



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

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA
PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

Katherine Aida Cienfuegos Miranda

Asesorado por el Ing. Raúl Enrique Yon Jerez

Guatemala, febrero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA
PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KATHERINE AIDA CIENFUEGOS MIRANDA

ASESORADO POR EL ING. RAÚL ENRIQUE YON JEREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO 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
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Claudio César Castañón Contreras
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 RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 4 de noviembre de 2015.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Katherine Aida Cienfuegos Miranda', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Katherine Aida Cienfuegos Miranda

Guatemala, 26 de octubre del 2017


Ingeniero
Luis Manuel Sandoval Mendoza
Coordinador del Departamento de Hidráulica
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Luis Sandoval:

Al saludarle cordialmente, me dirijo a usted para informarle que ha sido concluido satisfactoriamente el trabajo de graduación titulado: " **CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**" elaborado por el estudiante Katherine Aida Cienfuegos Miranda con carné 200946394, tema para el cual fui asignado como asesor.

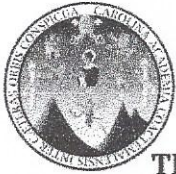
Considerando que se han cumplido los objetivos propuestos al inicio del trabajo representando un aporte para el departamento; doy mi aprobación recomendando se apruebe en el entendido de que el autor y el suscrito son los responsables de lo trabajado y de las conclusiones del mismo.

Atentamente,



Raúl Enrique Yon Jerez
Ingeniero Civil Colegiado no. 3238

Raúl Enrique Yon Jerez
INGENIERO CIVIL
Colegiado No. 3238



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 09 de noviembre de 2017

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 RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA", desarrollado por la estudiante de ingeniería civil Katherine Aida Cienfuegos Miranda, quien contó con la asesoría del ingeniero Raúl Enrique Yon Jerez.

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



Mas 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. Raúl Enrique Yon Pérez y Coordinador del Departamento de Hidráulica Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza, al trabajo de graduación de la estudiante Katherine Aida Cienfuegos Miranda **CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2018

/mmm.



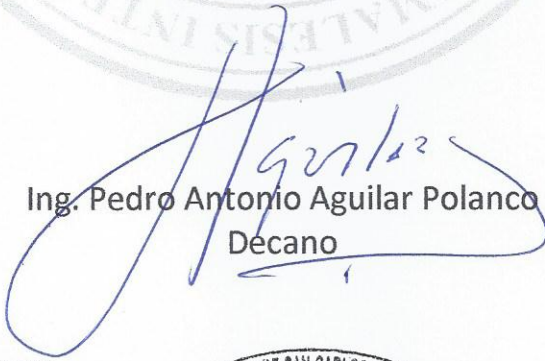
Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



DTG. 042.2018

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 RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria: **Katherine Aida Cienfuegos Miranda**, 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, febrero de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios Padre** Por ser el pilar de mi fe y darme la oportunidad de ser su hija.
- Mis padres** Rudy Israel Cienfuegos y Norma Elizabeth Miranda, por ser fuente de inspiración en el transcurso de mi vida; gracias al apoyo constante que me brindan estoy alcanzando mis metas con mucho orgullo. A ellos, los seres que más amo y admiro, dedico principalmente este triunfo.
- Mis hermanos** Rudy Moisés y Norma Thayri Cienfuegos Miranda, ustedes que son la mayor motivación para ser su mejor ejemplo; que este logro sea una muestra que con dedicación y esfuerzo pueden llegar a cumplir lo que se propongan; gracias por estar en este momento tan importante en mi vida.
- Mis abuelos** Por criarme con amor para ser una persona con valores.

Melvin Ortiz

El amor de mi vida, por tu infinito amor y comprensión, gracias por enseñarme a creer en mi e incentivarme a realizar las cosas de la mejor manera.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Por ser una importante influencia en mi carrera.

Facultad de Ingeniería

Por ser parte de mi formación como ingeniera y brindarme los recursos necesarios en el transcurso de mi carrera.

Toda mi familia

Por su cariño y motivaciones.

Mis amigos

Con quienes compartí momentos de alegría, desvelos y penas, quienes siempre me apoyaron en cualquier circunstancia; ellos saben quiénes son por las experiencias vividas.

Mi asesor

Ingeniero Raúl Yon Jerez, por su apoyo y motivación en el desarrollo de mi tema de tesis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Residuos sólidos	1
1.2. Clasificación de los residuos sólidos	1
1.2.1. Clasificación por su origen.....	1
1.2.2. Clasificación por su composición.....	3
1.2.3. Clasificación por tipo de manejo.....	3
1.3. Características de los residuos sólidos	4
1.3.1. Residuos orgánicos	4
1.3.2. Residuos inorgánicos	5
1.4. Obtención de residuos.....	5
1.4.1. Producción por habitante.....	5
1.5. Propiedades de los residuos sólidos	8
1.5.1. Incineración de los residuos	8
1.5.2. Peso	9
1.5.3. Volumen	9
1.5.4. Densidad	10
1.5.5. Humedad	11
1.6. Ciclos de los residuos sólidos.....	11

1.7.	Propiedades químicas de los residuos sólidos.....	13
1.8.	Peso específico y densidad de los residuos sólidos.....	14
2.	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA	15
2.1.	Macrolocalización.....	15
2.2.	Indicadores generales.....	16
2.3.	Datos macroeconómicos.....	17
2.4.	Datos poblacionales.....	17
2.5.	Descripción geográfica.....	18
2.5.1.	Orografía del departamento	18
2.5.2.	Microlocalización	19
3.	MARCO LEGAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GUATEMALA.....	21
3.1.	Marco jurídico institucional.....	21
3.2.	Código de salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala.....	21
4.	CUANTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	23
4.1.	Origen y ubicación de los principales vertederos de la cabecera municipal	23
4.2.	Situación actual de los residuos sólidos.....	26
4.3.	Recolección, manejo, transporte y disposición final.....	26
5.	CÁLCULOS.....	27
5.1.	Procedimiento para la recolección de datos y muestreo	27
5.2.	Composición de los residuos sólidos: peso, volumen y porcentaje	28

5.2.1.	Peso	29
5.2.2.	Volumen	32
5.3.	Cálculo de la densidad de los residuos sólidos	34
5.4.	Humedad.....	36
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	37
6.1.	Análisis de los resultados obtenidos.....	37
6.1.1.	Resultados obtenidos de las encuestas	37
6.2.	Determinación de las proporciones de los distintos tipos de residuos sólidos.....	38
6.3.	Producción per-cápita.....	39
6.4.	Propuesta del correcto manejo de los residuos sólidos.....	41
6.4.1.	Minimizar la generación de los residuos sólidos.....	41
6.4.2.	Reciclaje de los residuos sólidos orgánicos	42
6.4.2.1.	Tipos de compostaje.....	43
6.4.3.	Reciclaje de los residuos inorgánicos.....	44
6.4.3.1.	Reciclaje del papel.....	44
6.4.3.2.	Reciclaje de plásticos	46
6.4.3.3.	Reciclaje de aluminio.....	49
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES.....	53
	BIBLIOGRAFÍA.....	55
	APÉNDICES	57
	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Generación de residuos sólidos (toneladas), serie histórica 2008-2012	7
2.	Fórmula del volumen.....	10
3.	Ciclo de los residuos sólidos domiciliarios	13
4.	Mapa de la cabecera departamental de Chiquimula	15
5.	Mapa de Chiquimula	16
6.	Microlocalización, colonia Prados de Canaán.....	19
7.	Ingreso al basurero municipal Altamira	24
8.	Basurero municipal Altamira	25
9.	Viviendas en el basurero municipal Altamira.....	25
10.	Recipientes utilizados en la recolección.....	28
11.	Gráfico de los resultados de la caracterización de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	30
12.	Gráfico del porcentaje de residuos según su origen	30
13.	Gráfico de los resultados de la caracterización de residuos sólidos inorgánicos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	31
14.	Gráfico de la composición de volúmenes de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	34
15.	Gráfico de la composición de densidades de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	35
16.	Gráfico de los porcentajes de los residuos inorgánicos	39
17.	Acciones para minimizar la generación de residuos	41
18.	Compostaje doméstico.....	43

19.	Proceso del reciclaje del papel	44
20.	Clasificación del papel	45
21.	Guía de reciclaje de plásticos	47
22.	Proceso del reciclado mecánico	48

TABLAS

I.	Composición de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán	29
II.	Porcentaje de residuos inorgánicos recolectados en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	31
III.	Volúmenes de los residuos sólidos generados en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	32
IV.	Composición de volúmenes de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	33
V.	Composición de densidades de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	35
VI.	Cálculo del porcentaje de humedad de los residuos sólidos orgánicos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula.....	36
VII.	Producción per-cápita promedio por vivienda de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula	40

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm³	Centímetro cúbico
°C	Grados centígrados
° ' "	Grados, minutos, segundos
g	Gramo
Hab	Habitante
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Km²	Kilómetro cuadrado
Km³	Kilometro cúbico
M³	Metro cúbico
()	Paréntesis
%	Porcentaje
Q	Quetzal

GLOSARIO

Acopio	Es el proceso y el resultado de acumular.
Biodegradable	Producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman.
Caracterizar	Presentar o describir una cosa con sus rasgos característicos de manera que resulte inconfundible.
Compost	Material de color negro resultante de la descomposición de los desechos sólidos orgánicos.
Incineración	Combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas.
Minimización	Es el conjunto de medidas destinadas a reducir la producción de residuos sólidos domiciliarios.
PPC	Producción per cápita.
Proliferación	Reproducción o multiplicación de algún organismo vivo.

Reciclaje	Proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse.
Residuo sólido	Todo el material y producto no deseado considerado como desecho.
Vectores	Organismos vivos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas; o de animales a personas.
Vertedero	Lugares donde se deposita finalmente la basura. Pueden ser oficiales o clandestinos.

RESUMEN

Actualmente el desarrollo en el país se ve afectado por varios factores, uno de estos es el desmedido control de residuos sólidos.

Los residuos sólidos representan un problema para los habitantes y para el medio ambiente; la falta de conocimientos para su manejo adecuado ha dado como consecuencia la contaminación descontrolada del medio ambiente que provoca daños al ecosistema, en la vida del ser humano, de los animales y de las plantas; los contaminantes pueden producir efectos nocivos e irreversibles para la salud.

El presente trabajo de graduación contempla un estudio de caracterización de residuos sólidos generados por las viviendas de la colonia Prados de Canaán del municipio de Chiquimula; la población se sitúa dentro del estrato socioeconómico medio. Trabajo que servirá de guía esencial para la planificación, manejo y disposición final de dichos residuos sólidos; se enfoca en la clasificación, separación y reutilización o reciclaje de los residuos sólidos para minimizar la acumulación de basura sin manejo adecuado.

La propuesta de mejoras al sistema de recolección y disposición final de residuos sólidos es un beneficio para la población en general, en indicadores como económica, salud, medio ambiente y ornato del municipio. Por esta razón, es de vital importancia contar con un sistema de recolección factible y eficaz. Para la eficacia se necesita realizar un equipo dinámico entre la población y la municipalidad para que el proyecto tenga éxito.

OBJETIVOS

General

Caracterizar los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula, Chiquimula.

Específicos

1. Clasificar los tipos de residuos y determinar la cantidad generada en la zona.
2. Verificar el manejo actual de los residuos sólidos del lugar.
3. Generar propuestas y proyectos para el manejo adecuado de los residuos sólidos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo en Guatemala se ve afectado por la falta de empleo, el bajo crecimiento comercial, el acelerado crecimiento poblacional, el manejo de residuos, la falta de información y educación para clasificar y reciclar los residuos sólidos; esto genera dificultad en su manejo y ocasiona que la población recurra a un vertedero clandestino próximo a su domicilio, sin percatarse de los peligros a los que son expuestos: enfermedades, gases tóxicos y malos olores.

La falta de un correcto tratamiento a los residuos sólidos ha contribuido a que este se convierta en un foco de contaminación que afecta a las personas que viven en los alrededores. La necesidad de hacer conciencia en las personas de esta problemática para crear la cultura de reciclar será de beneficio: costo, salud, medio ambiente y calidad de aire. Por tal razón, el interés de esta investigación: el planteamiento de propuestas para tratar este problema y ser aplicable en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula.

Con la información recopilada sobre la cantidad de residuos y mediante la información obtenida, se generan parámetros de importancia para la proyección, diseño, manejo y reutilización de los residuos generados por las viviendas y los comercios.

De esta manera se propone su tratamiento correcto o reutilización adecuada. Se debe generar en los habitantes el compromiso de organizar la basura para aprovechar las distintas maneras de reciclar y sacar provecho; esto

reduce la contaminación y contribuye con el municipio para el buen manejo de residuos sólidos en dicha zona.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Residuos sólidos

El residuo sólido es aquel material que se desecha después de haber realizado un trabajo o efectuado su vida útil; son producto de actividades diarias que realiza el ser humano.

También, puede definirse a todo material, objeto o sustancia generados como consecuencia del consumo humano que resulta inservible después de haber realizado su operación, tanto la masa heterogénea de los desechos de la población como la acumulación homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales.

1.2. Clasificación de los residuos sólidos

Es de gran importancia saber la procedencia de los residuos para realizar su correcta clasificación dependiendo su origen, composición o tipo de manejo. Su clasificación es de utilidad para una serie de fines: estudios de factibilidad de reciclaje, estudios de políticas de gestión de manejo, identificación de residuos, factibilidad de tratamiento, entre otros.

1.2.1. Clasificación por su origen

El origen de los residuos es un parámetro de mucho énfasis para su clasificación porque sus características y propiedades se obtienen a partir del

lugar y la forma como fueron generados. Según de donde provienen, se pueden distinguir entre otros, los siguientes grupos de residuos:

- Residuos municipales: estos se obtienen según hábitos de consumo, forma de vida, desarrollo tecnológico, costumbres, culturas y actividades económicas de la población, sin embargo, hoy en día el concepto de usar y tirar, la fácil obtención de materiales nuevos, la amplia producción y distribución han contribuido al incremento desmedido de estos residuos. Aquellos sectores con ingresos económicos más altos generan mayores volúmenes de residuos en comparación con los sectores de escasos recursos.
- Residuos industriales: son residuos generados por actividades de la industria, como resultado de procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones. La cantidad de residuos que genera la industria es según el proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, combustibles utilizados y embalajes del proceso.
- Residuos comerciales: se generan en establecimientos mercantiles y comerciales: almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes y plazas de mercado.
- Residuos mineros: los materiales removidos para acceder a los minerales e incluye los residuos provenientes de los procesos mineros.
- Residuos agrícolas: los desechos y residuos de la siembra y cosecha de hortalizas, campos, árboles, producción de leche, rastros municipales y operaciones avícolas.

- Residuos de la construcción y demolición: residuos procedentes de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras. Las cantidades generadas son difíciles de estimar; se componen generalmente de suciedad, piedras, hormigón, armaduras, ladrillos, yeso, madera, grava, etc.
- Residuos domiciliarios: por su composición, cantidad, volumen y naturaleza son generados en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

1.2.2. Clasificación por su composición

Entre los principales residuos generados por su composición, se encuentran:

- Residuos orgánicos: a todos aquellos desechos con la propiedad de ser biodegradables; tienen la capacidad de descomponerse de forma natural e incorporarse al medio ambiente sin ocasionar ningún daño.
- Residuos inorgánicos: residuos que expuestos a las condiciones ambientales no vuelven a integrarse a la tierra, aunque transcurran centenares de años. Los residuos inorgánicos que no son reciclados alimentan vertederos.

1.2.3. Clasificación por tipo de manejo

La clasificación de un residuo realiza por ciertas características asociadas al manejo de los residuos. Se clasifican en tres grandes grupos:

- Peligrosos: estos residuos son peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar la muerte debido a su naturaleza. Es considerado un residuo peligroso por tener propiedades que se presentan amenaza a la salud y al medio ambiente; algunas propiedades peligrosas son la toxicidad, inflamabilidad, reactividad química, corrosividad y explosividad. Son residuos peligrosos: residuos hospitalarios, de industria química y farmacéutica, de actividad agropecuaria o forestal, de industria textil, residuos de minería y residuos de centros de investigación científica, como solventes y reactivos usados.
- Inerte: no tienen ninguna transformación física, química o biológica; su toxicidad residual representa menor impacto al medio ambiente que la de otro tipo de residuo.
- No peligrosos: no se encuentran catalogados como residuos peligrosos por no presentar características de peligrosidad. Los receptores de los residuos deben verificar el tipo de carga y clasificarla, o no, como peligrosa para su posterior tratamiento.

1.3. Características de los residuos sólidos

1.3.1. Residuos orgánicos

Son residuos que se descomponen gracias a la acción de organismos llamados desintegradores, como bacterias y lombrices. Los residuos orgánicos, al biodegradarse, elaboran composta, un abono natural de gran utilidad para mejorar los suelos. Aunque el papel y el cartón son materiales orgánicos, por su valor para ser convertidos nuevamente en papel o cartón, deben ser separados

del resto de los residuos orgánicos y colocarlos entre los inorgánicos para ser comercializados.

Son desechos que estuvieron vivos o fueron parte de algún ser vivo:

- Residuos con resto de alimento
- Residuos con restos de poda y de jardinería
- Residuos con huesos de animales

1.3.2. Residuos inorgánicos

Son residuos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural; por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Los residuos sólidos domiciliarios inorgánicos generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos; en muchos casos es imposible su transformación. Se le domina también como basura seca: vidrios, cerámica, latas, aluminios y metales férreos.

1.4. Obtención de residuos

1.4.1. Producción por habitante

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable cuyo valor dependerá del tamaño poblacional y del nivel socioeconómico del lugar. La producción per cápita (PPC) se toma como una variable de suma importancia para dimensionar el sitio de disposición final de los residuos.

Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; la unidad de expresión es el kilogramo por habitante por día

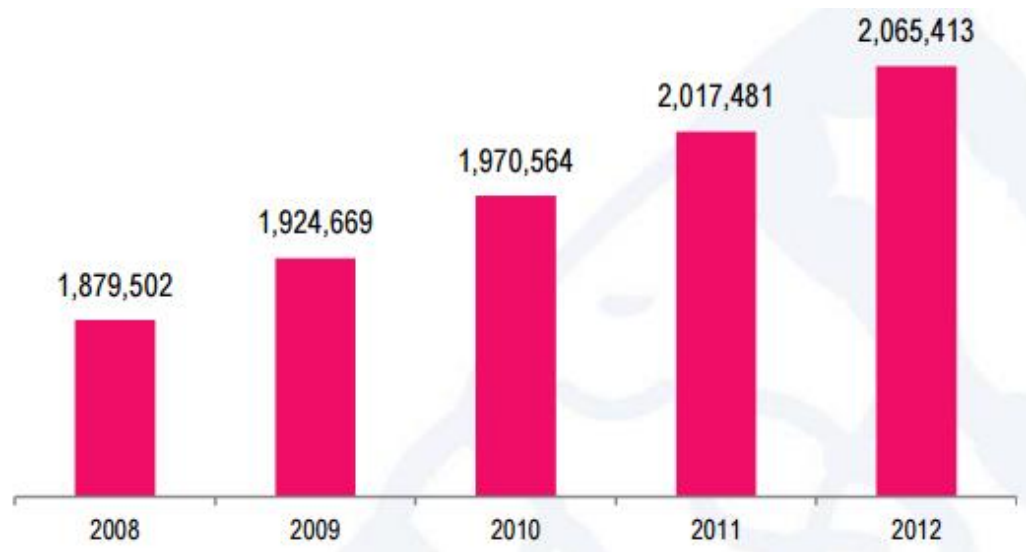
(Kg/hab/día). La producción per cápita (PPC) es un parámetro que incrementa o disminuye a medida que sus elementos varíen. La PPC tiene variación dependiendo del lugar en estudio, debido a la intervención de los factores que generan gran influencia; en este parámetro se encuentra principalmente su grado 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. Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección con el uso de la siguiente expresión:

$$PPC = \frac{\text{kg. recolectados}}{\text{No. de habitantes}}$$

Con base en esta fórmula se puede calcular la PPC promedio de todas las viviendas. Debido al crecimiento poblacional que se intensifica de forma acelerada, la producción de residuos incrementa de manera sorprendente, como lo muestran las estadísticas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE) en su última actualización en el 2012, con un volumen superior al 2,4 % total generados en el 2011.

Figura 1. **Generación de residuos sólidos (toneladas), serie histórica 2008-2012**



Fuente: INE. *Estadísticas ambientales*. <https://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas-continuas/estadisticas-ambientales>. Consulta: 8 de abril de 2017.

Se atribuye, en parte, al alto porcentaje de basura orgánica (por hábitos y necesidades) o bien a las actividades para el desarrollo urbano que se realiza en el casco urbano.

En festividades donde la actividad comercial es mayor, las cifras aumentan en varias veces la medida anual, aumentando la proporción de residuos comerciales y domésticos. En Guatemala, las fechas de mayor producción de residuos son durante semana santa y las festividades de navidad y fin de año.

1.5. Propiedades de los residuos sólidos

La composición de los residuos sólidos sirve para aplicar el debido proceso para un adecuado tratamiento. Se utiliza para hacer diseños de sistemas de incineración de residuos, también, sirve para todos los tratamientos biológicos como el compostaje y la digestión anaeróbica. Además, sirve conocer la composición química, para estimar la generación de biogás en los rellenos sanitarios.

1.5.1. Incineración de los residuos

Los altos volúmenes de residuos sólidos que se generan diariamente en el entorno, constituye un serio problema para la sociedad y el medio ambiente. La incineración es una de las soluciones para la eliminación de los residuos sólidos urbanos, ya que permite disminuir su volumen hasta en un 90 %, pero genera algunos subproductos gaseosos que, de no manejarse adecuadamente el proceso, pueden causar la contaminación del ambiente.

La incineración se define como un procedimiento térmico que conduce a la reducción en peso y volumen de los residuos sólidos mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno. Durante el procedimiento de incineración, los residuos sólidos reciben un tratamiento térmico en presencia de aire transformándose en constituyentes gaseosos los cuales se liberan a la atmósfera y en un residuo sólido relativamente no combustible.

Durante la combustión de los residuos en un incinerador se genera calor, lo que se conoce como calor de combustión, el cual puede ser aprovechado como fuente de energía para el mismo proceso o para otros como el calentamiento de agua o la generación de vapor.

1.5.2. Peso

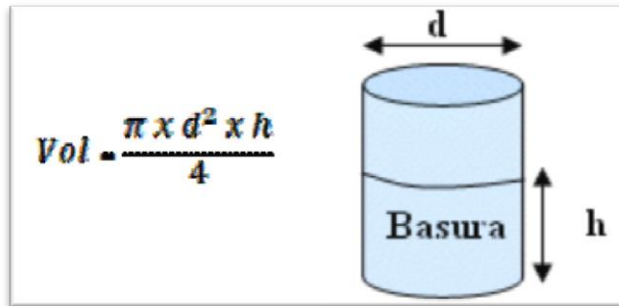
Se le denomina peso, en física, a la medida de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa de un cuerpo. El peso no es una propiedad en sí de los cuerpos, sino que el mismo se ve fijado por el campo gravitacional que se encuentran. Para la finalidad de este tipo de estudio, se obteniendo peso de los contenedores de residuos sólidos con balanzas, básculas o dinamómetros; dichos resultados deberán estar en el Sistema internacional de medidas, o en lb para el sistema inglés.

1.5.3. Volumen

El peso volumétrico es un factor sumamente importante para llevar a cabo este tipo de estudios, con base en este dato se determinará la cantidad de unidades para transportar en función de su capacidad; es fundamental la obtención de este dato para realizar la proyección de necesidades de espacio para el diseño de un relleno sanitario adecuado.

Para la obtención de datos, los residuos deben ser ubicados en un recipiente cuyas medidas y dimensiones deben ser conocidas; luego debe ser medida la altura del cilindro a donde llega la basura; con base en esto se obtiene el volumen de los residuos sólidos.

Figura 2. **Fórmula del volumen**



Fuente: *Geometría*. <https://cuerposolidosgeometricos1.files.wordpress.com/2012/03/area-cilindro.jpg>. Consulta: 8 de abril de 2017.

1.5.4. **Densidad**

La densidad de los residuos sólidos varía mucho en su constitución y humedad, se conoce también como peso específico y se describe con el peso de un material por unidad de volumen. La densidad se calcula dividiendo el peso de los residuos entre el volumen de los recipientes.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

La única diferencia entre la densidad y la densidad compactada es que en la densidad compactada los residuos deben ser debidamente comprimidos de forma manual o con la ayuda de algún mecanismo.

1.5.5. Humedad

Es una característica importante para los diversos procesos a las que puede ser sometido los residuos. Se determina generalmente de la siguiente forma: tomar una muestra representativa, se calienta a 80°C durante 24 horas, se pesa y se expresa en base seca o húmeda.

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso húmedo}} * 100$$

1.6. Ciclos de los residuos sólidos

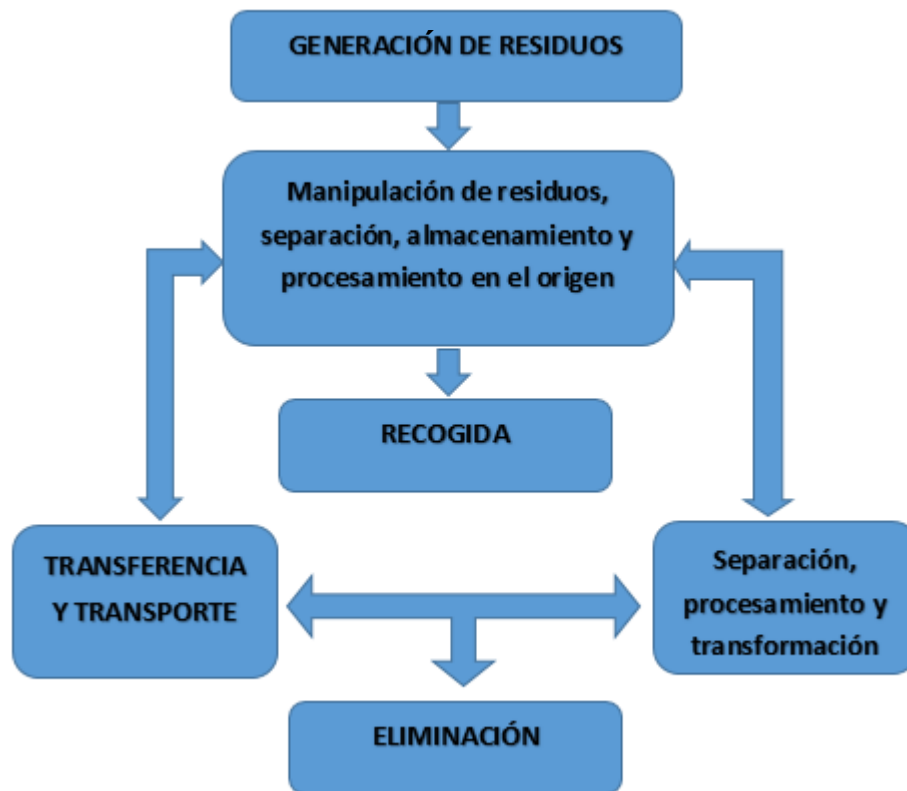
Las actividades vinculadas a la gestión de residuos sólidos, desde el punto de obtención hasta la evacuación final, han sido asociadas en elementos fundamentales:

- Generación de residuos: engloba las actividades en que los materiales son identificados, sin ningún valor adicional, o son tirados o recogidos juntos para la evacuación. La generación de residuos se ha tornado una actividad poco controlable.
- Manipulación de residuos, separación, almacenamiento y procesamiento en el origen: la manipulación y la separación de los residuos involucra las ocupaciones asociadas con la gestión de residuos hasta que son ubicados en contenedores o recipientes para llegar al punto de recogida. La separación de los componentes de los residuos sólidos es fundamental para lograr la manipulación y el almacenamiento adecuados en el origen. Esto da la facilidad de reutilizar y reciclar.

- Recogida: es la recolección de elementos sólidos y reciclables; también, el transporte de estos materiales al lugar de disposición final. Este lugar puede ser variado; dependiendo del lugar de ubicación pueden ser: instalaciones de procesamiento de materiales, estaciones de transferencia o un vertedero.
- Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos: el proceso que con frecuencia se realiza incluye: separación de los residuos con gran volumen, separación de los componentes de los residuos por tamaño utilizando una especie de malla, separación manual de los residuos; reducción de tamaño mediante la trituración, separación de metales ferros utilizando imanes, reducción de volumen mediante la compactación y la incineración. Los procesos de transformación son fundamentales para la reducción del volumen y el peso de los residuos que serán evacuados y para la recuperación de productos de conversión de energía. El proceso de transformación biológica comúnmente utilizada es el compostaje aerobio, la selección de una serie de procesos dependerá de los objetivos buscados en la gestión de residuos.
- Transferencia y transporte: comprende dos pasos: la transferencia de residuos sólidos desde un vehículo pequeño de recogida hasta un equipo de transporte más grande y el transporte subsiguiente de los residuos normalmente a través de grandes distancias a un lugar de procesamiento o evacuación. El transporte más utilizado es mediante vehículo motorizado.
- Evacuación: la evacuación de los residuos sólidos se hace mediante vertederos controlados o bien vertederos clandestinos que hoy en día son un foco de contaminación. Un vertedero controlado moderno no es

un basurero es una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de residuos sólidos en el suelo o dentro del manto de la tierra, sin ocasionar incomodidades y peligros para la seguridad o salud pública.

Figura 3. **Ciclo de los residuos sólidos domiciliarios**



Fuente: elaboración propia.

1.7. **Propiedades químicas de los residuos sólidos**

La composición de los residuos sólidos sirve principalmente para los procesos de su tratamiento, como consecuencia de la enorme variabilidad que experimenta la composición de los residuos sólidos domiciliarios; también, es

conveniente conocer la presencia y concentración de residuos tóxicos y peligrosos para evaluar el riesgo que su manejo, tratamiento, reprocesado y reutilización.

1.8. Peso específico y densidad de los residuos sólidos

Son datos de importancia para calcular las dimensiones de los recipientes donde se verterán los residuos de los domicilios privados y de las vías públicas; se utiliza como factor básico para la determinación de volúmenes de los equipos de recolección y transporte; para tener un control de los rellenos sanitarios y no exceder su capacidad.

La densidad puede tener variaciones dependiendo del grado de compactación al que se encuentran sometidos los residuos. La minimización de volúmenes está presente en todas las fases de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y se emplea para optimizar su proceso de recolección.

El peso específico unitario de cada producto no indica que el conjunto tenga un valor global proporcional al de sus componentes. De hecho, en los hogares, estos valores suelen ser superiores debido a los espacios no utilizados del recipiente con la basura.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA

2.1. Macrolocalización

El departamento de Chiquimula a 169 kilómetros de la ciudad capital, está compuesto por 11 municipios: Chiquimula (cabecera departamental), Jocotán, Camotán, Esquipulas, Olopa, San Juan La Ermita, San José La Arada, San Jacinto Ipala, Quetzaltepeque y Concepción Las Minas. Límite al este con la República de Honduras, al oeste con los departamentos de Zacapa y Jalapa, al norte con el departamento de Zacapa y al sur con el departamento de Jutiapa y la República de El Salvador.

Figura 4. Mapa de la cabecera departamental de Chiquimula



Fuente: *Departamentos*. <http://www.encyclopediaguatemala.org.gt/>.

Consulta: 6 de julio de 2017.

Figura 5. Mapa de Chiquimula



Fuente: *Departamentos*. <http://www.mapasguatemala.net/mapa/mapa-chiquimula>.

Consulta: 9 de julio de 2017

2.2. Indicadores generales

Chiquimula es caracterizada por tener suelos susceptibles a la erosión, tomando en cuenta que las regiones con mayor porcentaje de erosión son las zonas montañosas del municipio.

El clima es muy cálido y seco, la mayor parte del año debido a su altitud, con temperaturas entre 25 – 30 grados centígrados durante todo el año. Los meses más cálidos, por lo general, están comprendidos entre marzo a septiembre y los menos de octubre a febrero. En el área urbana, las

temperaturas en verano han llegado a superar los 40 grados centígrados, convirtiéndola en una de las ciudades más cálidas del país.

2.3. Datos macroeconómicos

La económica del municipio de Chiquimula se conforma con los productos de exportación tradicional y para el consumo interno. Los productos agrícolas más importantes en el municipio son: maíz, café, arroz, frijol, yuca, maní y frutas de clima cálido. La otra parte de la población se dedica a la ganadería que es de vital importancia para la economía del municipio ya que generan trabajo y es de las fuentes más fuertes de la economía de la población.

La economía de esta ciudad se ve fortalecida por la ubicación ya que está a la orilla de la carretera que conduce hacia la frontera de la República de El Salvador y la república de Honduras; sin embargo, el hecho de que Chiquimula sea parte de una economía en crecimiento gracias al comercio, aún se encuentran los municipios con una pobreza que alcanza a una gran parte de la población; se estima, según estudios, que aproximadamente el 33 % de los habitantes vive en pobreza y un 8 % en pobreza extrema.

2.4. Datos poblacionales

El municipio de Chiquimula cuenta con una población de 79 815 de habitantes en una superficie territorial de 372 km² y con una altitud de 324 metros sobre el nivel del mar. El municipio está dividido en 143 comunidades y la ciudad en 7 zonas.

2.5. Descripción geográfica

El municipio de Chiquimula limita al norte con el municipio de Zacapa; al sur con los municipios de San José La Arada y San Jacinto; al este con los municipios Jocotán, San Juan Ermita y San Jacinto y al oeste con los municipios de San Diego y Cabañas, Zacapa. Su extensión territorial es de 372 kms cuadrados. La ciudad cabecera se encuentra en las coordenadas: latitud 14° 47' 58", longitud 89° 32' 37".

2.5.1. Orografía del departamento

El municipio presenta diferentes planos geográficos desde las altas montañas heladas y húmedas hasta los valles soleados y secos; está rodeada de montañas con un valle en la región central. Las altitudes que prevalecen desde los 300 msnm de sus valles hasta los 1 500 msnm de sus montañas.

El sistema montañoso que penetra desde el departamento de Zacapa desciende a los municipios de Camotán, Jocotán y Chiquimula. El sistema orográfico forma también algunas mesetas de varias alturas dentro de los municipios de Quezaltepeque, Esquipulas y Concepción las Minas que, con sus repliegues, hondonadas y precipicios, se integran a la sierra del Merendón.

2.5.2. Microlocalización

Figura 6. **Microlocalización, colonia Prados de Canaán**



Fuente: *Colonia Prados de Canaán*. www.GoogleMaps. Consulta: 29 de agosto de 2017.

3. MARCO LEGAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GUATEMALA

3.1. Marco jurídico institucional

Existen varias instituciones asociadas al tema ambiental, se agrupan y dividen en aquellas que se vinculan con el marco jurídico del tema ambiental y las vinculadas con la administración de justicia. Se citará textualmente y en forma resumida la legislación vigente hasta la fecha en materia ambiental: la misma Constitución de la República de Guatemala y varios acuerdos legislativos, ministeriales, decretos gubernativos, leyes y convenios internacionales.

3.2. Código de salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala

- 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 podrían 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 del 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 basura legales o clandestinos.

- Artículo 104. Lugares inadecuados. Si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser transportados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.
- Artículo 105. Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancada. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias son responsables de hacer cumplir esta disposición.
- Artículo 107. Desechos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas Industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la Municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia¹.

¹ Congreso de la República de Guatemala. *Código de Salud, Decreto 90-97*. p. 77.

4. CUANTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

4.1. Origen y ubicación de los principales vertederos de la cabecera municipal

El basurero municipal es uno de los temas que genera conflicto entre los pobladores debido a la ubicación donde se ha instalado; Chiquimula cuenta con pocas opciones en su geografía que le permitan enfrentar el problema con una eficacia sustentable.

El primer basurero municipal estaba localizado en la ruta que dirige a la aldea El Jute, ubicada en la ladera de la cabecera municipal. Se hicieron estudios que indicaban que dicho basurero contaminaba depósitos internos de agua dulce y se acumulaban sin medida hasta llegar a la cinta asfáltica. Este basurero estaba localizado a 2 km de la colonia Prados de Canaán lo que ocasiona que una vez cerrado, por la falta de educación y el mal manejo de residuos, se convirtiera en un basurero clandestino.

El segundo basurero municipal generaba críticas debido a que su ubicación estaban en la entrada principal a la ciudad; específicamente, en el kilómetro 163, lo que no solo producía una mala impresión de la urbe, también, generaba contaminación ambiental en el lugar.

La ubicación del actual basurero municipal se encuentra en la parte posterior de la colonia Altamira jurisdicción de la aldea Petapilla en las afueras

de la ciudad de Chiquimula. Este vertedero municipal funciona desde febrero del 2012.

Los vecinos cercanos al vertedero municipal informan que las enfermedades se incrementaron y que antes del traslado se tenía que hacer un estudio de impacto ambiental. Explicaron que durante el invierno el camino se vuelve intransitable, por lo que les preocupa que los vehículos que recolectan la basura no lleguen hasta el vertedero, sino que la dejen en el camino.

Figura 7. **Ingreso al basurero municipal Altamira**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Basurero municipal Altamira**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Viviendas en el basurero municipal Altamira**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Situación actual de los residuos sólidos

El centro de la ciudad cuenta con un basurero municipal que carece de los cuidados sanitarios pertinentes. Existen también depósitos clandestinos, principalmente en las áreas de mayor comercio: mercado central, terminal de buses, a un costado del Centro Universitario de Oriente (CUNORI) e inclusive en las afueras de la Gobernación Departamental.

4.3. Recolección, manejo, transporte y disposición final

El sistema del municipio de Chiquimula para la extracción de los desechos es el siguiente:

Tren de aseo: una empresa privada realiza el aseo semanalmente para los hogares y pequeños comercios; luego, los residuos son trasladados al basurero municipal.

El sistema es municipal, realiza la extracción de basura por 5 rutas; la recolección la realizan diariamente; los fines de semana presenta una variación pues realiza 4 veces el recorrido con un camión municipal, el encargado de transportar la basura hasta el basurero municipal, el camión solamente realiza el acopio de los basureros municipales ubicados en el mercado central, en el campo de la feria y en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

La municipalidad realiza la recolección de desechos en las áreas públicas del casco urbano; este servicio consiste en el barrido de calles y parques por personal contratado por la autoridad municipalidad.

5. CÁLCULOS

5.1. Procedimiento para la recolección de datos y muestreo

Para el estudio de la caracterización de residuos sólidos se efectúan las siguientes actividades:

- Se seleccionó el 50 % aleatoriamente de las viviendas que incluye a una empresa que se dedica a la construcción de obra civil y obra eléctrica. Un total de 38 viviendas.
- Se realizó la investigación con los propietarios de las viviendas seleccionadas; se realizó una encuesta sobre las actitudes y la disposición de los habitantes para la aplicación de programas y proyectos para la clasificación de residuos sólidos. Con base en la encuesta realizada se obtiene la cantidad de personas que habitan en la vivienda (ver anexos).
- Se instruyó a los vecinos y se proporcionaron dos tipos de recipientes con sus respectivas bolsas para el depósito por separado: residuos orgánicos e inorgánicos; se entregó un material explicativo para que todos los miembros fueran partícipes del proyecto (ver anexos).

Figura 10. Recipientes utilizados en la recolección



Fuente: elaboración propia.

- Los días lunes, miércoles y viernes, durante dos semanas, se tomó la lectura del peso con una báscula y el volumen de los residuos sólidos; se verificó que los habitantes realizaran una correcta separación de residuos.
- Obtenida la información, se procesaron los resultados.

5.2. Composición de los residuos sólidos: peso, volumen y porcentaje

A continuación, se da una breve descripción sobre el peso, volumen y porcentaje de los residuos sólidos.

5.2.1. Peso

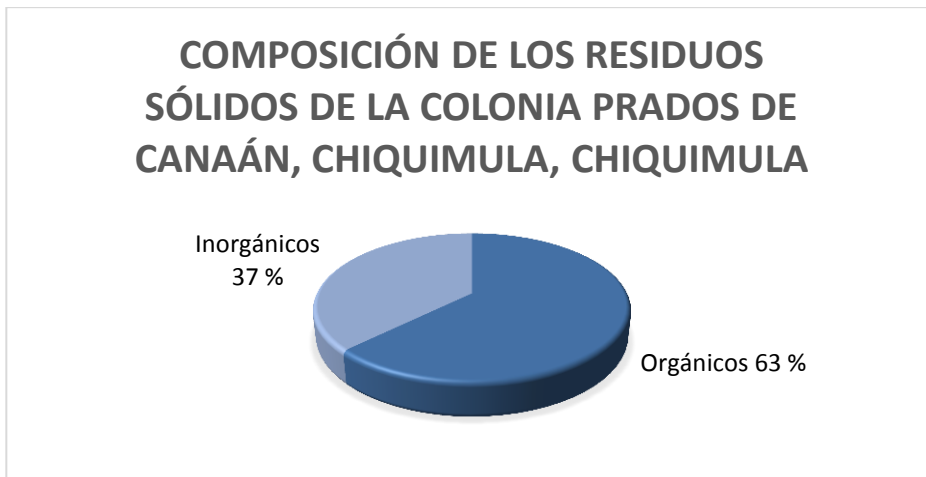
Se determinó la composición de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, separando la materia orgánica de la inorgánica. Para ello se obtuvo el peso en kilogramos de cada vivienda; a partir de estos datos, se obtienen los porcentajes que generan.

Tabla I. **Composición de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán**

Semana	Residuos sólidos	
	Orgánicos	Inorgánicos
	Datos en kg	
1o. Semana	40,09	79,16
1o. Semana	62,5	40,91
1o. Semana	60,34	34,98
2o. Semana	82,22	39,32
2o. Semana	84,55	30,3
2o. Semana	119,03	42,03
Total	448,73	266,7

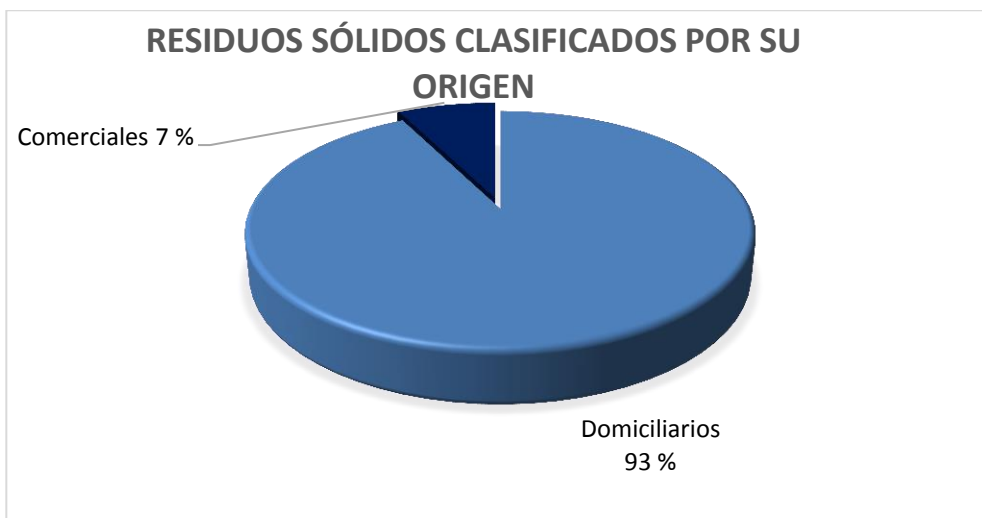
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Gráfico de los resultados de la caracterización de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Gráfico del porcentaje de residuos según su origen**



Fuente: elaboración propia.

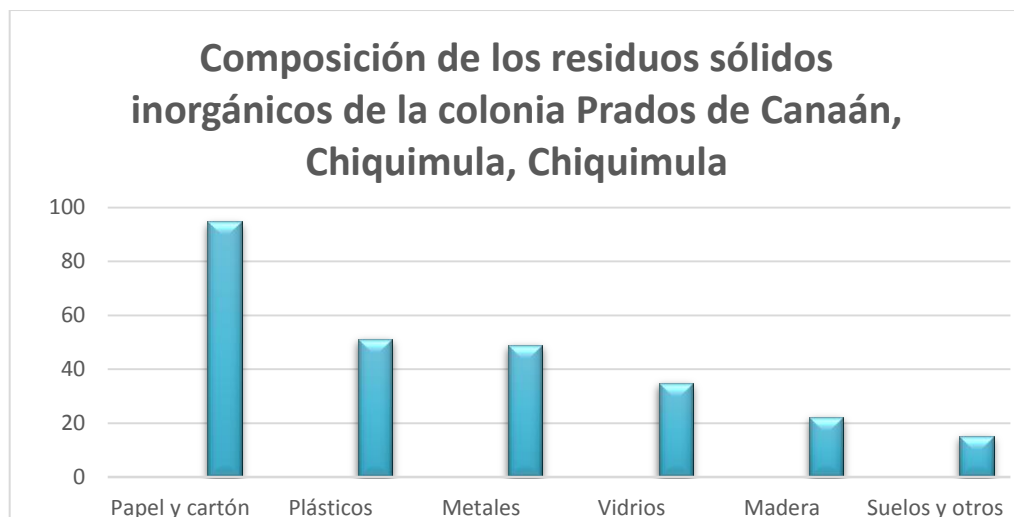
El peso obtenido de los residuos inorgánicos recolectados fue de 266,7 kg, distribuyéndose de la siguiente manera.

Tabla II. **Porcentaje de residuos inorgánicos recolectados en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Residuos inorgánicos	
datos en kg	
Papel y cartón	94,76
Plásticos	51,2
Metales	48,8
Vidrios	34,7
Madera	22,1
Suelos y otros	15,14

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Gráfico de los resultados de la caracterización de residuos sólidos inorgánicos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**



Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Volumen

Para la obtención del volumen de los residuos sólidos generados por la colonia Prados de Canaán, se utilizó un recipiente cilíndrico con un volumen de 0,133 m³ con un peso de 2,25 kg.

Tabla III. **Volúmenes de los residuos sólidos generados en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Vivienda	Volumen (m ³)
1	0,082
2	0,124
3	0,112
4	0,102
5	0,089
6	0,099
7	0,132
8	0,123
9	0,114
10	0,128
11	0,097
12	0,087
13	0,085
14	0,078
15	0,093
16	0,091
17	0,132
18	0,114
19	0,093
20	0,128
21	0,129
22	0,063
23	0,127
24	0,121
25	0,132
26	0,127
27	0,129
28	0,114

29	0,119
30	0,129
31	0,132
32	0,122
33	0,111
34	0,098
35	0,124
36	0,091
37	0,127
38	0,131

Fuente: elaboración propia.

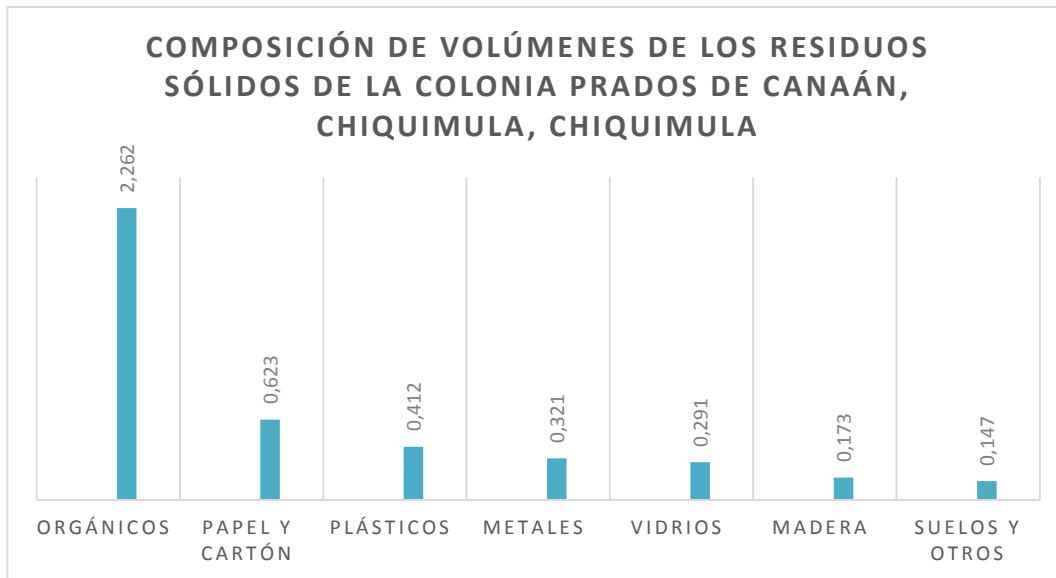
El volumen se obtuvo colocando los residuos sólidos en el recipiente cilíndrico, sin hacer presión y procurando llenar los vacíos existentes; la dimensión de volumen está dada por m³ se obtuvo un volumen de 4.229 m³ para las 38 viviendas estudiadas.

Tabla IV. **Composición de volúmenes de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Volúmenes, residuos sólidos	
datos en m ³	
Orgánicos	2,262
Papel y cartón	0,623
Plásticos	0,412
Metales	0,321
Vidrios	0,291
Madera	0,173
Suelos y otros	0,147

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Gráfico de la composición de volúmenes de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**



Fuente: elaboración propia.

5.3. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos

Para el cálculo de la composición de los residuos sólidos se utilizó la siguiente ecuación.

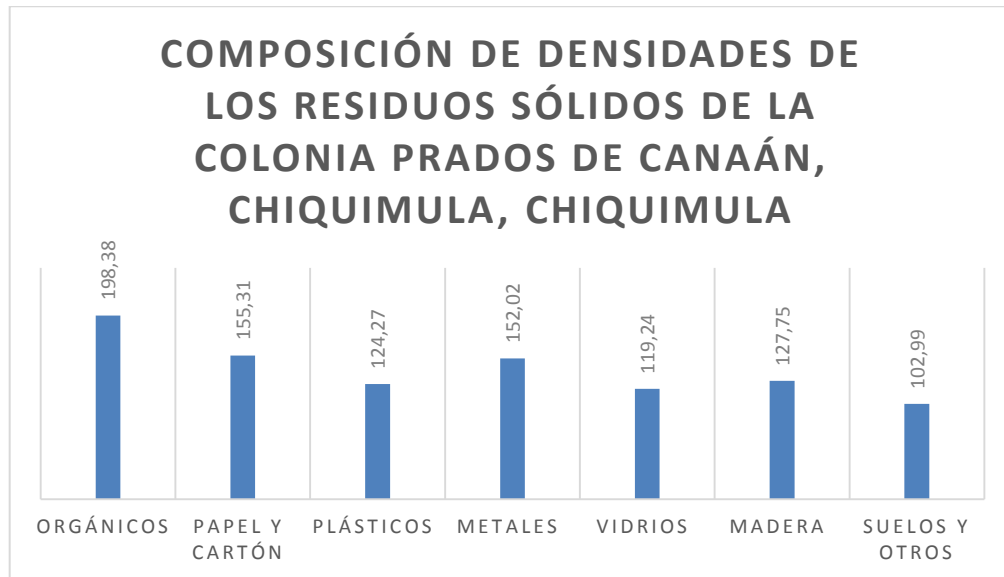
$$\text{Densidad del residuo sólido} = \frac{\text{masa del residuo sólido}}{\text{volumen del residuo sólido}}$$

Tabla V. **Composición de densidades de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Residuos sólidos			
	Masa en kg	Volumen en m³	Densidad kg/m³
Orgánicos	448,73	2,262	198,38
Papel y cartón	96,76	0,623	155,31
Plásticos	51,2	0,412	124,27
Metales	48,8	0,321	152,02
Vidrios	34,7	0,291	119,24
Madera	22,1	0,173	127,75
Suelos y otros	15,14	0,147	102,99

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfico de la composición de densidades de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**



Fuente: elaboración propia.

5.4. Humedad

Para la obtención del porcentaje de humedad de los residuos orgánicos se separaron tres muestras representativas de los residuos y se introducen en el horno de secado a una temperatura de 80°C durante 24 horas y se obtiene por medio de la siguiente formula (ver anexos)

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso húmedo}} * 100$$

Tabla VI. **Cálculo del porcentaje de humedad de los residuos sólidos orgánicos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Humedad en los residuos sólidos			
Muestra	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Humedad (%)
1	580,85	125,26	78,43
2	583,17	163,08	72,03
3	696,81	248,3	64,36

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un promedio del contenido de humedad de 71,60 % de los residuos sólidos orgánicos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula, Chiquimula.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1. Análisis de los resultados obtenidos

6.1.1. Resultados obtenidos de las encuestas

El día jueves 2 de marzo de 2017 se realizó una encuesta para el estudio de la caracterización de residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán. Los resultados obtenidos ayudan a una mejor clasificación y obtención de datos para el estudio de interés.

En dicha encuesta participaron 37 viviendas y una empresa privada que se dedica a obra civil y eléctrica, equivalente a 121 personas; de las personas encuestadas, el 95 % aceptó separar la basura en su hogar después de otorgar información sobre la clasificación, el 5 % restante no aceptó debido a la falta de tiempo.

El 80 % de los encuestados cuenta con un servicio de recolección de residuos sólidos, dicho servicio es privado en todos los casos, debido a la lejanía de la ubicación de la colonia el servicio municipal no lo cubre. Esto obliga a las personas interesadas a contratar un servicio de recolección privada a un costo de Q. 25,00 mensuales; el servicio cubre la recolección de residuos sólidos dos veces por semana: los días martes y viernes en el horario de 8:00 – 10:00 a.m.

El 20 % de los encuestados no posee un servicio de recolección debido a varios factores: el costo elevado del servicio afecta la economía de la familia, el

horario del paso del servicio recolector no les favorece debido a que están en horarios de trabajo y no cuentan con personal doméstico que entregue los residuos; esto ocasiona que las personas retiren los residuos y los lleven a lugares cercanos como basureros clandestinos.

El 100 % de los encuestados tiene claro que es de suma importancia el reciclaje y que parte de la basura que se produce con un buen manejo puede ser útil; comenta el 2 % que los residuos orgánicos obtenidos, desechos de comida, semillas y cáscaras, lo utilizan para abono de sus jardines.

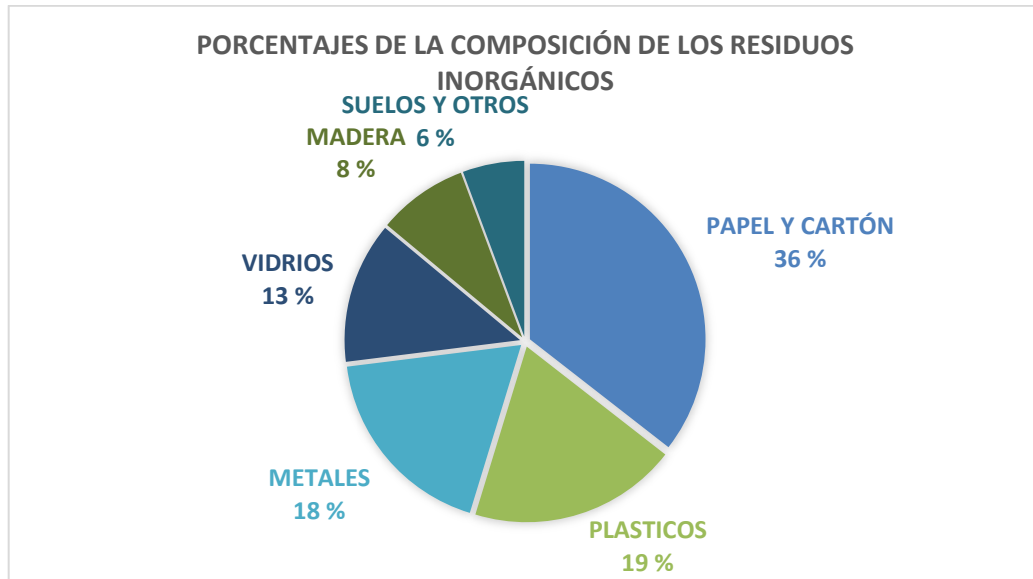
El 100 % de la población está consciente de que el mal manejo de residuos sólidos tiene un gran impacto en la naturaleza y a la salud; los basureros clandestinos cercanos ocasionan malos olores, el humo afecta a quienes transitan y a las viviendas cercanas; tomando en cuenta que hay terrenos vacíos, las personas los usan como lugar para dejar sus residuos y formar un basurero clandestino.

6.2. Determinación de las proporciones de los distintos tipos de residuos sólidos

En las dos semanas durante las cuales se realizó la caracterización de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, se obtuvieron los siguientes resultados de la caracterización de los diferentes componentes de los desechos sólidos que se generaron en las 38 viviendas: un mayor porcentaje para los residuos orgánicos, equivalente a un 63 %, estos residuos son todos los que se pueden descomponerse por descomposición natural.

El 37 % restante lo constituye los residuos inorgánicos, divididos en la siguiente proporción:

Figura 16. **Gráfico de los porcentajes de los residuos inorgánicos**



Fuente: elaboración propia.

6.3. Producción per-cápita

Se calculó la producción per-cápita de las dos semanas de recolección y pesaje; del valor promedio de todas las viviendas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla VII. **Producción per-cápita promedio por vivienda de los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula**

Vivienda	PPC Promedio (Kg/hab/día)
1	0,70
2	1,09
3	1,52
4	1,49
5	0,89
6	0,54
7	0,99
8	0,89
9	0,90
10	0,64
11	0,51
12	0,65
13	1,91
14	0,60
15	1,05
16	1,39
17	1,77
18	0,74
19	0,59
20	1,52
21	0,96
22	1,04
23	0,88
24	1,13
25	0,49
26	0,78
27	2,93
28	1,44
29	0,71
30	0,86
31	1,25
32	1,17
33	1,31
34	0,92
35	1,04
36	0,63
37	1,00
38	0,50

Fuente: elaboración propia.

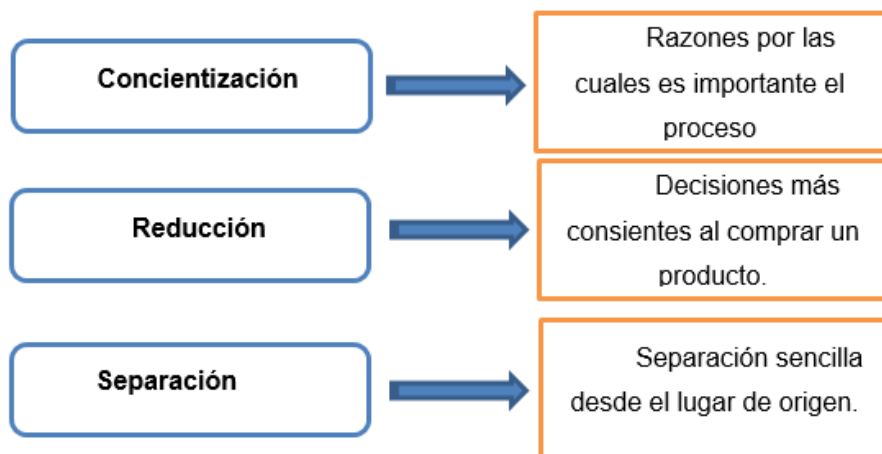
El valor de la producción per-cápita promedio de todas las viviendas es de 1,04 kg/hab/día.

6.4. Propuesta del correcto manejo de los residuos sólidos

6.4.1. Minimizar la generación de los residuos sólidos

Las formas para minimizar los residuos sólidos son los que previenen la contaminación en el ambiente, es decir, generan menor cantidad de contaminantes. Incluye la adopción de medidas operativas y organizativas, técnicas y económicamente viables, de aquellas corrientes residuales que deban ser tratadas en la estructura actual, de modo que se cumpla con la legislación vigente y el objetivo final de la protección del ambiente. Las acciones que se muestran a continuación ayudan a minimizar la generación de residuos sólidos.

Figura 17. Acciones para minimizar la generación de residuos



Fuente: elaboración propia.

6.4.2. Reciclaje de los residuos sólidos orgánicos

El compostaje o compost consiste en la descomposición de materiales orgánicos como verduras, podas, hojas, frutas etc., por medio de un proceso biológico donde juegan un papel importante los microorganismos, el oxígeno y los factores ambientales, como la humedad y la temperatura, a los que están expuestos los residuos.

El compostaje es un tratamiento bajo condiciones controladas para obtener una mejora potencial en el suelo. Entre los beneficios del compostaje se encuentran:

- Da consistencia a los suelos blandos y suelta a los demasiados compactos.
- Aumenta la absorción y retención de agua.
- La efectividad del abonado químico es mucho mejor y hace que los minerales se disuelvan de una manera más fácil.
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.
- Aumenta la resistencia en la vegetación, previniéndolas de las enfermedades.
- Provee nutrientes al suelo.
- Brinda extensión de la vida útil del relleno sanitario.

- No se utilizan fertilizantes artificiales y es ambientalmente sostenible.

6.4.2.1. Tipos de compostaje

- Compostaje industrial: se realiza cuando existen grandes cantidades de residuos orgánicos procedentes de los materiales recolectados por los hogares.
- Compostaje colectivo: es la opción intermedia entre el compostaje industrial y el doméstico a nivel de volumen de residuos compostados y del número de personas que intervienen.
- Compostaje doméstico: se realiza a nivel familiar, en el jardín, terraza, huerta o cualquier otro lugar apropiado, a partir de cantidades pequeñas de residuos mediante sistemas más sencillos.

Figura 18. **Compostaje doméstico**



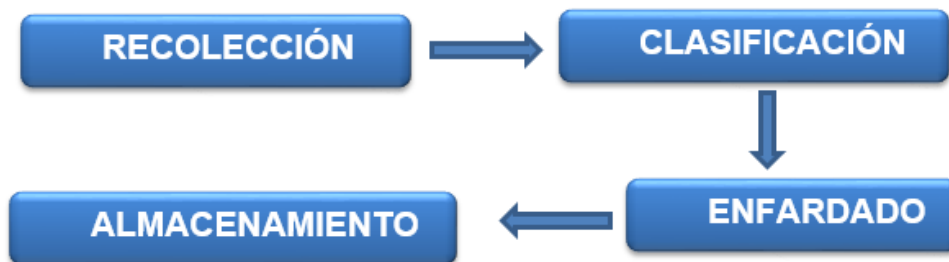
Fuente: *Residuos urbanos*. <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/126187/Galicia-compostaje-domestico-recupera-papel-gestion-sostenible-residuos-urbanos>. Consulta: 2 de septiembre de 2017.

6.4.3. Reciclaje de los residuos inorgánicos

6.4.3.1. Reciclaje del papel

Es el producto con mayor demanda para ser reciclado; el papel reciclable no se debe mezclar con papel sucio, aluminio, de fax, engomado, plastificado, encerado, etc. Es una de las formas de reciclar más beneficiosas para el medio ambiente, en gran parte por el coste medioambiental.

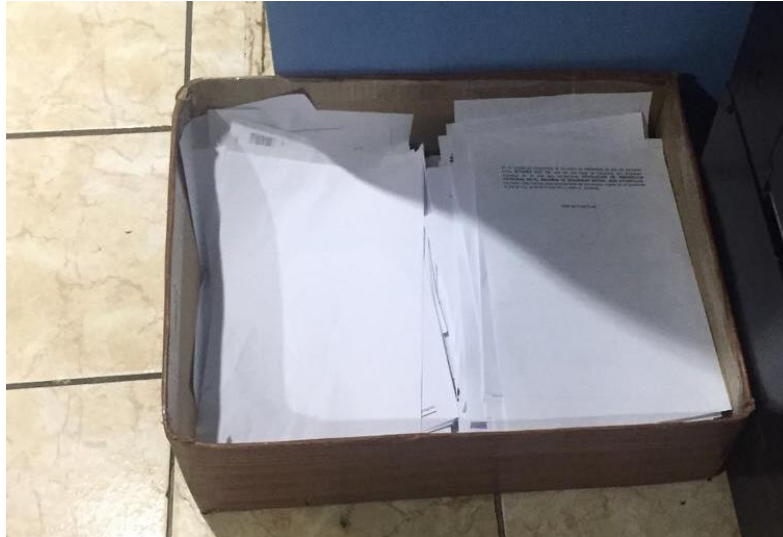
Figura 19. **Proceso del reciclaje del papel**



Fuente: elaboración propia.

- **Recolección:** la obtención del papel utilizado para el reciclaje.
- **Clasificación:** se clasifican los papeles en distintas categorías; cada tipo de papel servirá para producir un mismo papel de características similares.

Figura 20. **Clasificación del papel**



Fuente: elaboración propia.

- **Enfardado:** se refiere al ordenamiento del papel, para ser colocados en fardos.
- **Almacenamiento:** los fardos son almacenados en las empresas clasificadoras, a la espera de ser transportadas a las fábricas de papel.
- **Ventajas del reciclado del papel**

Si se comparan los procesos de fabricación de papel reciclado con la fabricación de papel a partir de la pasta química virgen, se pueden señalar las siguientes mejoras en el impacto ambiental:

- **Disminución del consumo de madera:** favorece el desarrollo de los ambientes forestales y reduce la tala de árboles.

- Disminución del consumo energético primario, cuyo ahorro puede alcanzar el 60 %.
- Reducción del consumo de agua en más de un 85 %.
- Reducción de masa de residuos urbanos en los vertederos.

6.4.3.2. Reciclaje de plásticos

Los plásticos se utilizan para la elaboración de productos de uso cotidiano: envases de bebida, juguetes y muebles. El uso generalizado de plásticos exige una buena gestión de vida del producto hasta su fin.

La categoría más amplia de plásticos no solo se encuentra en envases y embalajes (botellas de refresco, tapas, botellas de champú), también, se encuentran en utensilios duraderos (electrodomésticos y muebles) y no duraderos (pañales, bolsas de basura, vasos y utensilios, dispositivos médicos).

Figura 21. **Guía de reciclaje de plásticos**

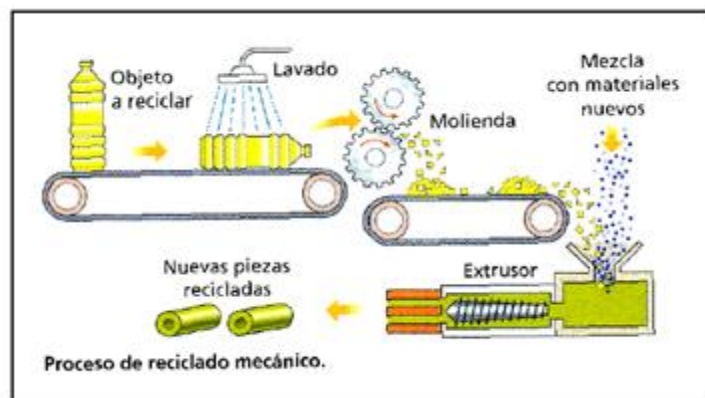


Fuente: *¿Cómo reciclar plásticos?* <https://www.recytrans.com/blog/como-se-recicla-el-plastico/>.

Consulta: 5 de septiembre de 2017.

- Tipos de reciclaje plástico
 - Reciclado mecánico: solamente los termoplásticos recuperados se pueden reciclar mecánicamente; convenientemente prensado y embalado, llega a la planta de reciclado donde comienza la etapa de regenerado del material: triturado, lavado, purificación, extrusión y granceado (aditivos convenientes).

Figura 22. **Proceso del reciclado mecánico**



Fuente: *¿Cómo reciclar plásticos?* <https://recicla3dplabs.wordpress.com/tratamiento/>.

Consulta: 5 de septiembre de 2017.

- Reciclado químico: los envases se descomponen por procesos químicos en componentes sencillos que pueden ser utilizados como materias primas para obtener otros productos: aceite, grasas, monómeros, etc. El reciclado químico puede efectuarse por medio de diversas técnicas: pirolisis, hidrogenación, gasificación y tratamiento con disolventes.

- Beneficios de reciclar el plástico
 - Ahorro de energía: la fabricación a partir de envases reciclados, supone un ahorro energético del 84 % en el caso de los plásticos.
 - Reducción de las necesidades de materia prima: por cada tonelada de envases plásticos reciclados se ahorra en torno 1 tonelada de petróleo.
 - Ahorro de recursos: con todos los envases reciclados se podría abastecer a la industria de la fabricación de plástico en casi el 9 % de los recursos que se necesitan.
 - Mejora de la calidad del aire al reducir su contaminación.
 - Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
 - Descenso de los residuos destinados a incineración.
 - Reducción de residuos que acaban en vertedero.

6.4.3.3. Reciclaje de aluminio

El aluminio es un mineral con diversas aplicaciones, además de latas, tapones, bandejas, bolsas, papel para envolver, por sus propiedades, también es utilizado como aislante. En el centro de reciclado se realizan procesos destinados a conseguir que el aluminio pueda ser devuelto al mercado:

- Triturado y eliminación de impurezas del aluminio.

- Lavado y secado para eliminar restos orgánicos y humedad.
- Se introducen las virutas de aluminio en un horno de reverberación donde se funde el aluminio y se forman lingotes de aluminio o láminas.
- Fabricación de nuevos productos.

El aluminio, tras el hierro y el acero, es el metal más utilizado en el mundo, y es uno de los materiales que menos se recicla. Por tal razón, es muy importante concientizar sobre reciclar el aluminio que se encuentra en: envases, papel de aluminio, coches, barcos, edificios y muchos usos más a nivel industrial. Es un material que además que no pierde propiedades tras varios procesos de reciclado. Prácticamente la totalidad del aluminio empleado en la industria es reciclado, a pesar de que a nivel doméstico no se recicle.

- Ventajas del reciclado del aluminio
 - El aluminio reciclado ahorra un 95 % de la energía empleada a partir de la producción del mineral primario.
 - Puede reciclarse indefinidamente sin perder sus propiedades.
 - Se puede reciclar el 100 % de los materiales recuperados.
 - Su recuperación es rentable técnica y económicamente.

CONCLUSIONES

1. Se deben caracterizar los residuos sólidos de la colonia Prados de Canaán, Chiquimula para el diseño de los sistemas de manejo y su disposición final.
2. Se mejora el sistema de recolección y disposición final de los residuos sólidos en la colonia Prados de Canaán, Chiquimula, que beneficiará a la población al brindar una metodología apropiada en cuanto a recolección, clasificación y disposición de los desechos; para minimizar la contaminación ambiental y evitar vertederos clandestinos, a las cuales se encuentran expuestos los pobladores por su mal manejo.
3. Se obtuvo una producción per cápita de 1,04 kg/hab/día de una muestra de 37 viviendas y un comercio, tres veces por semana durante dos semanas de análisis.
4. El porcentaje de residuos que genera el comercio es de 7 %, que resulta bajo, esto debido a que internamente se maneja la clasificación y el reciclaje de los residuos para que no generen impacto en la colonia Prados de Canaán y optimizar gastos.
5. Se identificó que la mayoría de los residuos generados son orgánicos con un peso de 448,73 kg que pueden ser de utilidad para un sistema de compostaje para la reducción del volumen y los malos olores, los residuos inorgánicos con un peso de 266,7 kg; con el debido manejo y

clasificación se puede aprovechar la materia para realizar nuevos productos.

6. El peso de los desechos sólidos recolectados clasificados según su composición en desechos orgánicos es mayor, 63 %, el 37 % restante es de desechos inorgánicos.
7. La humedad de los residuos sólidos orgánicos es de 71,60 %, parámetro que se toma en cuenta para el control y realización del compostaje
8. La densidad suelta de los desechos sólidos orgánicos es de 198,38 kg/m³ y la densidad de desechos inorgánicos es de 781,89 kg/m³. Así mismo, se obtuvo un volumen de 4,23 m³.
9. La mayor parte de la población de la colonia Prados de Canaán pagan un servicio de recolección de basura y el resto tira los residuos en basureros clandestinos debido a dos factores: al costo y el horario de recolección del servicio privado.

RECOMENDACIONES

1. Crear conciencia en la población sobre la importancia de clasificar y separar la basura en orgánica e inorgánica para una mejor disposición final.
2. Brindar la información necesaria a la población sobre los tipos de residuos sólidos para facilitar su clasificación y reciclaje para, dar a conocer las ventajas económicas y ambientales con la aplicación correcta de la caracterización.
3. Reducir el uso de materiales plásticos o no reciclables en las labores cotidianas y aprovechar los residuos orgánicos para realizar compost que servirá como abono, para jardineras u otro.
4. Aplicar un plan de separación de los residuos sólidos domiciliarios, por medio del uso de botes reutilizables codificados con colores para facilitar su recolección y reducir tiempo y costos en su manejo final.
5. La recolección de residuos sólidos debe efectuarse tres veces por semana; se sugiere la utilización de contenedores, con el fin de reducir o eliminar la cantidad de bolsas plásticas utilizadas; además, esta forma de almacenamiento evitaría la propagación de vectores, e incluso la dispersión de basura en la calle y evitaría que los animales destruyan las bolsas con los residuos.

6. Implementar el acceso del camión recolector municipal a la colonia para evitar que viertan los residuos en terrenos baldíos.

7. De acuerdo a lo analizado en el presente estudio, se le sugiere a la municipalidad de Chiquimula, la técnica del relleno sanitario semi-mecanizado para la disposición final de los residuos sólidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHIAPAS PÉREZ, Juan Pablo. *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el condominio residencial El Frutal 1, zona 5 de Villa Nueva. 2011.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 111 p.
2. Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 111-2005, Política para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.* Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2005. p. 87.
3. DUARTE DÍAZ, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 225 p.
4. El Observador Económico Nicaragua. *Boletín: Compostaje, alternativa para los residuos orgánicos.* [en línea]. <www.elobservadoreconomico.com/articulo/451>. [Consulta: 8 de septiembre de 2017].
5. Instituto Nacional de Estadística. *Características de la población y de los locales de habitación censados.* Guatemala: Instituto Nacional de Estadística, 2008. p. 37.

APÉNDICES

Apéndice 1. Encuesta realizada para la caracterización de residuos



Encuesta:

"CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA COLONIA PRADOS DE CANAÁN, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA"

1. Cuantas personas habitan en su vivienda.

_____ personas.

2. Tiene conocimiento sobre la clasificación de basura.

_____ sí _____ no.

3. Utiliza el tren de aseo para la recolección de sus residuos.

_____ sí _____ no.

- Con que frecuencia pasa el tren de aseo para la recolección de residuos.

- A que basurero o vertedero lleva sus residuos

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Libreta de cálculo

Vivienda No.	1o. Semana			1o. Semana			1o. Semana			2o. Semana			2o. Semana			PPC PROM.				
	Orgánica	Inorgánica	PPC	Orgánico	Inorgánica	PPC	Orgánico	Inorgánica	PPC	Orgánico	Inorgánica	PPC	Orgánico	Inorgánica	PPC					
1.00	4.00	1.82	1.14	0.74	0.45	0.91	0.34	2.05	0.91	0.74	1.82	0.15	0.57	4.09	0.45	1.14	2.30	0.45	0.69	0.70
2.00	3.00	0.68	3.41	1.36	1.59	1.36	0.98	0.68	0.91	0.53	0.91	0.91	0.61	3.64	0.91	1.52	4.20	0.41	1.54	1.09
3.00	2.00	2.05	2.05	2.05	0.45	1.82	1.14	1.14	1.82	1.48	1.36	1.82	1.59	2.73	0.45	1.59	2.20	0.30	1.25	1.52
4.00	2.00	1.82	3.64	2.73	1.14	0.68	0.91	0.68	0.45	0.57	1.82	0.91	1.36	2.27	0.91	1.59	3.20	0.40	1.80	1.49
5.00	4.00	2.05	1.59	0.91	2.50	0.45	0.74	2.27	0.45	0.68	0.91	1.36	0.57	2.73	1.36	1.02	4.50	1.20	1.43	0.89
6.00	5.00	0.45	2.27	0.55	0.68	0.91	0.32	1.36	0.45	0.36	1.36	2.27	0.73	1.82	0.45	0.45	3.60	0.46	0.81	0.54
7.00	5.00	3.64	3.18	1.36	8.64	1.36	2.00	0.45	0.45	0.18	3.64	0.91	0.91	3.18	0.91	0.82	2.50	0.90	0.68	0.99
8.00	3.00	0.91	1.14	0.68	2.50	1.14	1.21	0.68	0.45	0.38	2.27	0.45	0.91	2.27	0.45	0.91	3.40	0.36	1.25	0.89
9.00	3.00	1.00	3.18	1.39	2.73	0.91	1.21	1.36	0.23	0.53	1.36	0.23	0.53	2.27	0.23	0.83	2.27	0.41	0.89	0.90
10.00	5.00	0.45	3.41	0.77	2.05	1.36	0.68	0.45	0.23	0.14	1.82	0.91	0.55	3.64	0.91	0.91	3.60	0.36	0.79	0.64
11.00	5.00	0.68	0.91	0.32	1.36	0.45	0.36	2.50	0.91	0.68	2.27	0.45	0.55	2.27	0.45	0.55	2.50	0.40	0.58	0.51
12.00	4.00	0.45	2.27	0.68	1.36	0.45	0.45	1.00	0.45	0.36	2.73	0.91	0.91	0.91	0.91	0.45	3.10	1.00	1.03	0.65
13.00	2.00	1.14	3.18	2.16	2.50	0.45	1.48	3.41	1.36	2.39	3.18	1.14	2.16	1.14	1.14	1.14	3.20	1.14	2.17	1.91
14.00	5.00	0.91	1.14	0.41	2.27	0.45	0.55	0.91	0.91	0.36	3.64	1.14	0.95	2.27	1.14	0.68	2.20	1.00	0.64	0.60
15.00	3.00	0.45	3.41	1.29	1.36	1.14	0.83	1.14	1.36	0.83	2.27	1.59	1.29	3.64	0.45	1.36	1.50	0.63	0.71	1.05
16.00	2.00	0.91	0.91	0.91	1.14	1.14	1.14	1.82	1.14	1.48	1.82	1.59	1.70	2.27	0.45	1.36	2.60	0.89	1.75	1.39
17.00	2.00	0.45	2.27	1.36	3.18	0.91	2.05	2.27	0.91	1.59	3.64	0.91	2.27	2.50	0.91	1.70	2.40	0.91	1.65	1.77
18.00	4.00	1.14	2.27	0.85	0.91	0.68	0.40	1.36	1.36	0.68	3.18	0.91	1.02	0.91	0.91	0.45	2.90	1.11	1.00	0.74
19.00	5.00	1.36	1.82	0.64	1.36	0.68	0.41	1.82	0.45	0.45	2.73	0.45	0.64	2.73	0.45	0.64	2.50	1.28	0.76	0.59
20.00	2.00	1.14	2.73	1.93	1.82	1.36	1.59	1.82	0.45	1.14	2.27	0.91	1.59	0.91	0.91	0.91	2.60	1.29	1.95	1.52
21.00	3.00	0.45	1.36	0.61	1.14	1.14	0.76	2.27	1.36	1.21	1.82	1.14	0.98	1.14	1.14	0.76	3.20	1.15	1.45	0.96
22.00	3.00	0.23	1.82	0.68	1.14	1.36	0.83	2.27	1.36	1.21	1.36	0.91	0.76	2.73	0.91	1.21	3.70	0.98	1.56	1.04
23.00	3.00	0.91	1.14	0.68	1.59	0.45	0.68	2.73	1.36	1.36	1.82	0.45	0.76	1.82	0.45	0.76	2.50	0.55	1.02	0.88
24.00	2.00	1.36	1.36	1.36	0.45	0.91	0.68	2.05	0.91	1.48	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	2.60	0.25	1.43	1.13
25.00	5.00	0.68	1.82	0.50	0.91	0.45	0.27	2.05	0.91	0.59	2.73	0.68	0.68	1.14	0.68	0.36	2.40	0.30	0.54	0.49
26.00	4.00	0.45	2.27	0.68	2.27	0.91	0.80	1.59	0.45	0.51	3.64	0.91	1.14	2.27	0.68	0.74	3.00	0.20	0.80	0.78
27.00	1.00	0.45	1.82	2.27	1.82	1.14	2.95	1.82	0.91	2.73	1.82	1.36	3.18	0.91	0.45	1.36	3.50	1.56	5.06	2.93
28.00	2.00	0.68	1.36	1.02	1.59	1.14	1.36	0.91	0.45	0.68	2.27	0.91	1.59	2.50	0.68	1.59	3.60	1.20	2.40	1.44
29.00	3.00	0.91	0.91	0.61	1.14	0.91	0.68	1.82	0.23	0.68	0.91	0.45	0.45	1.82	0.45	0.76	2.60	0.58	1.06	0.71
30.00	3.00	1.14	0.45	0.53	0.91	1.36	0.76	1.36	0.91	0.76	0.91	0.91	0.61	2.27	0.91	1.06	3.50	0.91	1.47	0.86
31.00	2.00	0.45	1.82	1.14	0.45	1.59	1.02	1.82	0.23	1.02	1.82	0.45	1.14	2.27	0.45	1.36	2.80	0.85	1.83	1.25
35.00	2.00	0.45	0.91	0.68	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	1.36	2.27	0.45	3.60	0.63	1.77	1.17
33.00	2.00	1.14	1.36	1.25	0.91	0.91	0.91	0.91	0.45	0.68	3.18	0.91	2.05	1.82	0.91	1.36	2.68	0.52	1.60	1.31
34.00	3.00	0.91	1.82	0.91	2.27	2.27	1.52	0.91	0.91	0.61	1.82	0.91	1.36	0.45	0.61	2.63	0.23	0.95	0.92	
35.00	4.00	0.68	3.64	1.08	0.91	0.91	0.45	1.59	1.36	0.74	2.73	1.36	1.02	1.59	0.91	0.63	3.58	5.60	2.30	1.04
36.00	6.00	0.45	2.27	0.45	0.91	0.91	0.30	1.36	1.36	0.45	2.73	1.36	0.68	1.82	1.36	0.53	3.47	4.60	1.35	0.63
37.00	3.00	0.68	1.82	0.83	0.91	0.91	0.61	1.59	0.91	0.83	2.27	0.45	0.91	0.91	0.45	0.45	4.58	2.50	2.36	1.00
38.00	18.00	4.55	5.30	0.55	2.27	4.09	0.35	3.20	4.30	0.42	2.22	4.55	0.38	6.82	3.25	0.56	8.52	4.52	0.72	0.50

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Material explicativo de los residuos

ORGÁNICO	INORGÁNICO
Los desechos orgánicos son aquellos que se descomponen fácilmente y provienen de seres vivos, como partes de plantas o de animales.	Es todo desecho fabricado por el hombre por algún proceso industrial y que no se degradan fácilmente.
<p data-bbox="548 863 708 884">EJEMPLOS</p> <p data-bbox="431 890 493 911">Hojas</p> <p data-bbox="456 917 542 938">Huesos</p> <p data-bbox="618 890 824 911">Cascaras de frutas</p> <p data-bbox="597 917 797 938">Sobras de comida</p> 	<p data-bbox="1024 863 1183 884">EJEMPLOS</p> <p data-bbox="927 890 1036 911">Plástico</p> <p data-bbox="927 917 1003 938">Cartón</p> <p data-bbox="1019 942 1187 963">Telas sintéticas</p> <p data-bbox="1192 890 1263 911">Metal</p> <p data-bbox="1216 917 1284 938">Vidrio</p> 

Fuente: *De todo un poco, pero siempre por el planeta*. http://detodounpocoperosiempre porelplaneta.blogspot.com/2013_08_01_archive.html. Consulta: 30 de marzo de 2017.

Anexo 2. **Muestras de residuos orgánicos, para la obtención del porcentaje de humedad**



Fuente: *De todo un poco, pero siempre por el planeta*. http://detodounpocoperosiempre porelplaneta.blogspot.com/2013_08_01_archive.html. Consulta: 30 de marzo de 2017.

Anexo 3. **Proceso de secado en horno de muestras de residuos sólidos orgánicos**



Fuente: *De todo un poco, pero siempre por el planeta*. http://detodounpocoperosiempreporelplaneta.blogspot.com/2013_08_01_archive.html. Consulta: 30 de marzo de 2017.

