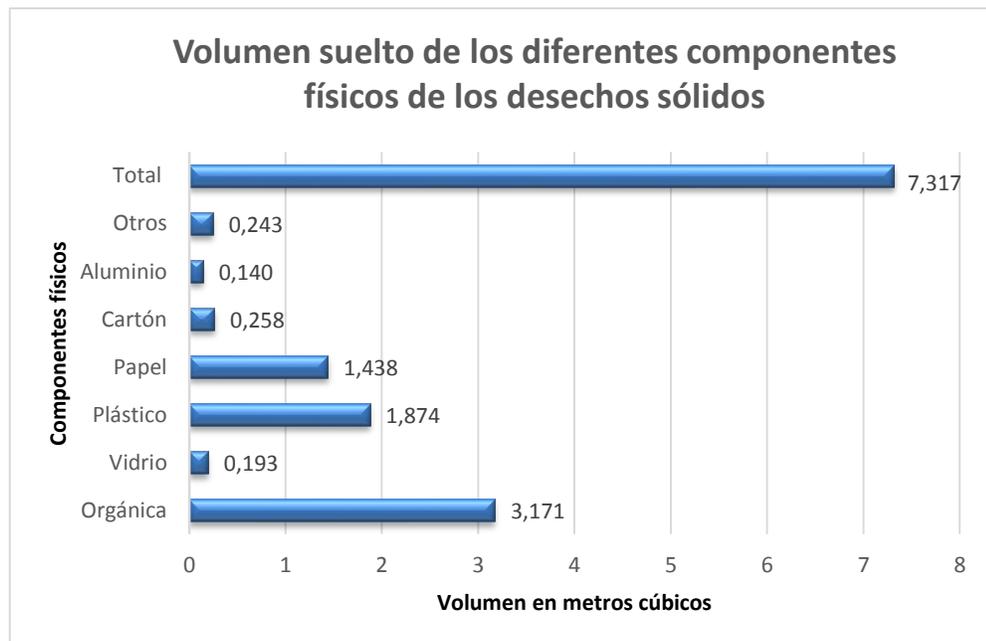
Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Volumen suelto de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días

Volumen suelto en metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	
Orgánica	3,171
Vidrio	0,193
Plástico	1,874
Papel	1,438
Cartón	0,258
Aluminio	0,140
Otros	0,243
Total	7,317

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Volumen suelto de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días**



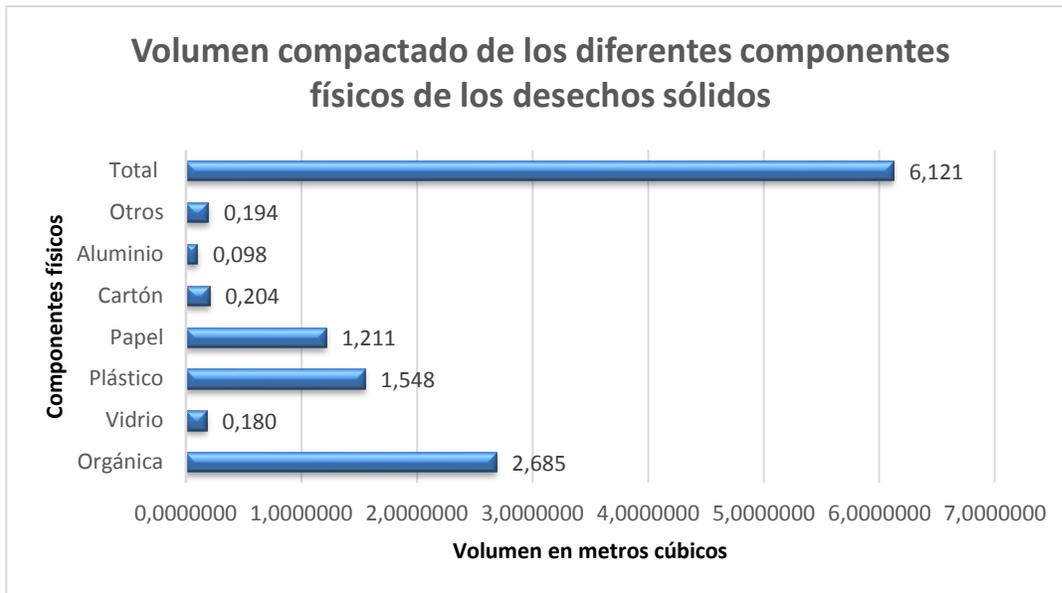
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Volumen compactado de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días**

Volumen suelto en metros cúbicos (m <sup>3</sup> )	
Orgánica	2,685
Vidrio	0,180
Plástico	1,548
Papel	1,211
Cartón	0,204
Aluminio	0,098
Otros	0,194
Total	6,121

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Volumen compactado de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días**



Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación del volumen suelto se procedió a colocar los desechos generados de cada vivienda, en el recipiente cilíndrico sin ejercer alguna presión que alterara los resultados; de manera que ocuparan la totalidad de los espacios que estaban vacíos, cuyo resultado es lo que se muestra en la figura 28, un volumen de 7,32 metros cúbicos.

EL volumen compactado se realizó manualmente, en el mismo recipiente ejerciendo presión sobre los desechos sólidos al permitir expulsar el aire contenido en los espacios vacíos hasta determinar una altura constante; el resultado fue como se muestra en la figura 29, un volumen de 6,12 metros cúbicos.

#### 4.6. Resultados de la densidad

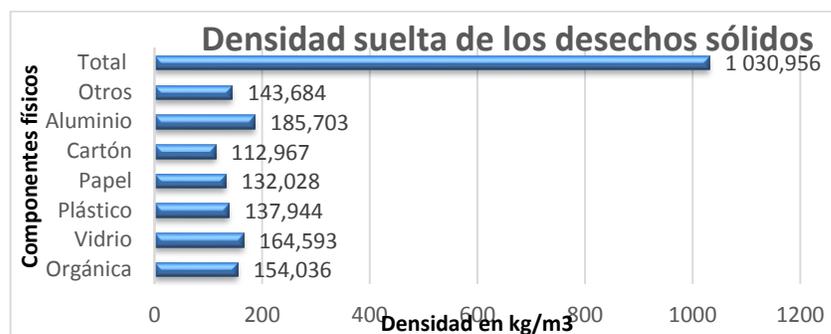
Con los datos correspondientes al peso de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos y el volumen del recipiente se denotaron los siguientes resultados.

Tabla XIV. **Densidad suelta de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días**

<b>Densidad suelta en kilogramos sobre metros cúbicos (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	
Orgánica	154,036
Vidrio	164,593
Plástico	137,944
Papel	132,028
Cartón	112,967
Aluminio	185,703
Otros	143,684
Total	1 030,956

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Densidad suelta de los desechos sólidos domiciliarios generados, para 5 días**



Fuente: elaboración propia.

La densidad suelta de los desechos orgánicos es de 154,04 kg/m<sup>3</sup> y la densidad de los inorgánicos es de 137,53 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla XV. **Densidad compactada de los componentes físicos de los desechos sólidos, para 5 días**

<b>Densidad suelta en kilogramos sobre metros cúbicos (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	
Orgánica	181,907
Vidrio	176,733
Plástico	166,966
Papel	156,708
Cartón	143,055
Aluminio	265,667
Otros	179,920
Total	1 270,957

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Densidad compactada de los desechos sólidos domiciliarios generados, para 5 días**



Fuente: elaboración propia.

La densidad compactada obtenida de los desechos orgánicos es de 181,91 kg/m<sup>3</sup> y la densidad de los inorgánicos es de 165,99 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.7. Resultados de humedad

Este proceso se realizó mediante la colocación de una cantidad de desechos sólidos orgánicos en el horno en recipientes adecuados y debidamente identificados a una temperatura aproximadamente de 105 °C; durante 24 horas estos se ubicaron en trozos pequeños para que pudieran ser debidamente acomodados dentro del horno y pesados.

Figura 32. Preparación de las muestras para la prueba de humedad



Fuente: elaboración propia.

La prueba de laboratorio sobre la humedad de los residuos sólidos orgánicos fue realizada en 10 muestras como se observa en la figura 32, 5 compactadas y 5 sin compactar; se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla XVI. **Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios sueltos**

<b>Cantidad de humedad en muestras sueltas en porcentaje (%H)</b>					
Muestras	1	2	3	4	5
% Humedad	86,040	80,378	82,689	83,745	88,26
Promedio	84,22				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios compactados**

<b>Cantidad de humedad en muestras compactadas en porcentaje (%H)</b>					
Muestras	1	2	3	4	5
% Humedad	84,634	84,376	84,887	85,149	79,70
Promedio	83,75				

Fuente: elaboración propia.

El promedio de la humedad de las cinco muestras de los desechos sólidos sueltos fue en promedio de 84,22 % y el de las cinco muestras compactadas fue un promedio de 83,75 %.

La figura 33 muestra los recipientes en los que contiene los desechos húmedos y 24 horas después de estar en el horno.

Figura 33. **Muestras del antes y después de 24 horas en el horno**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Pesaje de las muestras después de 24 horas en el horno**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. Resultados de la producción *per cápita* de los desechos sólidos domiciliarios

El resultado de la producción *per cápita* generada en la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla es el siguiente:

Tabla XVIII. Producción *per cápita* por día de recolección en cada vivienda

Producción <i>per cápita</i> por cada día de recolección						
No. De casa	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Prom. por vivienda
1	0,69667	0,53	0,56	0,671667	0,8717	0,666
2	0,525	0,3833	0,573333	0,601667	0,8233	0,58133
3	0,63167	0,4083	0,603333	0,283333	0,6	0,50533
4	0,75429	0,6429	0,697143	0,587143	0,7171	0,67971
5	0,71833	0,5183	0,485	0,646667	0,6333	0,60033
6	0,62333	0,5467	1,006667	0,796667	0	0,59467
7	0,70375	0,75	0,575	0,32625	0,3675	0,5445
8	0,902	0,906	0,868	0,91	0,714	0,86
9	0,21714	0,3471	0,184286	0,067143	0,1414	0,19143
10	0,46	1,0433	0,49	0,11	0,7667	0,574
11	0,65714	0,6886	0,38	0,635714	0,6786	0,608
12	0,58333	0,5617	0,355	0,806667	0,505	0,56233
13	0,75571	0,4243	0,758571	0,561429	0,4614	0,59229
14	0,81857	0,7557	0,701429	0,574286	0,5186	0,67371
15	0,375	0,5083	0,38	0,563333	0,7917	0,52367
16	1,02143	0,5629	0,697143	0,541429	0,7129	0,70714
17	0,68667	0,7	1,216667	0,46	0,5633	0,72533
18	0,96667	0,6	0,878333	0,923333	0,6767	0,809
19	0,7725	0	0,7725	0,7125	0,585	0,5685
20	0,6225	0,8225	0,86	0,5775	0	0,5765
21	0,65286	0,5057	0,788571	0,598571	0,5	0,60914
22	0,9775	0,9475	0,52	0,9175	0,6775	0,808
23	1,04833	0,345	0,55	0,773333	0,495	0,64233
24	0,59333	0,4567	0,773333	0,686667	0,4267	0,58733

Continuación de la tabla XVIII.

25	0,67778	0,3711	0,942222	0,503333	0,7756	0,654
26	0,48167	0,365	0,315	0,481667	0,2967	0,388
27	0,77333	0,5583	0,31	0,783333	0,8617	0,65733
28	0,40714	0,7571	0,67	0,465714	0,5243	0,56486
29	0,878	0,862	0	0,972	0,684	0,6792
30	0,65714	0,8814	0,571429	0,572857	0,1986	0,57629
31	0,78167	0,9083	0,168333	0,665	0,6883	0,64233
32	0,76333	0,3617	0,833333	0,573333	0,6667	0,63967
33	1,04	0,6117	0,503333	0,393333	0,7833	0,66633
34	0,45375	0,6313	0,69375	0,4425	0,815	0,60725
35	0,735	0,515	0,7	0,5825	0,975	0,7015
36	0,21333	0,2833	0,86	0,92	0,715	0,59833
37	0,70333	0,7567	0,723333	0,206667	0,4667	0,57133
38	0,73833	0,6867	0,64	0,363333	0,76	0,63767
39	0,7225	0,92	0,66	0,585	0,4025	0,658
40	0,184	0,7	0,978	0,498	0,488	0,5696
41	0	0,865	0,9475	0,1325	0,7825	0,5455
42	0,73889	0,8578	0,687778	0,707778	0,7544	0,74933
43	0,62375	0,5788	0,8525	0,73625	0,9775	0,75375
44	0,56667	0,4217	0,723333	0,155	0,25	0,42333
45	0,59	0,3017	0	0,79	0,6383	0,464
46	0,785	0,8563	0,77875	0,73625	0,6	0,75125
47	0,23667	0,2433	0,473333	0,55	0,4567	0,392
48	0,66	0,8471	0,86	0,667143	0,39	0,68486
49	0,674	0,814	0,438	0,468	0,66	0,6108
50	0,75667	0,7	0,781667	0,513333	0,4833	0,647
51	0,62	0	0,632	0	0,596	0,3696
52	0,495	0,5433	0,58	0,675	0,5833	0,57533
53	0,91714	0,81	0,75	0,702857	0,6543	0,76686
54	0,195	0,87	0,75	0,4525	0,5313	0,55975
55	0,74167	0,9417	0,626667	0,656667	0,6483	0,723

Continuación de la tabla XVIII.

56	0.5375	0	0.5525	0.4575	0.5425	0.418
57	0.76833	0.6317	0.746667	0.585	0.6533	0.677
58	0.48	0.86	0.4725	0.5875	0.5225	0.5845
59	0.46667	0.6917	0.751667	0.653333	0.6333	0.63933
60	0.86	0.63	0.51	0.706667	0.57	0.65533
Total	0.64681	0.6141	0.638629	0.568812	0.5879	0.61125

Fuente: elaboración propia.

El promedio de la producción *per cápita* de los 5 días de caracterización fue de 0,614 kg/hab/día.

## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Con los resultados obtenidos en el capítulo anterior se pueden analizar los siguientes aspectos.

### **5.1. Análisis de la disposición final actual de los desechos sólidos domiciliarios en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya**

La disposición final en la actualidad de los desechos sólidos domiciliarios en el casco urbano del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla, por medio de la investigación de campo según la información proporcionada por la Oficina de Desechos Sólidos de la Dirección General de Servicios Públicos (D.G.S.P), se dirigen al vertedero que encuentra ubicado en el kilómetro 22, de la carretera que conduce al Pacífico CA-9, de Bárcenas, municipio de Villa Nueva.

Este vertedero es tratado por la entidad conocida como la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA); promotora de lugares con las características adecuadas para un relleno sanitario.

Esta entidad trabaja de manera recíproca con las comunidades que hacen uso de sus servicios, brindándoles charlas y documentos para que tengan una mejor educación sobre la importancia del manejo de los desechos sólidos y sobre el impacto que causa al medio ambiente, como a los seres que habitan en su alrededor.

## 5.2. Análisis de la producción *per cápita*

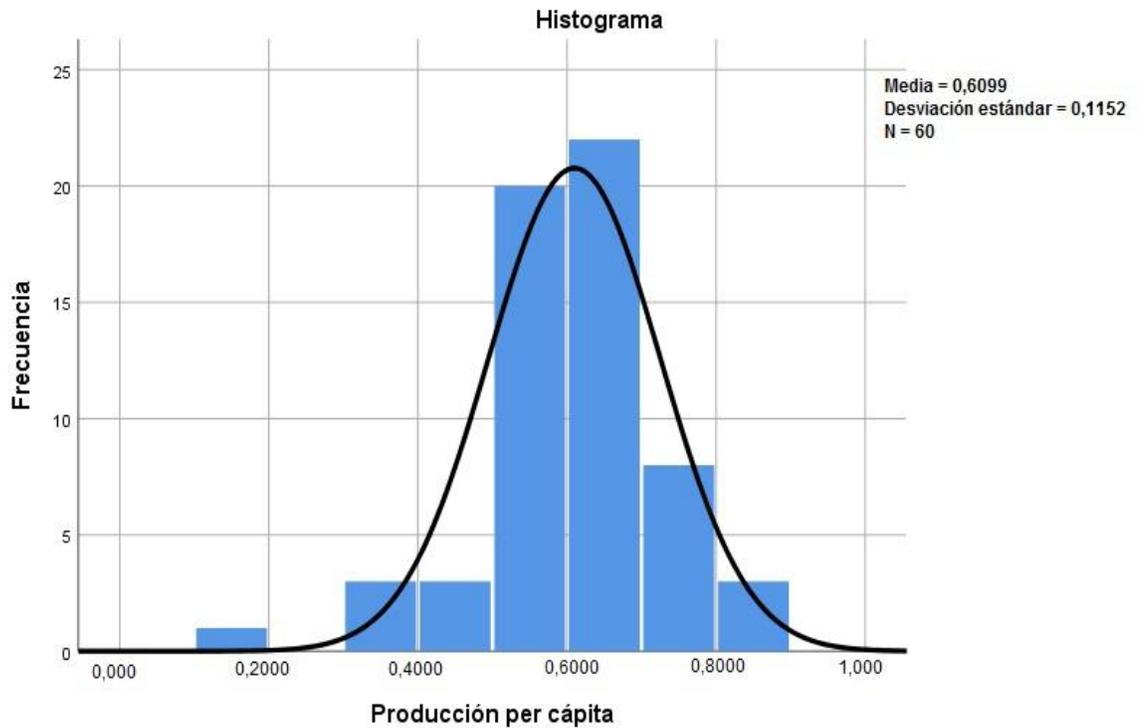
A continuación, se presenta un resumen del análisis estadístico descriptivo, y su representación gráficamente por un histograma.

Tabla XIX. **Resumen de estadísticos descriptivos de la producción *per cápita***

<b>Estadísticos</b>		
<i>Producción per cápita</i>		
N	Válido	60
	Perdidos	0
Media		0,609880
Error estándar de la media		0,0148755
Mediana		0,608571
Moda		0,6423
Desviación. Desviación		0,1152252
Varianza		0,013
Asimetría		-0,884
Error estándar de asimetría		0,309
Curtosis		2,316
Error estándar de curtosis		0,608
Rango		0,6686
Mínimo		0,1914
Máximo		0,8600
Suma		36,5928
Percentiles	25	0,568775
	50	0,608571
	75	0,676179

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

Figura 35. Histograma y curva normal de la producción *per cápita*



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

Como se observa, estadísticamente, la media de producción diaria por persona es aceptable por que se encuentra en 0,6099 kg/hab/día con una desviación estándar de 0,1152; en la tabla de resumen se muestra que existe una moda de 0,6423 kg/hab/día con una mediana de 0,6085 kg/hab/día; por lo que se determina que los resultados obtenidos de la producción *per cápita* de la muestra de 60 hogares es válido con un grado de confiabilidad bastante alto; por lo tanto, se muestra en la tabla XIX y la gráfica 35.

### 5.3. Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios sueltos

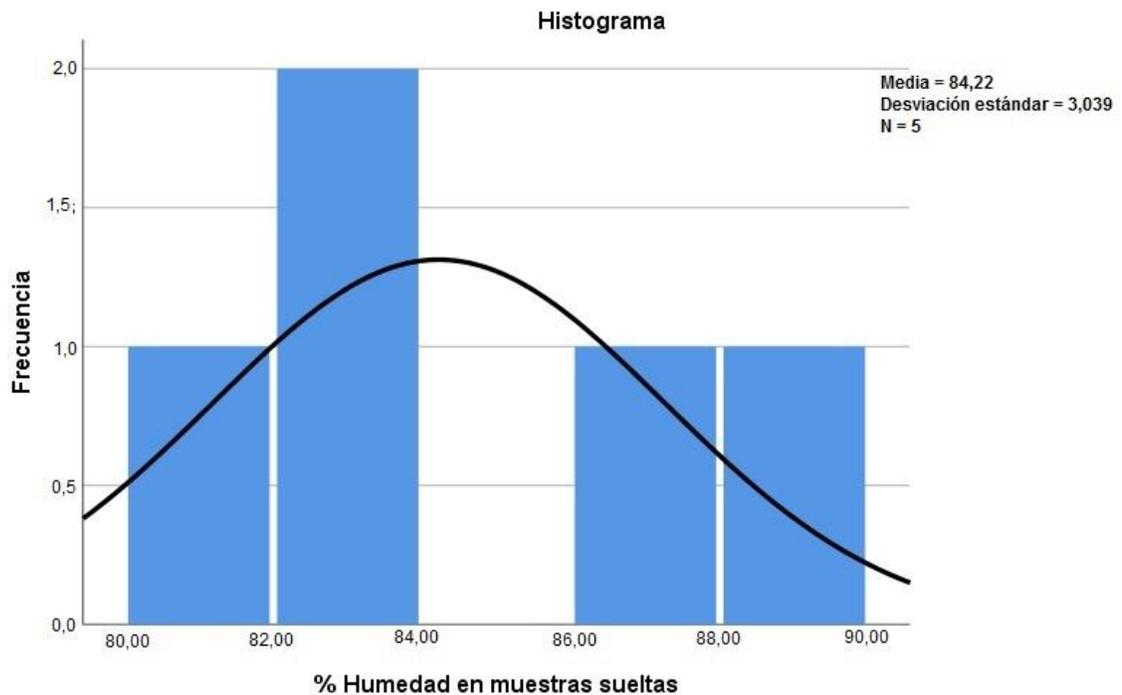
A continuación, se presenta un resumen del análisis estadístico descriptivo, y su representación gráfica por un histograma sobre los desechos orgánicos sueltos.

Tabla XX. Resumen de estadísticos descriptivos del porcentaje de humedad en muestras sueltas

Estadísticos		
% Humedad en muestras sueltas		
N	Válido	5
	Perdidos	55
Media		84,2240
Error estándar de la media		1,35907
Mediana		83,7500
Moda		80,38 <sup>a</sup>
Desviación. Desviación		3,03897
Varianza		9,235
Asimetría		0,167
Error estándar de asimetría		0,913
Curtosis		-0,670
Error estándar de curtosis		2,000
Rango		7,88
Mínimo		80,38
Máximo		88,26
Suma		421,12
Percentiles	25	81,5350
	50	83,7500
	75	87,1500
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.		

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

Figura 36. **Histograma y curva normal del porcentaje de humedad en muestras sueltas**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

Se observa que la desviación estándar para las muestras sueltas es un poco elevada entre las cinco muestras, pero no tienden a tener un desfase, porque la media se mantiene con un dato del 84,2240 % de humedad; por lo que se determina que es un dato válido de las 5 muestras evaluadas con material suelto.

#### 5.4. Contenido de humedad de los desechos sólidos orgánicos domiciliarios compactados

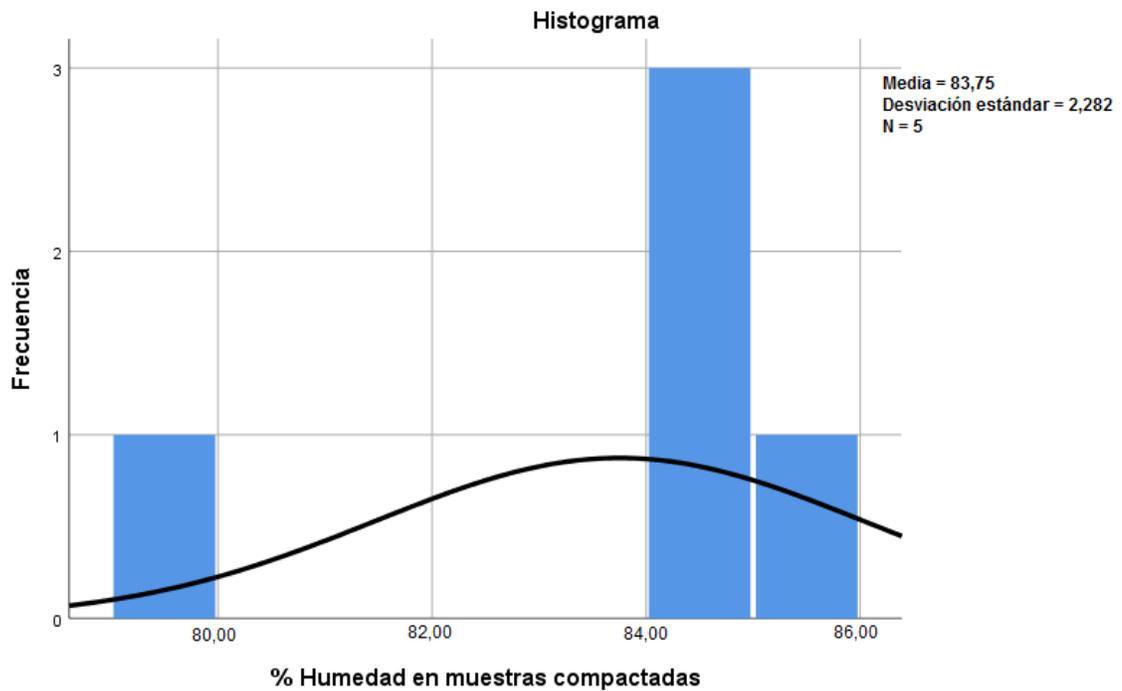
A continuación, se presenta un resumen del análisis estadístico descriptivo, y su representación gráfica por un histograma sobre los desechos orgánicos compactados.

Tabla XXI. **Resumen de estadísticos descriptivos del porcentaje de humedad en muestras compactadas**

<b>Estadísticos</b>		
% humedad en muestras compactadas		
N	Válido	5
	Perdidos	55
Media		83,7500
Error estándar de la media		1,02062
Mediana		84,6300
Moda		79,70 <sup>a</sup>
Desviación. Desviación		2,28218
Varianza		5,208
Asimetría		-2,148
Error estándar de asimetría		0,913
Curtosis		4,687
Error estándar de curtosis		2,000
Rango		5,45
Mínimo		79,70
Máximo		85,15
Suma		418,75
Percentiles	25	82,0400
	50	84,6300
	75	85,0200
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.		

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

Figura 37. **Histograma y curva normal del porcentaje de humedad en muestras compactadas**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa SPSS.

En los datos estadísticos obtenidos de las muestras compactadas se observa que los datos que más se repiten se determinan por la moda, datos menores al 80 %, pero la media se mantiene en 83,75 % de humedad, con una desviación estándar de 2,282 en las 5 muestras analizadas con desechos orgánicos compactados.

Es un dato aceptable y válido con el del porcentaje de humedad de los desechos orgánicos sueltos no hay una variabilidad de humedad; es decir, los desechos compactados o sueltos mantienen su humedad.

## **5.5. Parámetros para determinar un relleno sanitario en el municipio de San Vicente, Pacaya por medio algunos aspectos tomados de la Norma 083-SEMARNAT-2003**

Se tiene el conocimiento que en Guatemala, no hay una normativa que determine los parámetros para la construcción de un vertedero o relleno sanitario municipal.

Por ello, que en este trabajo de investigación se propone tomar aspectos importantes que expone la *Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*; hace referencia que para la construcción de un relleno sanitario en un lugar determinado se deben tener los siguientes aspectos que se enumera a continuación, aplicables para Guatemala.

Esta norma parte de la cantidad que produce una comunidad por día, toma de base una generación diaria.

Para efectos de la norma, los lugares de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que ingresan por día dando parámetros en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Categorías de los lugares de disposición final de los desechos sólidos**

<b>Tipo</b>	<b>Tonelaje recibido ton/día</b>
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 y menor a 50
D	Menor a 10

Fuente: Normativa Mexicana Oficial. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, NOM-083-SEMARNAT-2003. p. 5.

### **5.5.1. Parámetros para la ubicación del lugar**

Se debe determinar la distancia por medio de un estudio de riesgo aviario, cuando se pretenda ubicar un lugar de disposición final a una distancia menor a los 1 300 metros aproximadamente de centros de pistas de unos aeródromos de servicio al público o aeropuertos.

No se deben ubicar lugares dentro de áreas naturales protegidas, a menos que sea un lugar que esté destinado y autorizado para este plan de disposición final.

En comunidades que sean mayores a 2 500 habitantes, el límite del lugar de disposición final debe estar a una distancia de 500 metros como mínimo, a partir del límite de la línea urbana que establezca el plano catastral del municipio.

No se deben ubicar lugares dentro de áreas naturales protegidas, a menos que sea un lugar que esté destinado y autorizado para este plan de disposición final. Tener en cuenta que se debe respetar el derecho de vía de obras públicas municipales.

El lugar que sea seleccionado para una disposición final debe estar ubicado fuera de zonas de inundaciones con periodos de retorno de 100 años. En caso contrario de no establecerse lo anterior, se debe verificar que no exista ningún obstáculo del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el lugar de disposición final. La distancia de ubicación de un lugar para disposición final de desechos sólidos, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo como; ríos, lagos y lagunas, deben estar por lo mínimo a 500 metros.

Otro factor importante de la ubicación entre el límite del lugar para la disposición final u cualquier pozo de extracción de agua para uso domiciliar, comercial, industrial, riego y ganadero, que estén en función o que estén en abandono; será de un mínimo de 100 metros más de la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento.

Cuando esto no se pueda medir, la distancia al pozo se establece que no será menos de 500 metros, para que no se dé ninguna dificultad.

### **5.5.2. Aspectos geológicos del lugar**

Sobre los aspectos geológicos del lugar es necesario contar con una descripción estratigráfica regional, tanto como su geometría y distribución; también, la identificación de discontinuidades, como fallas y fracturas.

Tomar en cuenta que se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a estudio de las condiciones del lugar; esta información puede ser de cortes litológicos pozos perforados en la zona y cualquier otro tipo de informes realizados por alguna institución particular u oficial del área en estudio.

### **5.5.3. Aspectos hidrológicos que debe cumplir el lugar**

Se debe realizar un estudio con el objetivo de evidenciar las aguas subterráneas existentes cernas al lugar como: manantiales, pozos y norias, esto para conocer el gradiente hidráulico. También, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.

Se deben identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero y una relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que determinen el sistema de acuífero. Asimismo, se debe determinar la dirección del flujo subterráneo regional.

### **5.5.4. Otros estudios que se deben realizar**

Para la construcción y operación del proyecto de un lugar de disposición final se deben de contar con estudios y análisis previos, de acuerdo al tipo del lugar donde se realizará la disposición final como se presentan a continuación:

#### **5.5.4.1. Estudio topográfico**

Este estudio se debe realizar por los métodos planímetros y altimétricos a detalles del lugar planteado para la realización de la disposición final.

#### **5.5.4.2. Estudio geotécnico**

Este estudio se procederá para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del lugar de disposición final a edificarse, con una sucesión de pruebas que lleva, como; explotación y muestreo sobre el sitio, estudios de laboratorio, evaluación geológica, evaluación hidrológica entre otras.

#### **5.6. Propuesta de un relleno sanitario dentro del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla**

Como bien se mencionaba anteriormente en la sección 1.3.6 de este documento, a las afueras del casco urbano existe un vertedero, llamado la rampa porque en realidad es una rampa, donde los camiones pasan recolectando los desechos sólidos que las personas que aún no toman el servicio de recolección municipal depositan los desechos a ese sitio; este es un lugar autorizado por la municipalidad, aproximadamente de 50 metros cuadrados, a una distancia aproximada de 1 kilómetro de los alrededores del casco urbano.

En Guatemala, los terrenos que se utilizan para la disposición final de los desechos sólidos, la mayoría, no cumplen con las condiciones requeridas al 100 % para la construcción de un relleno sanitario.

Sin embargo, se debe seleccionar el lugar que ofrezca las mejores condiciones y características, siempre y cuando se analicen los recursos económicos y técnicos que puedan encontrarse en los gobiernos municipales.

Ya que los autores directos de estos proyectos son las municipalidades, pero para la toma de estas decisiones es indispensable contar con los consejos municipales de desarrollo, con los concejos comunitarios de desarrollo, contando con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, las autoridades gubernamentales encargadas de su seguimiento para su realización de la mejora manera en beneficio de los pobladores.

En la figura 35, se presenta el vertedero autorizado por la municipalidad antes mencionado; se observa que no es muy grande, porque es utilizado solo por los pobladores que no utilizan el servicio de recolección.

**Figura 38. Vertedero actual autorizado**



Fuente: elaboración propia.

Como se describe anteriormente sobre la importancia de la tenencia encuentra del lugar donde se quiera establecer un relleno sanitario de disposición final; Jaramillo describe aspectos similares para su localización o ubicación de la siguiente manera:

Se recomienda que el relleno sanitario esté ubicado en la dirección o el sentido de crecimiento de la urbanización; sin embargo, para evitar conflictos con los vecinos, lo mejor es que este sitio comience a poblarse cuando concluya la vida útil de la obra; de esta manera, la comunidad podrá beneficiarse con un parque o una zona verde.

Debe tenerse cuidado al seleccionar sitios en terrenos que puedan estar en zonas arqueológicas o áreas de protección especial, lo que implica elevar consultas al Instituto Nacional de Cultura o a la autoridad competente para obtener los respectivos permisos. No se deberá construir rellenos en lotes que estén debajo de líneas de alta tensión.

Desde el punto de vista del servicio de aseo urbano, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al centro urbano (plaza principal) y el tiempo que tarda el vehículo recolector en llegar a su destino final, porque de ello depende el número de viajes diarios con cargas de basuras que este pueda hacer. Esto repercute en la cobertura del servicio de recolección y el costo del transporte de los desechos. Por lo tanto, el sitio no debe estar a más de 30 minutos de ida y regreso del centro del poblado<sup>51</sup>.

Esto con el fin de que el relleno sanitario permita una supervisión más constante por las cercanías a la comunidad; asimismo, se podrá evaluar la calidad que brinda, tanto como su operación y mantenimiento, para que cumpla con sus funciones y la vida útil.

---

<sup>51</sup> JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. p. 64-65.

Para la propuesta de un relleno sanitario como disposición final para el municipio de San Vicente Pacaya Escuintla, el lugar de ubicación debe estar a una distancia no menor de 1 300 metros de cualquier vivienda que se encuentre en los planos del registro catastral del municipio del casco urbano y no menos de 500 metros como mínimo de las aldeas que poseen menos de 2 500 habitantes como lo establecen algunos aspectos de la Norma 083-2003.

Tener en cuenta que no debe ubicarse cerca de cuerpos de agua, y subterráneos, respetando la distancia de 500 metros respecto a cuerpos de agua superficiales y pozos.

El lugar debe tener la característica de un suelo seco, no expuesto a inundaciones, sin riesgo de ser soterrado por la escorrentía superficial de la precipitación. Debe analizarse la dirección del viento para evitar que los malos olores lleguen a la población; asimismo, el aire no sea un factor de obstrucción para su ejecución; debe contar con toda el área perimetral con una circulación con algún material que evite el ingreso de animales.

Ya que la mayoría del suelo en el municipio es arenosa por su ubicación geográfica cercana al volcán, el relleno sanitario debe contar con una base y sub-base que sea un impermeabilizante para que así sea protegido el suelo de contaminación de los lixiviados.



## CONCLUSIONES

1. La producción actual de los desechos sólidos en las viviendas por medio del estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla, refleja un 46 % de desechos orgánicos, un 3 % de vidrio, un 24 % de plástico, un 18 % de papel, un 3 % de cartón, un 3% de aluminio y un 3 % de otro tipo de desecho sólido.
2. El peso correspondiente de los desechos sólidos orgánicos es 488,42 kg, con un volumen suelto de 3,17 m<sup>3</sup> y volumen compactado de 2,68 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta de 154,04 kg/m<sup>3</sup> y compactada de 181,91 kg/m<sup>3</sup>.
3. El peso correspondiente de los desechos sólidos inorgánicos es 570,3 kg, con un volumen suelto de 4,15 m<sup>3</sup>, y compactado de 3,44 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta de 137,53 kg/m<sup>3</sup> y compactada de 165,99 kg/m<sup>3</sup>.
4. Los desechos sólidos totales (orgánicos e inorgánicos) pesan 1 058,72 kg, con un volumen suelto total de 7,32 m<sup>3</sup> y un volumen compactado total de 6,12 m<sup>3</sup>, con una densidad suelta total de 1 030,96 kg/m<sup>3</sup> y una densidad compactada total de 1 270,96 kg/m<sup>3</sup>.
5. El promedio de la humedad de cinco muestras analizadas de los desechos sólidos orgánicos, dió un resultado de 84,22 % para desechos sueltos y 83,75 % para desechos compactados.

6. La producción *per cápita* en la cabecera municipal de San Vicente Pacaya es de 0,614 kg/hab/día, al analizar los desechos sólidos de 60 hogares.

## RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad proporcione información a la población, acerca de temas ambientales para que tengan bases que sustenten de como tener un mejor control de los desechos generados desde cada vivienda.
2. Utilizar los desechos orgánicos de cada vivienda como abono por medio del compostaje casero ya que los terrenos lo permiten por tener un espacio amplio dentro de cada vivienda.
3. Que el gobierno municipal agilice la práctica del nuevo reglamento emitido por el Congreso de la República de Guatemala específicamente del municipio que fue publicado en noviembre del año 2017 en el *Diario de Centro América*, para que la población tome conciencia de los impactos que los desechos sólidos causan al no tener una disposición adecuada y las sanciones que pueden adquirir al no cumplir con lo que dicte el documento.
4. Que la municipalidad implemente depósitos dentro del casco urbano debidamente identificados por colores y gráficos donde se puedan recolectar los desechos sólidos según su composición física, de manera que facilite la clasificación para los pobladores.
5. Fomentar la reducción en la utilización de productos innecesarios en cada vivienda que producen el mayor volumen de los desechos sólidos domiciliarios, por medio de campañas ambientales por la municipalidad juntamente con el centro de salud.

6. Con esto datos obtenidos del estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, dependerá de las autoridades municipales de San Vicente Pacaya, Escuintla, realizar un mecanismo de disposición final según sea su presupuesto económico; tendrán a bien disponerlos de la mejor manera para un futuro, con la construcción de un sistema de disposición final.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso de la República de Guatemala. *Código de salud, decreto número 90-97*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1997. 50 p.
2. \_\_\_\_\_. *Código municipal, decreto número 12-2002*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2002. 48 p.
3. \_\_\_\_\_. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto número 68-86*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 1986. 13 p.
4. \_\_\_\_\_. *Normativa sobre la política marco Gestión Ambiental, Acuerdo Gubernativo no. 791-2003*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2003. 7 p.
5. \_\_\_\_\_. *Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, Acuerdo Gubernativo no. 63-2007*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2007. 3 p.
6. \_\_\_\_\_. *Política nacional para el manejo Integral de los residuos y desechos sólidos, Acuerdo Gubernativo no. 111-2005*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2005. 28 p.

7. \_\_\_\_\_. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios, Acuerdo Gubernativo no. 509-2001*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2001. 12 p.
8. ÁNGEL ENRÍQUEZ, Teresa Alejandra. *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio villas de la meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 59 p.
9. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 1985. 126 p.
10. BARRADAS REBOLLEDO, Alejandro. *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Minatitlán, 2009. 166 p.
11. BENAVENTE MEJÍA, Lourdes María. *Propuesta técnica para manejo de los desechos sólidos generados en el sector del mercado del municipio de San Juan Comalapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Ambiental. Universidad Rafael Landívar de Guatemala, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, 2012. 80 p.
12. COLOMER, Francisco; GALLARDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Valencia, España: 2007. 320 p.

13. DE LA CRUZ MARTÍN, Daniel. *Diseño de una propuesta de un relleno sanitario para la Disposición final de los desechos sólidos de tres parroquias del municipio Maracaibo del Estado Zulia*. Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería Maracaibo, Venezuela, 2011. 133 p.
14. Dirección Municipal de Planificación. *Diagnóstico general del municipio de San Vicente Pacaya*. Guatemala: Municipalidad de San Vicente Pacaya, Escuintla, 2010. 13 p.
15. Dirección Municipal de Planificación. *Plan de Desarrollo Municipal 2011-2025*. Guatemala: Municipalidad de San Vicente Pacaya, Escuintla, 2010. 85 p.
16. Dirección Parque Nacional. *Volcán de Pacaya y Laguna de Calderas*. [en línea]. <<http://www.volcanpacaya.info/281291925>>. [Consulta: 5 de junio de 2017].
17. DUARTE DIAZ, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y puesta para relleno sanitario*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 118 p.
18. 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. 69 p.

19. HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Roberto Alejandro. *Tratamiento y disposición final de los desechos sólidos para el pueblo de Santiago Sacatepéquez, municipio de Santiago Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 131 p.
20. JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, CEPIS/OPS*. Colombia: Universidad de Antioquía, 2002. 303 p.
21. LÓPEZ REYES, Byron René. *Costos y rentabilidad de unidades artesanales (Panadería)*. Trabajo de graduación de Contador Público y Auditor. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2014. 117 p.
22. LOPEZ TORRES, Lila Aida. *Manejo y tratamiento adecuado de desechos sólidos de Santa Rosa de Copán (estudio económico social y ambiental)*. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2008. 53 p.
23. MEJÍA DUARTE, Dennis Alexander. *Propuesta de un plan de recolección de desechos sólidos y aseo urbano en el municipio de Esquipulas, Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 137 p.
24. RAMOS VELÁSQUEZ, Henry Alexander. *Propuesta para el manejo de los desechos sólidos residenciales generados en el área urbana*

*del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 155 p.*

25. RAUDALES OSORTO, Rommel Josué; GRÁDIZ CÁCERES, Marvin Ovidio. *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pínula. Trabajo de graduación de Maestro en Ingeniería Sanitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 197 p.*
26. SAKURAI, Kunitoshi. *HDT 17: método sencillo del análisis de residuos sólidos. CEPIS/OPS. Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales, 2000. 14 p.*
27. SANCHEZ OLGUIN, Gabriela. *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo. Trabajo de Doctorado en Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, El Salvador, 2007. 177 p.*
28. SANDOVAL GOMEZ, Brenda Mariela. *Diagnóstico administrativo municipal. Trabajo de graduación de Administración de Empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2013. 109 p.*
29. TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hillary; VIGIL, Samuel. *Gestión integral de residuos sólidos. Volumen 1. España: McGraw hill, 1996. 320 p.*

30. URRUTIA MENDIZABAL, Gabriel. *Estudio sobre la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Escuintla*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 50 p.
31. VALLADARES, Luis. *GUATEMALA.COM*. [en línea]. <<https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/municipio-de-san-vicente-pacaya-escuintla/>>. [Consulta: 13 de junio de 2017].
32. ZAMORA ARENALES, Jennifer Waleska. *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Maestría en Ciencias en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 131 p.
33. ZETINA TRUJILLO, Pablo Josue. *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en el Barrio Villa Concepción Santa Elena de la Cruz, municipio de Flores, Petén*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 89 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Encuesta

Encuesta realizada para la obtención de información acerca de lo que opinan los vecinos de la caracterización, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.



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



### Encuesta. “Caracterización de desechos sólidos domiciliarios, San Vicente Pacaya, Escuintla.”

1. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?

Más de 5\_\_\_\_\_ 4\_\_\_\_\_ 3\_\_\_\_\_ 2\_\_\_\_\_ 1\_\_\_\_\_

2. ¿Con qué frecuencia utiliza el servicio de recolección de desechos sólidos?

Las dos veces a la semana\_\_\_\_\_ Sólo una vez a la semana\_\_\_\_\_

3. Anterior a ser usuario de este servicio municipal, ¿Cómo desechaba los residuos sólidos de su domicilio?

La incineraba\_\_\_\_\_ La enterraba\_\_\_\_\_ La llevaba a un botadero clandestino\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

4. ¿Cómo le parece el trabajo de recopilación de desechos sólidos municipales?

Excelente\_\_\_\_\_ Bueno\_\_\_\_\_ Regular\_\_\_\_\_ Malo\_\_\_\_\_

5. ¿Sabe usted, cuál es el destino final de los desechos sólidos domiciliarios de este municipio?

Continuación del apéndice 1.

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

6. ¿Está consciente de los efectos perjudiciales que provocan los desechos sólidos?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

7. ¿Estaría usted dispuesto a colaborar con la clasificación de los residuos sólidos en su hogar?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Datos del día 0 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Esbin Rubén Santos Paiz.

Día 0		Valores Totales Desechos Orgánicos				Valores Totales Desechos Inorgánicos				Vidrio		Plástico		Papel		Cartón		Aluminio		Otros		Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico	
No. De	No. Hab.	Peso (Kg)	Vol. (m3) Suelto	Vol. (m3) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (m3) Suelto	Vol. (m3) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)												
1	6	3.06	0.010088	0.007964	2.23	0.011681	0.0084951	0	0	1.21	14	1.02	8	0	0	0	0	0	0	0	19	15	22	16	
2	6	0.72	0.001593	0.001062	3.17	0.015397	0.0111499	0	0	2.09	16	1.08	13	0	0	0	0	0	0	0	3	2	29	21	
3	6	2.8	0.009557	0.007433	2.64	0.027078	0.0244235	0.55	12	0.54	13	1.04	20	0.51	6	0	0	0	0	0	18	14	51	46	
4	7	2.12	0.008495	0.006371	3.43	0.018052	0.0148665	0	0	1.59	21	1.4	11	0	0	0.44	2	0	0	0	16	12	34	28	
5	6	1.89	0.020176	0.014866	3.2	0.025485	0.0148665	0	0	0.85	13	2.19	22	0	0	0	0	0.16	13	38	28	48	28		
6	3	1.27	0.003717	0.002655	1.21	0.012212	0.010088	0	0	0.27	11	0.74	9	0.2	3	0	0	0	0	0	7	5	23	19	
7	8	0	0	0	4.39	0.022831	0.019645	0	0	1.9	28	2.49	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	37	
8	5	2.17	0.024424	0.021769	2.21	0.01699	0.0090261	0	0	0.95	15	1.23	13	0	0	0.03	4	0	0	0	46	41	32	17	
9	7	5.51	0.013805	0.010619	1.97	0.015928	0.0132736	0	0	0.98	14	0.99	16	0	0	0	0	0	0	0	26	20	30	25	
10	3	0.51	0.010088	0.007433	1.38	0.013805	0.0074332	0	0	0.73	19	0	0	0	0	0	0	0.65	7	19	14	26	14		
11	7	1.6	0.01115	0.009557	2.91	0.020176	0.0063714	0	0	1.17	12	0	0	1.6	17	0	0	0.14	9	21	18	38	12		
12	6	3.03	0.020707	0.01699	1.33	0.011681	0.0074332	0	0	0.84	13	0.49	9	0	0	0	0	0	0	0	39	32	22	14	
13	7	1.9	0.010619	0.007964	0.51	0.01115	0.0058404	0	0	0.23	14	0	0	0	0	0	0	0.28	7	20	15	21	11		
14	7	0.83	0.003186	0.002124	7.62	0.024954	0.019645	2.97	8	1	12	3.36	21	0	0	0.29	6	0	0	0	6	4	47	37	
15	6	2.08	0.009557	0.006902	1.43	0.006371	0.0053095	0	0	0.99	7	0.44	5	0	0	0	0	0	0	0	18	13	12	10	
16	7	3.11	0.014866	0.011681	0.24	0.007433	0.0031857	0	0	0.11	2	0.08	4	0.05	8	0	0	0	0	0	28	22	14	6	
17	3	1.19	0.008495	0.001062	2.73	0.019645	0.0111499	0	0	1.13	14	1.06	12	0.54	11	0	0	0	0	0	16	2	37	21	
18	6	3.85	0.024424	0.020176	3.39	0.02814	0.019645	1.98	21	1.01	19	0.04	6	0.26	5	0	0	0.1	2	46	38	53	37		
19	4	0.78	0.01699	0.014866	2.4	0.031326	0.0371662	0	0	0.44	14	1.23	23	0.39	12	0.15	4	0.19	6	32	28	59	70		
20	4	1.3	0.010619	0.009557	1.42	0.014866	0.0074332	0	0	0.66	9	0.5	8	0	0	0	0	0.26	11	20	18	28	14		
21	7	3.62	0.011681	0.010088	2.49	0.018583	0.0127427	0	0	1.24	19	1.05	10	0	0	0.2	6	0	0	0	22	19	35	24	
22	4	0.19	0.001062	0.001062	1.53	0.022831	0.0207069	0	0	0.64	15	0.89	28	0	0	0	0	0	0	0	2	2	43	39	
23	6	2.3	0.009026	0.007964	1.51	0.005309	0.0047785	0	0	0.88	7	0.63	3	0	0	0	0	0	0	0	17	15	10	9	
24	3	1.02	0.0223	0.020176	1.86	0.008495	0.0058404	0	0	0.89	9	0	0	0	0	0.97	7	0	0	0	42	38	16	11	
25	9	0	0	0	5.83	0.024424	0.0207069	0.26	6	3.22	21	2.15	16	0	0	0	0	0.2	3	0	0	46	39		
26	6	2.15	0.013805	0.007433	0.23	0.001593	0.0015928	0	0	0.2	2	0.03	1	0	0	0	0	0	0	0	26	14	3	3	
27	6	2.32	0.014866	0.006902	0.72	0.012212	0.0106189	0	0	0.59	13	0.13	10	0	0	0	0	0	0	0	28	13	23	20	
28	7	2.53	0.00584	0.004779	1.48	0.022831	0.0212378	0	0	0.43	9	1.01	29	0.04	5	0	0	0	0	0	11	9	43	40	
29	5	0.17	0.002124	0.002124	3.51	0.01115	0.0063714	0	0	0.83	10	1	6	1.62	3	0	0	0.06	2	4	4	21	12		
30	7	2.09	0.012212	0.010619	4.09	0.019645	0.0132736	1.13	12	1.86	14	0.04	3	1.01	6	0.05	2	0	0	0	23	20	37	25	
31	6	2.74	0.007964	0.006371	2.18	0.015397	0.0116808	0	0	0.89	13	1.23	12	0.06	4	0	0	0	0	0	15	12	29	22	
32	6	3.06	0.01115	0.009026	2.32	0.01699	0.0143355	0	0	1.58	14	0.74	18	0	0	0	0	0	0	0	21	17	32	27	
33	6	2.08	0.008495	0.007433	2.72	0.025485	0.0207069	0	0	2.04	29	0.68	19	0	0	0	0	0	0	0	16	14	48	39	
34	8	4.03	0.015928	0.014336	0.68	0.010619	0.0084951	0	0	0.45	13	0.23	7	0	0	0	0	0	0	0	30	27	20	16	
35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	6	2.02	0.028671	0.025485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	48	0	0	
37	3	1.09	0.012743	0.01115	1.34	0.004248	0.0021238	0	0	0.59	3	0.73	2	0.02	3	0	0	0	0	0	24	21	8	4	
38	6	2.96	0.010619	0.008495	0.34	0.003717	0.0037166	0	0	0.28	4	0.06	3	0	0	0	0	0	0	0	20	16	7	7	
39	4	1.05	0.009557	0.007964	0.13	0.001593	0.0010619	0	0	0.08	2	0	0	0.05	1	0	0	0	0	0	18	15	3	2	
40	5	2.05	0.019114	0.016459	1.15	0.018052	0.0159284	0	0	0.83	22	0.32	12	0	0	0	0	0	0	0	36	31	34	30	
41	4	1.21	0.002124	0.002124	0.55	0.005309	0.0047785	0	0	0.41	8	0.14	2	0	0	0	0	0	0	0	4	4	10	9	
42	9	4.72	0.038228	0.021238	2.64	0.009026	0.0084951	0	0	1.71	9	0.93	8	0	0	0	0	0	0	0	72	40	17	16	
43	8	2.27	0.035042	0.040352	4.65	0.033981	0.0313258	2.18	19	1.09	24	1.27	16	0	0	0.11	5	0	0	0	66	76	64	59	
44	6	2.11	0.01115	0.00584	0.87	0.001062	0.0010619	0	0	0.34	1	0.53	1	0	0	0	0	0	0	0	21	11	2	2	
45	6	2.08	0.012212	0.010619	3.02	0.027609	0.0238926	1.22	17	0.72	21	1.03	12	0	0	0	0	0.05	2	23	20	52	45		
46	8	4.2	0.040352	0.037166	3.12	0.024954	0.0217688	1.03	15	0.92	12	1.11	9	0.04	8	0.02	3	0	0	0	76	70	47	41	
47	3	0.52	0.001593	0.001593	0.21	0.012212	0.009557	0.16	13	0.05	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	23	18	
48	7	4.04	0.032919	0.028671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	54	0	0	
49	5	0	0	0	3.11	0.015397	0.0122118	0	0	1.14	12	1.97	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	23	
50	6	3.12	0.009557	0.007433	1.08	0.011681	0.010088	0	0	0.56	12	0.52	10	0	0	0	0	0	0	0	18	14	22	19	
51	5	1.9	0.013805	0.01115	3.75	0.031857	0.0276092	0	0	1.28	24	1.21	17	1.26	19	0	0	0	0	0	26	21	60	52	
52	6	3.24	0.009557	0.008495	0.65	0.015928	0.0143355	0	0	0.32	18	0.33	12	0	0	0	0	0	0	0	18	16	30	27	
53	7	2.12	0.006371	0.00584	2.19	0.008495	0.0047785	0	0	1.28	13	0	0	0	0	0.91	3	0	0	0	12	11	16	9	
54	8	2.55	0.0223	0.018583	5.33	0.041945	0.0217688	1.54	23	0.76	13	1.17	12	0.08	11	0.99	6	0.79	14	42	35	79	41		
55	6	3.97	0.020176	0.018052	1.1	0.004779	0.0015928	0	0	0.38	3	0	0	0	0	0	0	0.72	6	38	34	9	3		
56	4	2.11	0.015397	0.014336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	27	0	0	
57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
58	4	1.98	0.008495	0.006371	1.28	0.009026	0	0.25	3	0.7	11	0.33	3	0	0	0	0	0	0	0	16	12	17		
59	6	3.2	0.017521	0.014866	2.48	0.020176	0	0	0	0.83	15	0.2	2	0	0	1.45	21	0	0	0	33	28	38		
60	3	1.52	0.006902	0.00584	1.01</																				

### Apéndice 3. Datos del día 1 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Esbin Rubén Santos Paiz.

Día 1		Valores Totales Desechos Orgánicos				Valores Totales Desechos Inorgánicos				Vidrio		Plástico		Papel		Cartón		Aluminio		Otros		Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico			
No. De	No. Hab.	Peso (Kg)	Vol. (m3) Suelto	Vol. (m3) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (m3) Suelto	Vol. (m3) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)														
1	6	1.14	0.006371	0.00584	3.04	0.012212	0.0106189	0	0	1.95	12	1.09	11	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	23	20		
2	6	1.06	0.01115	0.010088	2.09	0.009557	0.0084951	0	0	1.07	6	1.02	12	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19	18	16		
3	6	1.05	0.005309	0.004779	2.74	0.019114	0.0153974	0	0	1	9	0.53	6	0.11	3	0	0	0	0	0	0	1.1	18	10	9	36	29
4	7	1.98	0.009557	0.009026	3.3	0.021769	0.019645	0	0	2.1	22	0.1	8	1.1	11	0	0	0	0	0	0	18	17	41	37		
5	6	3.27	0.020707	0.01699	1.04	0.011681	0.009557	0	0	1.03	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	5	39	32	22	18	
6	3	1.19	0.012212	0.010619	0.68	0.01115	0.0090261	0	0	0.09	8	0.53	6	0.06	7	0	0	0	0	0	0	23	20	21	17		
7	8	2.39	0.013274	0.015397	3.24	0.031857	0.0260164	0.31	2	0.75	21	0.93	23	0	0	0.63	8	0.62	6	25	29	60	49				
8	5	2.78	0.010619	0.009557	1.73	0.01115	0.010088	0	0	1.42	17	0.31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	20	18	21	19		
9	7	0.61	0.00584	0.005309	0.91	0.019114	0.0164593	0	0	0.31	16	0.2	5	0.1	3	0	0	0	0.3	12	11	10	36	31			
10	3	1.08	0.006902	0.00584	0.3	0.009026	0.0079642	0	0	0.05	2	0.1	7	0	0	0	0	0.15	8	13	11	17	15				
11	7	1.44	0.014336	0.01115	3.16	0.021769	0.019645	0.23	5	1.61	13	1.25	8	0.04	9	0.03	6	0	0	0	0	27	21	41	37		
12	6	1.17	0.009557	0.008495	2.33	0.018052	0.0153974	0.15	4	0.06	9	0.1	12	1.02	6	1	3	0	0	0	0	18	16	34	29		
13	7	0	0	0	5.29	0.040352	0.0371662	0	0	1.02	11	1.25	14	1.03	15	1.99	36	0	0	0	0	0	0	76	70		
14	7	5.73	0.038228	0.03345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	63	0	0		
15	6	0	0	0	2.25	0.012212	0.010088	0.87	6	1.15	5	0.1	4	0	0	0	0	0.13	8	0	0	0	23	19			
16	7	2.18	0.013805	0.010619	4.97	0.030795	0.0270782	0.72	8	0.91	18	2.01	28	0	0	1.33	4	0	0	0	26	20	58	51			
17	3	0.8	0.004779	0.003717	1.68	0.013805	0.0111499	0	0	1.01	16	0.11	4	0	0	0.56	6	0	0	0	9	7	26	21			
18	6	1.02	0.007433	0.006371	4.78	0.037166	0.0323877	1.35	12	2.32	31	1.11	27	0	0	0	0	0	0	0	14	12	70	61			
19	4	0.95	0.006371	0.005309	2.14	0.013805	0.0106189	0	0	0.62	6	1.02	12	0	0	0	0.5	8	12	10	26	20					
20	4	0.18	0.003186	0.002655	2.31	0.018052	0.0148665	0	0	0.75	9	1.06	19	0	0	0.5	6	0	0	0	6	5	34	28			
21	7	2.34	0.018052	0.015397	2.23	0.013805	0.0116808	1.13	8	1.1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	29	26	22			
22	4	1.07	0.006371	0.00584	2.84	0.012212	0.009557	0	0	1.52	12	0.51	6	0	0	0	0.81	5	12	11	23	18					
23	6	2.03	0.015397	0.010619	4.26	0.028671	0.0254854	0.08	4	1.23	17	1.02	16	0.93	10	0	0	1	7	29	20	54	48				
24	3	1.78	0.012743	0.010619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	20	0	0			
25	9	0.97	0.004779	0.004248	5.13	0.033981	0.0302639	0	0	2	23	1.13	18	1.83	16	0	0	0.17	7	9	8	64	57				
26	6	2.51	0.01699	0.014866	0.38	0.010088	0.0084951	0	0	0.25	10	0	0	0.13	9	0	0	0	0	0	32	28	19	16			
27	6	3.78	0.024954	0.021238	0.86	0.014866	0.0111499	0	0	0.21	9	0.31	8	0	0	0.23	7	0.11	4	47	40	28	21				
28	7	1.27	0.007964	0.006371	1.58	0.026016	0.0217688	0	0	0.43	13	1.12	26	0.02	4	0	0.01	6	15	12	49	41					
29	5	1.02	0.006371	0.00584	3.37	0.015928	0.0116808	2.01	13	0.22	9	0	0	0	0	0.53	3	0.61	5	12	11	30	22				
30	7	2.09	0.016459	0.014336	2.51	0.018583	0.0148665	0	0	0.79	12	1.32	19	0	0	0.4	4	0	0	0	31	27	35	28			
31	6	0.29	0.004248	0.003717	4.4	0.015397	0.0111499	0	0	3.27	16	1.13	13	0	0	0	0	0	0	0	8	7	29	21			
32	6	0.78	0.00584	0.005309	3.8	0.016459	0.0143355	1.1	3	1.2	11	1.5	17	0	0	0	0	0	0	0	11	10	31	27			
33	6	3.25	0.025485	0.021238	2.99	0.01115	0.010088	0	0	1.73	2	1.24	9	0.02	10	0	0	0	0	0	48	40	21	19			
34	8	2.52	0.018052	0.015397	1.11	0.003717	0.0037166	0	0	1.01	3	0.1	4	0	0	0	0	0	0	0	34	29	7	7			
35	4	1.91	0.012212	0.010088	1.03	0.004779	0.0042476	0	0	0.02	3	1.01	6	0	0	0	0	0	0	0	23	19	9	8			
36	6	1.06	0.010088	0.008495	0.22	0.012212	0.010088	0	0	0.03	9	0.19	14	0	0	0	0	0	0	0	19	16	23	19			
37	3	0.23	0.004779	0.004779	1.88	0.014336	0.0116808	0.84	10	0.11	5	0.61	9	0.32	3	0	0	0	0	0	9	9	27	22			
38	6	1.83	0.027078	0.022831	2.6	0.015928	0.0122118	0.25	8	1.1	13	1.15	6	0.1	3	0	0	0	0	0	51	43	30	23			
39	4	0.76	0.004779	0.003717	2.13	0.016459	0.0122118	0.1	3	1.21	16	0.82	12	0	0	0	0	0	0	0	9	7	31	23			
40	5	0.92	0.003717	0.003186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	0			
41	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
42	9	2.23	0.011681	0.009026	4.42	0.032919	0.0281401	0	0	1.21	26	1.1	26	0	0	0	0	2.11	10	22	17	62	53				
43	8	1.81	0.01115	0.009026	3.18	0.030264	0.0270782	0.82	11	0.51	9	1.01	20	0.52	11	0.32	6	0	0	0	21	17	57	51			
44	6	1.13	0.00584	0.004779	2.27	0.02814	0.0207069	0.54	8	0.25	22	0.48	19	0	0	1	4	0	0	0	11	9	53	39			
45	6	2.25	0.009557	0.008495	1.29	0.007964	0.0074332	1.01	4	0.13	5	0.12	3	0.02	1	0.01	2	0	0	0	18	16	15	14			
46	8	2.63	0.012212	0.009557	3.65	0.033981	0.029733	0	0	1.02	28	2.11	31	0	0	0	0.52	5	23	18	64	56					
47	3	0.51	0.001593	0.001593	0.2	0.009557	0.0084951	0	0	0.05	4	0.05	11	0	0	0	0.1	3	3	3	18	16					
48	7	1.04	0.006371	0.00584	3.58	0.022831	0.0185831	0	0	0.87	10	0.31	5	0	0	0	2.4	28	12	11	43	35					
49	5	0.82	0.021238	0.01699	2.55	0.01699	0.0122118	0	0	1.01	16	0.52	9	0	0	0	1.02	7	40	32	32	23					
50	6	1.19	0.007964	0.007433	3.35	0.014336	0.0111499	0	0	0	0	1.21	14	0.01	1	1.01	7	1.12	5	15	14	27	21				
51	5	0.52	0.006902	0.004779	2.58	0.018052	0.0148665	0	0	1.02	15	1.03	12	0.4	5	0	0.13	2	13	9	34	28					
52	6	2.97	0.015397	0.011681	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	22	0	0			
53	7	4.81	0.035042	0.031857	1.61	0.008495	0.0074332	0	0	0.3	5	0.01	4	0.1	3	0	0	1.2	4	66	60	16	14				
54	8	0.62	0.003186	0.002124	0.94	0.003717	0.0037166	0	0	0.41	2	0.03	2	0.2	2	0.3	1	0	0	0	6	4	7	7			
55	6	1.82	0.008495	0.007433	2.63	0.014866	0.0111499	1.01	10	1.12	12	0.5	6	0	0	0	0	0	0	16	14	28	21				
56	4	0.73	0.005309	0.004779	1.42	0.014866	0.0074332	0	0	0.66	9	0.5	8	0	0	0	0.26	11	10	9	28	14					
57	6	2.12	0.011681	0.010088	2.49	0.018583	0.0127427	0	0	1.24	19	1.05	10	0	0	0.2	6	0	0	22	19	35	24				
58	4	0.39	0.001593	0.001062	1.53	0.022831	0.0185831	0	0	0.64	15	0.89	28	0	0	0	0	0	0	3	2	43	35				
59	6	1.29	0.009026	0.007964	1.51	0.005309	0.0047785	0	0	0.88																	

## Apéndice 4. Datos del día 2 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Esbin Rubén Santos Paiz.

Día 2		Valores Totales Desechos Orgánicos				Valores Totales Desechos Inorgánicos				Vidrio		Plástico		Papel		Cartón		Aluminio		Otros		Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico		
No. De	No. Hab.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)													
1	6	1.2	0.007964	0.006902	1.98	0.011681	0.000988	0	0	1.49	13	0.49	9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	13	22	19	
2	6	0.89	0.004779	0.004779	1.41	0.009557	0.008495	0	0	1.04	10	0	0	0.37	8	0	0	0	0	0	0	9	9	18	16	
3	6	1.32	0.002655	0.002655	1.13	0.010619	0.009026	0	0	0.16	8	0.97	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	20	17	
4	7	0	0.008495	0.007433	4.5	0.035042	0.0302639	2.18	21	0.55	9	1.51	18	0.21	10	0	0	0.05	8	16	14	66	57			
5	6	3.11	0.015397	0.012743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	24	0	0	
6	3	0.68	0.004779	0.003717	0.96	0.007433	0.0058404	0	0	0.58	8	0.38	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	14	11	
7	8	3.1	0.017521	0.015397	2.9	0.022831	0.019645	2.14	12	0.39	27	0.37	4	0	0	0	0	0	0	0	0	33	29	43	37	
8	5	1.23	0.006371	0.00584	3.3	0.029202	0.0217688	0	0	0.75	16	0.58	12	0.63	8	1.27	15	0.07	4	12	11	55	41			
9	7	1.69	0.007964	0.00584	0.74	0.007433	0.0063714	0	0	0.54	8	0.2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15	11	14	12	
10	3	2.07	0.012212	0.010088	1.06	0.009026	0.0079642	0	0	0.53	9	0.53	8	0	0	0	0	0	0	0	0	23	19	17	15	
11	7	1.12	0.010088	0.007964	3.7	0.01699	0.0138046	0	0	1.84	18	1.86	14	0	0	0	0	0	0	0	0	19	15	32	26	
12	6	0.54	0.006371	0.00584	2.83	0.019114	0.0169903	0	0	1.97	20			0.86	16	0	0	0	0	0	0	12	11	36	32	
13	7	1.93	0.009557	0.006371	1.04	0.015397	0.0122118	0	0	0.93	16	0.11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	29	23	
14	7	2.61	0.015397	0.012743	2.68	0.01115	0.009557	0.59	3	1.13	11	0.96	7	0	0	0	0	0	0	0	0	29	24	21	18	
15	6	3.05	0.011681	0.009557	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18	0	0	
16	7	1.91	0.009026	0.008495	2.03	0.017521	0.0148665	0	0	1.98	18	0.05	15	0	0	0	0	0	0	0	0	17	16	33	28	
17	3	0.14	0.003186	0.003186	1.96	0.012212	0.009557	0	0	1.4	15	0.56	8	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	23	18	
18	6	0.39	0.006902	0.006371	3.21	0.019645	0.0169903	0	0	1.69	19	1.52	18	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	37	32	
19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	4	1.42	0.009557	0.009026	1.87	0.012212	0.010088	0	0	0.94	12	0.93	11	0	0	0	0	0	0	0	0	18	17	23	19	
21	7	3.25	0.016459	0.013805	0.29	0.010088	0.0090261	0	0	0.17	11	0.12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	31	26	19	17	
22	4	1.66	0.006902	0.006371	2.13	0.014866	0.0111499	0	0	1.21	15	0.92	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	28	21	
23	6	1.05	0.004779	0.004248	1.02	0.013805	0.0111499	0	0	0.92	14	0.1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	26	21	
24	3	0.21	0.002655	0.002124	1.16	0.01115	0.0079642	0.24	4	0.5	9	0.42	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	21	15	
25	9	2.4	0.013805	0.01115	0.94	0.01115	0.0084951	0	0	0.63	12	0.31	9	0	0	0	0	0	0	0	0	26	21	21	16	
26	6	1.98	0.006371	0.00584	0.21	0.010088	0.0090261	0	0	0.15	11	0.06	8	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	19	17	
27	6	2.23	0.014866	0.011681	1.12	0.015397	0.0116808	0	0	0.83	16	0.29	13	0	0	0	0	0	0	0	0	28	22	29	22	
28	7	2.64	0.009557	0.008495	2.66	0.020176	0.0164593	0.96	14	0.63	12	1.01	9	0	0	0	0.06	3	18	16	38	31				
29	5	1.59	0.021769	0.018052	2.72	0.014866	0.0122118	0	0	1.78	16	0.94	12	0	0	0	0	0	0	0	0	41	34	28	23	
30	7	2.73	0.015397	0.012212	3.44	0.024954	0.0217688	0	0	2.16	26	1.28	21	0	0	0	0	0	0	0	0	29	23	47	41	
31	6	3.88	0.018052	0.014336	1.57	0.012743	0.010088	0	0	1.08	13	0.49	11	0	0	0	0	0	0	0	0	34	27	24	19	
32	6	1.95	0.010088	0.009557	0.22	0.013805	0.0111499	0	0	0.18	14	0	0	0.04	12	0	0	0	0	0	0	19	18	26	21	
33	6	0.4	0.004779	0.004248	3.27	0.01115	0.0074332	0	0	1.09	9	2.18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	21	14	
34	8	1.74	0.012212	0.010088	3.31	0.019645	0.0169903	0	0	0.58	12	1.93	17	0	0	0	0	0.8	8	23	19	37	32			
35	4	1.9	0.011681	0.009557	0.16	0.004779	0.0047785	0	0	0.09	6	0.07	3	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18	9	9	
36	6	1.32	0.009557	0.008495	0.38	0.013805	0.0111499	0	0	0.26	16	0	0	0.12	10	0	0	0	0	0	0	18	16	26	21	
37	3	0.78	0.007433	0.006371	1.49	0.006902	0.0063714	0	0	0.98	7	0.51	6	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	13	12	
38	6	1.85	0.007964	0.006371	2.27	0.018052	0.0143355	0	0	1.69	22	0.58	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15	12	34	27	
39	4	0.98	0.00584	0.004779	2.7	0.01115	0.010088	0	0	1.93	12	0.77	9	0	0	0	0	0	0	0	0	11	9	21	19	
40	5	2.93	0.013274	0.01115	0.57	0.009026	0.0084951	0	0	0.29	7	0.24	6	0.04	4	0	0	0	0	0	0	25	21	17	16	
41	4	0.49	0.010619	0.009026	2.97	0.014866	0.0122118	0	0	1.19	9	0.95	8	0.83	11	0	0	0	0	0	0	20	17	28	23	
42	9	5.21	0.027078	0.021769	2.51	0.014866	0.0116808	0	0	1.39	16	1.12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	51	41	28	22	
43	8	2.01	0.015397	0.01115	2.62	0.012212	0.009557	0	0	1.49	8	1.13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	29	21	23	18	
44	6	1.13	0.01115	0.009557	1.4	0.007964	0.0074332	0	0	0.76	9	0.64	6	0	0	0	0	0	0	0	0	21	18	15	14	
45	6	0.98	0.009557	0.009026	0.83	0.00584	0.0053095	0	0	0.46	7	0.37	4	0	0	0	0	0	0	0	0	18	17	11	10	
46	8	3.46	0.019645	0.01699	3.39	0.025485	0.0217688	0	0	0.91	13	1.82	26	0	0	0	0.66	9	37	32	48	41				
47	3	0.53	0.012743	0.01115	0.2	0.011681	0.0090261	0	0	0.17	17	0.03	5	0	0	0	0	0	0	0	0	24	21	22	17	
48	7	4.61	0.027609	0.024954	1.32	0.006371	0.0063714	0	0	0.98	5	0.29	4	0	0	0	0.05	3	52	47	12	12				
49	5	1.42	0.024954	0.022831	2.65	0.018583	0.0153974	0.25	3	0.51	12	0.96	8	0	0	0.93	12	0	0	0	0	47	43	35	29	
50	6	1.99	0.012212	0.009557	2.21	0.013274	0.0111499	0	0	1.18	14	1.03	11	0	0	0	0	0	0	0	0	23	18	25	21	
51	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	6	1.54	0.006902	0.006371	1.72	0.008495	0.0074332	0	0	0.9	9	0.82	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	16	14	
53	7	4.7	0.019114	0.016459	0.97	0.004248	0.0037166	0	0	0.63	5	0.34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	36	31	8	7	
54	8	5.8	0.014866	0.011681	1.16	0.018052	0.0153974	0	0	0.22	16	0.94	18	0	0	0	0	0	0	0	0	28	22	34	29	
55	6	2.51	0.018052	0.016459	3.14	0.016459	0.0143355	0	0	1.95	19	1.19	12	0	0	0	0	0	0	0	0	34	31	31	27	
56	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	6	0.62	0.001593	0.001062	3.17	0.015397	0.0111499	0	0	2.09	16	1.08	13	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	29	21	
58	4	0.8	0.003186	0.003186	2.64	0.027078	0.0217688	0.55																		

## Apéndice 5. Datos del día 3 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Esbin Rubén Santos Paiz.

No. De	Dia 3 No. Hab.	Valores Totales Desechos Orgánicos		Valores Totales Desechos Inorgánicos		Vidrio		Plástico		Papel		Cartón		Aluminio		Otros		Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico			
		Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Vol. (h) S(h)	Vol. (h) C(h)	Vol. (h) S(h)	Vol. (h) C(h)		
1	6	1.34	0.009026	0.007433	2.02	0.016459	0.0143355	0	0	0.4	17	0.64	12	0	0	0.98	2	0	0	17	14	31	27
2	6	2.25	0.013274	0.01115	1.19	0.014336	0.0114899	0	0	0.76	16	0.43	11	0	0	0	0	0	0	25	21	27	21
3	6	0.83	0.006902	0.006371	2.79	0.017521	0.0132736	0	0	1.56	19	1.23	14	0	0	0	0	0	0	13	12	33	25
4	7	1.74	0.011681	0.010088	3.14	0.023362	0.019645	0	0	2.64	34	0	0	0	0	0.5	10	0	0	22	19	44	37
5	6	0.67	0.004779	0.004248	2.24	0.013274	0.0114899	0	0	1.46	14	0.78	11	0	0	0	0	0	0	9	8	25	21
6	3	1.11	0.009557	0.007433	1.91	0.014336	0.0114899	0	0	0.29	5	1.28	12	0.14	3	0	0	0.2	7	18	14	27	21
7	8	1.19	0.01115	0.009557	3.41	0.020707	0.0164593	0	0	1.08	12	1.98	16	0.35	11	0	0	0	0	21	18	39	31
8	5	2.03	0.013274	0.010619	2.31	0.018583	0.0153974	0	0	0.64	14	1.08	11	0	0	0	0	0.59	10	25	20	35	29
9	7	0.99	0.012743	0.01115	0.3	0.013805	0.0114899	0	0	0.18	11	0.06	6	0.06	9	0	0	0	0	24	21	26	21
10	3	1.23	0.009026	0.007433	0.24	0.01115	0.010088	0	0	0.17	12	0.07	9	0	0	0	0	0	0	17	14	21	19
11	7	0.7	0.010088	0.009026	1.96	0.014336	0.0122118	0	0	0.43	13	0.94	5	0	0	0	0	0.59	9	19	17	27	23
12	6	1.8	0.011681	0.010088	0.33	0.015397	0.0114899	0	0	0.16	8	0.04	9	0.13	12	0	0	0	0	22	19	29	21
13	7	3.45	0.015397	0.011681	1.86	0.016459	0.0148665	0	0	1.07	12	0.79	19	0	0	0	0	0	0	29	22	31	28
14	7	1.49	0.01115	0.009026	3.42	0.014866	0.0127427	0	0	1.9	16	1.52	12	0	0	0	0	0	0	21	17	28	24
15	6	2.28	0.018583	0.016459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	31	0	0
16	7	1.05	0.009557	0.007964	3.83	0.029202	0.0260164	1.22	22	0.89	17	1.72	16	0	0	0	0	0	0	18	15	55	49
17	3	2.37	0.013805	0.01115	1.28	0.006902	0.0063714	0	0	0.67	7	0.61	6	0	0	0	0	0	0	26	21	13	12
18	6	2.85	0.016459	0.014336	2.42	0.013274	0.0114899	0	0	1.4	5	0.4	7	0.33	9	0	0	0.29	4	31	27	25	21
19	4	2.04	0.0223	0.018052	1.05	0.009026	0.0074332	0	0	0.58	9	0.47	8	0	0	0	0	0	0	42	34	17	14
20	4	1.34	0.019645	0.016459	2.1	0.014866	0.0114899	0.09	6	0.43	10	1.58	12	0	0	0	0	0	0	37	31	28	21
21	7	1.45	0.013805	0.01115	4.07	0.01699	0.0127427	0	0	1.76	12	1.29	6	1.02	14	0	0	0	0	26	21	32	24
22	4	0	0	0	2.08	0.012212	0.009557	0	0	1.81	11	0.22	7	0	0	0.05	5	0	0	0	0	23	18
23	6	2.11	0.010088	0.009026	1.19	0.011681	0.0090261	0	0	0.9	13	0.29	9	0	0	0	0	0	0	19	17	22	17
24	3	0.29	0.01699	0.014866	2.03	0.01699	0.0143355	0	0	0.48	11	0.86	12	0	0	0	0	0.69	9	32	28	32	27
25	9	3.16	0.015397	0.011681	5.32	0.03345	0.0286711	2.5	30	1.93	17	0.15	7	0	0	0	0	0.74	9	29	22	63	54
26	6	1.47	0.01115	0.009026	0.42	0.01699	0.0127427	0	0	0.37	12	0.03	11	0.02	9	0	0	0	0	21	17	32	24
27	6	1.68	0.009026	0.006902	0.18	0.010619	0.009557	0	0	0.14	17	0.04	3	0	0	0	0	0	0	17	13	20	18
28	7	3.12	0.013805	0.01115	1.57	0.021769	0.0169903	0	0	0.81	25	0.76	16	0	0	0	0	0	0	26	21	41	32
29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	7	1.44	0.009026	0.008495	2.56	0.0223	0.019645	0	0	0.57	11	0.98	13	0.04	6	0	0	0.97	12	17	16	42	37
31	6	0.75	0.009557	0.007964	0.26	0.011681	0.0090261	0	0	0.18	16	0.08	6	0	0	0	0	0	0	18	15	22	17
32	6	1.64	0.007964	0.007433	3.36	0.026016	0.0222997	0	0	0.87	12	1.28	20	1.21	17	0	0	0	0	15	14	49	42
33	6	1.12	0.009557	0.009026	1.9	0.010619	0.010088	0	0	1.03	15	0.87	5	0	0	0	0	0	0	18	17	20	19
34	8	2.87	0.014866	0.01115	2.68	0.019114	0.0169903	0	0	1.89	22	0.79	14	0	0	0	0	0	0	28	21	36	32
35	4	1.21	0.006902	0.006371	1.59	0.018052	0.0143355	0	0	0.86	13	0.44	7	0	0	0	0	0.29	2	13	12	34	27
36	6	2.19	0.0223	0.019645	2.97	0.01115	0.010088	0	0	1.88	12	1.09	9	0	0	0	0	0	0	42	37	21	19
37	3	0.81	0.018583	0.016459	1.36	0.012212	0.0106189	0	0	0.48	11	0.88	12	0	0	0	0	0	0	35	31	23	20
38	6	1.2	0.006371	0.00584	2.64	0.021769	0.0169903	0	0	1.83	24	0.81	17	0	0	0	0	0	0	12	11	41	32
39	4	0.29	0.013805	0.01115	2.35	0.016459	0.0127427	0	0	1.2	17	1.02	8	0	0	0	0	0.13	6	26	21	31	24
40	5	2.13	0.012743	0.010088	2.76	0.020176	0.0164593	0.71	8	0.24	6	0.83	11	0	0	0.98	13	0	0	24	19	38	31
41	4	1.86	0.014866	0.012212	1.93	0.017521	0.0153974	0	0	0.28	9	0.98	8	0.19	6	0.24	6	0.24	4	28	23	33	29
42	9	3.04	0.014336	0.01115	3.15	0.021238	0.0180522	0.42	12	0.92	16	1.81	12	0	0	0	0	0	0	27	21	40	34
43	8	3.21	0.023362	0.021769	3.61	0.014336	0.0114899	0	0	1.57	12	1.06	13	0	0	0.98	2	0	0	44	41	27	21
44	6	1.83	0.011681	0.009557	2.51	0.013274	0.0138046	0	0	1.68	16	0.83	9	0	0	0	0	0	0	22	18	31	26
45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	8	3.78	0.020707	0.016459	2.45	0.015928	0.0127427	0	0	1.26	17	1.19	13	0	0	0	0	0	0	39	31	30	24
47	3	1.14	0.012212	0.009026	0.28	0.010088	0.0074332	0	0	0.19	13	0.09	6	0	0	0	0	0	0	23	17	19	14
48	7	3.89	0.015928	0.014336	2.13	0.015397	0.0127427	0	0	1.94	18	0.19	11	0	0	0	0	0	0	30	27	29	24
49	5	2.19	0.01115	0.009026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	17	0	0
50	6	3.22	0.015397	0.012743	1.47	0.019114	0.0164593	0	0	0.94	22	0.53	14	0	0	0	0	0	0	29	24	36	31
51	5	1.55	0.036104	0.032388	1.61	0.014336	0.0114899	0	0	0.67	16	0.94	11	0	0	0	0	0	0	68	61	27	21
52	6	1.27	0.006902	0.00584	2.21	0.018583	0.0164593	0	0	1.21	17	0.37	7	0	0	0	0	0.63	11	13	11	35	31
53	7	1.16	0.01115	0.009557	4.09	0.019645	0.0169903	0	0	1.54	13	1.46	18	1.09	6	0	0	0	0	21	18	37	32
54	8	2.63	0.018052	0.015397	3.37	0.013805	0.0106189	0	0	1.17	9	1.12	8	0	0	0	0	1.08	9	34	29	26	20
55	6	1.02	0.021769	0.019645	2.74	0.014866	0.0114899	0	0	1.48	14	1.06	12	0	0	0	0	0	0.2	41	37	28	21
56	4	0	0	0	2.21	0.01699	0.0143355	0	0	0.95	15	1.23	13	0	0	0.03	4	0	0	0	0	32	27
57	6	1.51	0.006371	0.005309	2.97	0.015928	0.0127336	0	0	1.98	14	0.99	16	0	0	0	0	0	0	12	10	30	25
58	4	0.51	0.003717	0.003186	1.38	0.013805	0.0074332	0	0	0.73	19	0	0	0	0	0	0	0.65	7	7	6	26	14
59	6	1.6	0.01115	0.009557	2.91	0.020176	0.0164593	0	0	1.17	12	0	0	1.6	17	0	0	0.14	9	21	18	38	31
60	3	0.3	0.001593	0.001062	1.23	0.011681	0.0090261	0	0	0.74	13	0.49	9	0	0	0	0	0	0	3	2	22	17
Total	345	97.39	0.728458	0.615366	121.34	0.91482	0.7544742	4.94	78	5													

## Apéndice 6. Datos del día 4 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Esbin Rubén Santos Paiz

Día 4	Valores Totales Desechos Orgánicos				Valores Totales Desechos Inorgánicos				Vidrio	Plástico	Papel	Cartón	Aluminio	Otros	Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico						
	No. De	No. Hab.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.							Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	Peso (Kg)	Vol. (h)	S(h)
1	6	1.84	0.006902	0.006371	2.19	0.019114	0.0164593	0	0	0.54	13	0.72	15	0	0	0.93	8	0	0	13	12	36	31
2	6	1.39	0.01115	0.009026	2.22	0.010619	0.0090261	0	0	1.35	12	0.87	8	0	0	0	0	0	0	21	17	20	17
3	6	0.8	0.00584	0.005309	0.9	0.01115	0.009557	0	0	0.36	8	0.54	13	0	0	0	0	0	0	11	10	21	18
4	7	0	0	0	4.11	0.026016	0.019645	0	0	1.47	17	1.32	14	0	0	0	1.32	18	0	0	0	49	37
5	6	1.98	0.014866	0.012212	1.9	0.012212	0.010088	0	0	1.09	15	0.81	8	0	0	0	0	0	0	28	23	23	19
6	3	0.74	0.018583	0.016459	1.65	0.015397	0.0114999	0.37	5	0.45	11	0.53	13	0.3	0	0	0	0	0	35	31	29	21
7	8	0.17	0.009557	0.006371	2.44	0.008495	0.0074332	0	0	1.25	4	0.11	5	1.08	7	0	0	0	0	18	12	16	14
8	5	1.81	0.010619	0.007433	2.74	0.015928	0.0122118	0	0	0.27	12	1.58	12	0	0	0	0.89	6	20	14	30	23	
9	7	0.2	0.012743	0.010088	0.27	0.008495	0.0074332	0	0	0.19	9	0.08	7	0	0	0	0	0	0	24	19	16	14
10	3	0.22	0.006371	0.005309	0.11	0.009557	0.0084951	0	0	0.05	6	0.06	12	0	0	0	0	0	0	12	10	18	16
11	7	2.92	0.01699	0.014336	1.53	0.006371	0.0058404	0	0	0.94	8	0.59	4	0	0	0	0	0	0	32	27	12	11
12	6	1.18	0.018052	0.014866	3.66	0.010088	0.0090261	0	0	0.42	1	1.67	10	1.57	8	0	0	0	0	34	28	19	17
13	7	1.71	0.008495	0.006371	2.22	0.01115	0.010088	0	0	1.04	8	0.69	7	0.49	6	0	0	0	0	16	12	21	19
14	7	0.67	0.010088	0.008495	3.35	0.012743	0.010088	0	0	1.3	9	1.71	10	0	0	0.34	5	0	0	19	16	24	19
15	6	0	0	0	3.38	0.021769	0.0180522	0	0	1.82	22	1.19	12	0.37	7	0	0	0	0	0	0	41	34
16	7	0.12	0.004779	0.004779	3.67	0.022831	0.019645	0	0	1.25	14	1.3	19	1.12	10	0	0	0	0	9	9	43	37
17	3	0.4	0.00584	0.005309	0.98	0.00584	0.0053095	0	0	0.72	6	0.26	5	0	0	0	0	0	0	11	10	11	10
18	6	3.83	0.021769	0.019645	1.71	0.012212	0.010088	0	0	1.34	12	0.37	11	0	0	0	0	0	0	41	37	23	19
19	4	0.96	0.00584	0.004779	1.89	0.018052	0.0143355	0	0	1.22	18	0.67	16	0	0	0	0	0	0	11	9	34	27
20	4	1.04	0.006371	0.004779	1.27	0.015397	0.0114999	0	0	0.82	18	0.45	11	0	0	0	0	0	0	12	9	29	21
21	7	2.34	0.015397	0.011681	1.85	0.011681	0.010088	0	0	0.94	13	0.91	9	0	0	0	0	0	0	29	22	22	21
22	4	0.8	0.006902	0.005309	2.87	0.020176	0.0180522	0	0	0.42	8	1.43	12	0.49	8	0	0	0.53	10	13	10	38	34
23	6	2.14	0.014336	0.01115	2.5	0.021238	0.0180522	0	0	1.22	19	1.28	21	0	0	0	0	0	0	27	21	40	34
24	3	0.75	0.004779	0.004248	1.31	0.01115	0.0090261	0	0	0.8	14	0.51	7	0	0	0	0	0	0	9	8	21	17
25	9	2.8	0.013274	0.010619	1.73	0.020176	0.0180522	0	0	1.3	22	0.43	16	0	0	0	0	0	0	25	20	38	34
26	6	2.33	0.014866	0.01115	0.56	0.00584	0.0058404	0	0	0.34	6	0.22	5	0	0	0	0	0	0	28	21	11	11
27	6	3.21	0.009026	0.007433	1.49	0.011681	0.0090261	0	0	1.25	18	0.24	4	0	0	0	0	0	0	17	14	22	17
28	7	2.54	0.006902	0.005309	0.72	0.005309	0.0047785	0	0	0.45	6	0.27	4	0	0	0	0	0	0	13	10	10	9
29	5	0.94	0.00584	0.005309	3.92	0.026547	0.0222997	1.12	16	0.87	12	0.83	11	0.36	4	0	0	0.74	7	11	10	50	42
30	7	1.82	0.010619	0.009026	2.19	0.015397	0.0127427	0	0	0.93	12	0.85	9	0	0	0.41	8	0	0	20	17	29	24
31	6	3.61	0.006371	0.00584	0.38	0.004248	0.0042476	0	0	0.21	5	0.17	3	0	0	0	0	0	0	12	11	8	8
32	6	1.17	0.004248	0.004248	2.27	0.007433	0.0069023	0	0	1.98	9	0.29	5	0	0	0	0	0	0	8	8	14	13
33	6	0.96	0.009557	0.009026	1.4	0.011681	0.010088	0	0	0.98	12	0.42	10	0	0	0	0	0	0	18	17	22	19
34	8	2.99	0.018052	0.015397	0.55	0.015397	0.0122118	0	0	0.37	16	0.18	13	0	0	0	0	0	0	34	29	29	23
35	4	0	0	0	2.33	0.016459	0.0143355	0	0	1.09	17	1.07	8	0.17	6	0	0	0	0	0	0	31	27
36	6	2.11	0.016459	0.014336	3.41	0.010619	0.010088	0	0	1.3	10	1.06	6	1.05	4	0	0	0	0	31	27	20	19
37	3	0.43	0.007433	0.006902	0.19	0.013805	0.0114999	0	0	0.15	14	0.04	12	0	0	0	0	0	0	14	13	26	21
38	6	0.29	0.002655	0.002655	1.89	0.013805	0.0116808	0	0	1.07	17	0.82	9	0	0	0	0	0	0	5	5	26	22
39	4	0.35	0.015928	0.012743	1.99	0.013274	0.0106189	0	0	0.79	11	1.2	14	0	0	0	0	0	0	30	24	25	20
40	5	1.49	0.009026	0.006371	1	0.010088	0.0074332	0	0	0.61	11	0.39	8	0	0	0	0	0	0	17	12	19	14
41	4	0.53	0.004248	0.004248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0
42	9	3.28	0.018052	0.016459	3.09	0.015397	0.0143355	0	0	1.42	12	1.19	8	0	0	0	0.48	9	34	31	29	27	
43	8	3.81	0.014866	0.01115	2.08	0.01115	0.010088	0	0	1.02	17	0.13	2	0	0	0.93	2	0	0	28	21	21	19
44	6	0.65	0.010088	0.007433	0.28	0.006371	0.0053095	0	0	0.09	5	0.19	7	0	0	0	0	0	0	19	14	12	10
45	6	2.52	0.014336	0.01115	2.22	0.014866	0.0116808	0.34	3	1.06	16	0.82	9	0	0	0	0	0	0	27	21	28	22
46	8	2.92	0.006902	0.005309	2.97	0.018052	0.0164593	0	0	1.41	15	0.48	7	0	0	0	1.08	12	13	10	34	31	
47	3	0.64	0.003717	0.003717	1.01	0.006902	0.0058404	0	0	0.29	4	0.72	9	0	0	0	0	0	0	7	7	13	11
48	7	1.77	0.006371	0.00584	2.9	0.021238	0.0169903	0	0	0.96	15	0.89	12	0	0	0	1.05	13	12	11	40	32	
49	5	1.61	0	0	0.73	0.010088	0.0090261	0	0	0.48	11	0.25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19	17
50	6	2.01	0.008495	0.007433	1.07	0.012212	0.010088	0	0	0.98	13	0.09	10	0	0	0	0	0	0	16	14	23	19
51	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	6	3.15	0.017521	0.015397	0.9	0.007433	0.0069023	0	0	0.48	8	0.42	6	0	0	0	0	0	0	33	29	14	13
53	7	2.01	0.012743	0.010088	2.91	0.018583	0.0164593	0	0	0.78	16	0.51	5	0	0	0	1.62	14	24	14	19	35	31
54	8	1.45	0.011681	0.01115	2.17	0.008495	0.0074332	0	0	1.09	7	1.08	9	0	0	0	0	0	0	22	21	16	14
55	6	1.63	0.003186	0.003186	2.31	0.010619	0.0090261	0	0	1.47	13	0.84	7	0	0	0	0	0	0	6	6	20	17
56	4	1.83	0.008495	0.006371	0	0.003186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12	6	0
57	6	2.08	0.009557	0.006902	1.43	0.006371	0.0053095	0	0	0.99	7	0.44	5	0	0	0	0	0	0	18	13	12	10
58	4	2.11	0.01115	0.009026	0.24	0.007433	0.0031857	0	0	0.11	2	0.08	4	0.05	8	0	0	0	0	21	17	14	6
59	6	1.19	0.008495	0.001062	2.73	0.019645	0.0164593	0	0	1.13	14	1.06	12	0.54	11	0	0	0	0	16	2	37	31
60	3	0.25	0.002124	0.002124	1.87	0.014336	0.0111499	0.98	14	0.75	9	0.04	2	0	0	0	0	0	0	4	4	27	21
Total	345	90.49	0.558555	0.458737	107.65	0.751819	0.6275781	2.81	38	49.47	659	37.36	520	7.59	79	2.61	29	7.81	91	1052	864	1	

## Apéndice 7. Datos del día 5 de recolección y clasificación de los desechos sólidos

Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla.

Realizado por: Eskin Rubén Santos Paiz

Día 5		Valores Totales Desechos Orgánicos				Valores Totales Desechos Inorgánicos				Vidrio		Plástico		Papel		Cartón		Aluminio		Otros		Altura para Vol. Organico		Altura para Vol. Inorganico	
No. De	No. Hab.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h) Suelto	Vol. (h) Comp.	Peso (Kg)	Vol. (h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)	Vol. S(h)	Vol. C(h)												
1	6	1.09	0.006371	0.005309	4.14	0.02814	0.0233616	0	0	1.16	21	1.97	16	1.01	16	0	0	0	0	0	0	12	10	53	44
2	6	1.92	0.008495	0.007433	3.02	0.013274	0.010088	0	0	1.58	11	1.08	9	0.36	5	0	0	0	0	0	0	16	14	25	19
3	6	2.15	0.007964	0.007433	1.45	0.015397	0.0122118	0	0	0.98	16	0.47	13	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14	29	23
4	7	2.27	0.012212	0.009557	2.75	0.020707	0.0164593	0	0	0.51	10	0.98	12	0.24	5	1.02	12	0	0	0	0	23	18	39	31
5	6	0.98	0.007433	0.006371	2.82	0.016459	0.0148665	0	0	1.45	19	1.37	12	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	31	28
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	0.06	0.004248	0.003717	2.88	0.01699	0.0127427	0	0	1.31	13	0.9	12	0.67	7	0	0	0	0	0	0	8	7	32	24
8	5	1.9	0.00584	0.005309	1.67	0.013274	0.0106189	0	0	0.89	12	0.78	13	0	0	0	0	0	0	0	0	11	10	25	20
9	7	0.34	0.002655	0.002655	0.65	0.006371	0.0053095	0	0	0.32	4	0.33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	12	10
10	3	1.17	0.006902	0.006371	1.13	0.010619	0.0090261	0	0	0.42	12	0.71	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	20	17
11	7	2.02	0.009557	0.007433	2.73	0.012212	0.010088	0	0	1.64	11	0.45	5	0	0	0.64	7	0	0	0	0	18	14	23	19
12	6	2.16	0.01115	0.009026	0.87	0.007433	0.0063714	0	0	0.24	6	0.63	8	0	0	0	0	0	0	0	0	21	17	14	12
13	7	1.8	0.008495	0.007433	1.43	0.020707	0.0164593	0	0	0.22	16	1.21	23	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14	39	31
14	7	1.06	0.011681	0.010088	2.57	0.022831	0.019645	1.02	20	0.34	9	1.02	12	0	0	0.19	2	0	0	0	0	22	19	43	37
15	6	2.72	0.017521	0.012743	2.03	0.016459	0.0143355	0	0	1.82	17	0.21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	33	24	31	27
16	7	2.14	0.005309	0.004779	2.85	0.013805	0.0111499	0	0	1.46	8	0.85	7	0	0	0	0	0.54	11	10	9	9	26	21	
17	3	0.53	0.004779	0.004248	1.16	0.010619	0.0090261	0	0	0.83	11	0.33	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	20	17
18	6	1.45	0.009557	0.007964	2.61	0.012212	0.010088	0	0	1.36	12	1.05	7	0	0	0	0	0.2	4	18	15	23	19		
19	4	1.21	0.015928	0.013274	1.13	0.009026	0.0074332	0	0	0.6	10	0.53	7	0	0	0	0	0	0	0	0	30	25	17	14
20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	7	1.08	0.013274	0.010088	2.42	0.009557	0.0090261	0	0	1.24	13	1.18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	25	19	18	17
22	4	0.11	0.001593	0.001593	2.6	0.011681	0.0084951	0	0	0	0	1.27	18	0	0	1.33	4	0	0	0	0	3	3	22	16
23	6	1.8	0.01115	0.010088	1.17	0.009557	0.0090261	0	0	0.73	12	0.44	6	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19	18	17
24	3	0	0	0	1.28	0.009557	0.0079642	0	0	0.89	14	0.39	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	15
25	9	3.04	0.011681	0.009026	3.94	0.01115	0.009557	0	0	2.04	13	1.9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	22	17	21	18
26	6	1.51	0.010088	0.007433	0.27	0.011681	0.010088	0	0	0.14	12	0.13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	19	14	22	19
27	6	3.04	0.027609	0.024424	2.13	0.007433	0.0069023	0	0	1.03	5	1.1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	52	46	14	13
28	7	2.52	0.011681	0.009026	1.15	0.018052	0.0153974	0	0	0.82	18	0.33	16	0	0	0	0	0	0	0	0	22	17	34	29
29	5	1.44	0.033981	0.030264	1.98	0.012212	0.009557	0	0	1.31	14	0.47	4	0	0	0.2	5	0	0	0	0	64	57	23	18
30	7	0.15	0.001593	0.001593	1.24	0.011681	0.0090261	0	0	0.92	12	0.32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	22	17
31	6	2.01	0.014336	0.011681	2.12	0.020176	0.0169903	0	0	0.84	18	0.53	9	0	0	0	0	0	0.75	11	27	22	38	32	
32	6	3.59	0.007433	0.006371	0.41	0.006371	0.0058404	0	0	0.21	7	0.2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	12	11
33	6	1.03	0.011681	0.009026	3.67	0.015397	0.0127427	0	0	2.83	19	0.84	10	0	0	0	0	0	0	0	0	22	17	29	24
34	8	2.71	0.013805	0.01115	3.81	0.01699	0.0138046	0.93	4	1.14	16	1.07	12	0	0	0.67	0	0	0	0	0	26	21	32	26
35	4	0.98	0.006371	0.00584	2.92	0.014336	0.0116808	0	0	1.64	20	0.55	7	0	0	0.73	0	0	0	0	0	12	11	27	22
36	6	2.11	0.012212	0.010088	2.18	0.010088	0.0074332	0	0	1.22	11	0	0	0.96	8	0	0	0	0	0	0	23	19	19	14
37	3	1.05	0.009026	0.007433	0.35	0.012212	0.0111499	0	0	0.19	14	0	0	0.16	9	0	0	0	0	0	0	17	14	23	21
38	6	1.4	0.015928	0.014336	3.16	0.019645	0.0169903	0	0	2.63	22	0.53	15	0	0	0	0	0	0	0	0	30	27	37	32
39	4	1.51	0.008495	0.006371	0.1	0.004248	0.0042476	0	0	0.1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12	8	8
40	5	2.44	0.01115	0.009026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	17	0	0
41	4	1.29	0.007433	0.006902	1.84	0.014866	0.0111499	0	0	0.37	12	1.47	16	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	28	21
42	9	6.03	0.010619	0.009026	0.76	0.008495	0.0079642	0.24	3	0.52	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	17	16	15
43	8	3.93	0.018583	0.015397	3.89	0.01699	0.0143355	0.09	6	1.29	10	0.64	9	0	0	0	0	0	1.87	7	35	29	32	27	
44	6	1.06	0.005309	0.004779	0.44	0.009026	0.0074332	0	0	0.25	9	0	0	0	0	0	0	0	0.19	8	10	9	17	14	
45	6	1.31	0.007433	0.006371	2.52	0.018583	0.0153974	1.34	19	0	0	0	0	0	0	1.18	16	0	0	0	0	14	12	35	29
46	8	3.28	0.019645	0.016459	1.52	0.013274	0.0111499	0.88	6	0.64	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	31	25	21
47	3	1.13	0.00584	0.00584	0.24	0.008495	0.0074332	0	0	0.16	9	0	0	0	0	0	0	0	0.08	7	11	11	16	14	
48	7	1.01	0.006902	0.006371	1.72	0.013274	0.0111499	0	0	0.89	14	0.83	11	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	25	21
49	5	1.33	0.019645	0.016459	1.97	0.014336	0.0116808	0	0	0.64	12	1.08	10	0.25	5	0	0	0	0	0	0	37	31	27	22
50	6	2.76	0.012212	0.01115	0.14	0.006902	0.0063714	0	0	0.09	7	0.05	6	0	0	0	0	0	0	0	0	23	21	13	12
51	5	1.28	0.020176	0.01699	1.7	0.01115	0.0084951	0	0	1.7	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	32	21	16
52	6	2.31	0.014336	0.011681	1.19	0.019645	0.0169903	0	0	0.82	22	0.37	15	0	0	0	0	0	0	0	0	27	22	37	32
53	7	2.98	0.015397	0.01115	1.6	0.010619	0.0090261	0	0	1.08	12	0.52	8	0	0	0	0	0	0	0	0	29	21	20	17
54	8	2.02	0.009557	0.007964	2.23	0.013274	0.0106189	0	0	1.54	16	0.69	9	0	0	0	0	0	0	0	0	18	15	25	20
55	6	1.99	0.006371	0.00584	1.9	0.010619	0.0084951	0	0	1.31	13	0.59	7	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	20	16
56	4	1.09	0.006371	0.005309	1.08	0.006371	0.0047785	0.13	2	0.86	5	0.04	3	0	0	0.05	2	0	0	0	0	12	10	12	9
57	6	1.74	0.007964	0.006371	2.18	0.015397	0.0116808	0	0	0.89	13	1.23	12	0.06	4	0	0	0	0	0	0	15	12	29	22
58	4	0.81	0.004779	0.																					

Apéndice 8. Cronograma de actividades



Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 Escuela de Ingeniería Civil  
**CRONOGRAMA: Caracterización de los  
 desechos sólidos domiciliarios, en la cabecera  
 del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla**



Descripción de actividades	nov-17					dic-17					ene-17				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Primera visita al municipio, San Vicente Pacaya, Escuintla															
Recopilación de información acerca del municipio / visita a la biblioteca municipal															
Investigación de datos estadísticos en centro de salud local															
Solicitud de permiso y conversatorio con el encargado del área de desechos sólidos del municipio															
Realización de encuestas a personas seleccionadas para llevar a cabo la recolección de las muestras															
Entrega de bolsas plásticas a personas encuestadas, partícipes de la investigación															
Primera ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															
Segunda ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															
Tercera ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															
Cuarta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															
Quinta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															
Sexta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios															

Fuente: elaboración propia utilizando el programa de Excel.

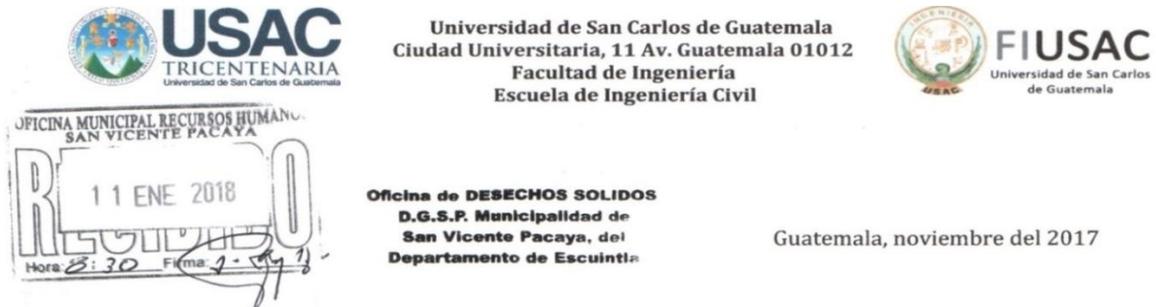
Apéndice 9. **Especificación de actividades y fechas correspondientes del cronograma**

Inicio del trabajo de campo de la investigación: martes, 14 de noviembre de 2017

<b>Especificaciones del cronograma</b>		
1.	Primera visita al municipio, San Vicente Pacaya, Escuintla, para conocimiento de las vías de acceso y localización.	14 de noviembre de 2017
2.	Visita a la Biblioteca Municipal de San Vicente Pacaya en búsqueda de información acerca de la comuna.	21 de noviembre de 2017
3.	Recopilación de datos estadísticos sobre el área de Salud, proporcionados por el Centro de Salud del municipio.	28 de noviembre de 2017
4.	Conversación previa a iniciar la investigación con el encargado del departamento de desechos sólidos de la Municipalidad.	5 de diciembre de 2017
5.	Realización de encuestas y conocimiento de la ruta (Recorrido del transporte recolector de los desechos sólidos domiciliarios). Selección de la muestra de viviendas que colaborarían en la investigación.	14 de diciembre de 2017
6.	Entrega de bolsas plásticas a las familias encuestadas, dispuestas a ayudar en el proceso de investigación.	19 de diciembre de 2017
7.	Primera ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	28 de diciembre de 2017
8.	Segundo ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	08 de enero de 2018
9.	Tercera ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	04 de enero de 2018
10.	Cuarta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	04 de enero de 2018
11.	Quinta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	04 de enero de 2018
12.	Sexta ejecución de pesaje y medición de los desechos sólidos domiciliarios.	04 de enero de 2018

Fuente: elaboración propia utilizando el programa de Excel.

Apéndice 10. **Carta de Autorización de la municipalidad de San Vicente Pacaya para la realización de la investigación de campo para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios**



A quien interese:

Municipalidad de San Vicente Pacaya, Escuintla

Departamento de desechos sólidos

Presente

Reciban un cordial saludo del Ingeniero Civil, Dennis Salvador Argueta Mayorga colegiado número 8,297, asesor de la tesis "Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en la cabecera del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla".

La razón de la presente es para solicitarle el permiso de que Esbin Rubén Santos Paiz, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien se identifica con el Código Único de Identificación (CUI) 1932 26472 0114 y número de registro académico 2012-45833, realice las investigaciones necesarias durante el proceso de trabajo de campo, en la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla, mismas que serán de fundamental para la realización y redacción del proyecto final de tesis.

De antemano agradecemos su apoyo y colaboración.

  
Ing. Dennis Argueta  
Colegiado número 8,297  
Asesor de Tesis

Dennis Salvador Argueta Mayorga  
INGENIERO CIVIL  
PROFESOR EN INGENIERIA CIVIL  
COLEGIADO 8297

  
Esbin Rubén Santos Paiz  
Estudiante de Ingeniería Civil  
201245833

Sello

Fuente: elaboración propia.

