



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

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN
COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA**

Luis Fernando Manzo Velásquez

Asesorado por Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, marzo de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN
COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS FERNANDO MANZO VELÁSQUEZ

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Inga. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Crecencio Benjamín Cifuentes Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Portillo España
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
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 COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Ingeniería Civil, con fecha 04 de mayo de 2018.



Luis Fernando Manzo Velásquez

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental. Avalúos

Colegiado 2548

Guatemala, 18 de octubre de 2019.

Ingeniero

Pedro Aguilar Polanco

Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad Universitaria

Señor Director:

Por medio de la presente hago constar que como Asesor del trabajo de Graduación denominado **"CARACTERIZACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARES, EN LA COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA"** del estudiante universitario LUIS FERNANDO MANZO VELASQUEZ número de carné 2012 13053; el mismo ha sido concluido a satisfacción del suscrito y de acuerdo a los requisitos establecidos.

Por lo que doy la aprobación del mismo y solicito se continúe con los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me es grato saludarle, Atentamente;



~~Guillermo Francisco Melini Salguero~~
Ingeniero Civil, colegiado No. 2548
Asesor

Guillermo Francisco Melini Salguero
INGENIERO CIVIL
Col. 2548



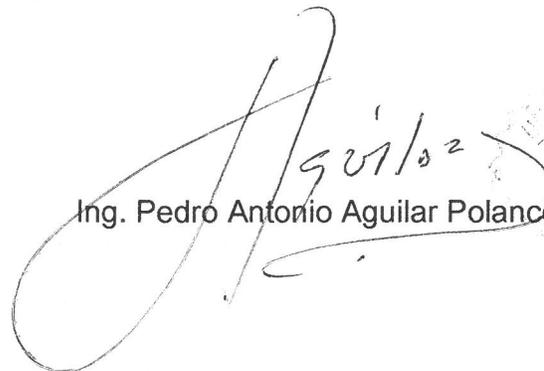
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil y Jefe del Departamento de Hidráulica, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Luis Fernando Manzo Velásquez **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, noviembre 2019

/mrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.101.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN COLONIA LAS BRISAS, ZONA 6, MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Manzo Velásquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, marzo de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y la sabiduría para lograr alcanzar el éxito.
Mis padres	Elvyn Manzo y Glenda Velásquez. Por su apoyo constante en mi vida.
Mis hermanos	Jennifer Manzo, Mauricio Manzo y René Manzo por brindarme su apoyo.
Mis abuelas	Ana Elvia García y Floridalma Solano. Por sus enseñanzas y consejos que me ayudaron en la vida.
Mi familia en general	Por brindarme su apoyo y cariño

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la oportunidad de formarme como profesional y ser parte de la tricentenaria y gloriosa.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para poder aplicarlos en la vida laboral.
Mi asesor	Ing. Civil Guillermo Francisco Melini Salguero por su asesoría y compartir sus conocimientos para realizar este trabajo de graduación.
Mis catedráticos	Partícipes de la integración formadora e inspiradora para la obtención del título que me acredita como profesional.
Mis amigos de la Facultad	Katerine de Paz, Alejandra Franco, Ericka Miranda, Velveth Solares Jhosseline Sitán, Jaime Rojas, Roberto Rosado, Douglas García, Byron Telón, Alan Pérez, Ricardo Guzmán, Nester Ampérez, Oscar García, 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.

**Compañeros y amigos
de trabajo**

Gracias por brindarme conocimientos y motivarme para crear una formación laboral. Claudia Gómez, Jenner Dionicio, Emersson Curup, Byron Pontaza, Mario Monzón, Oscar Montoya, Yovani Scott, Mario Santos.

**Vecinos de la colonia
Las Brisas**

Por el apoyo y la colaboración.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes históricos municipales y locales.....	1
1.2. Características geográficas	3
1.2.1. Ubicación geográfica y extensión territorial	3
1.2.2. Colindancias y localización de la colonia Las Brisas.....	5
1.2.3. Demografía de la colonia Las Brisas	6
1.2.4. Topografía	7
2. CONCEPTOS GENERALES.....	9
2.1. Desechos sólidos	9
2.2. Clasificación de los desechos sólidos.....	9
2.2.1. Por su clasificación	10
2.2.2. Desechos orgánicos	13
2.2.3. Desechos inorgánicos	15
2.3. Origen de los desechos sólidos.....	16
2.3.1. Desechos residenciales y comerciales	16
2.3.1.1. Residuos especiales.....	18

2.3.2.	Residuos institucionales	19
2.3.3.	Residuos hospitalarios	19
2.3.4.	Residuos de construcción y demolición	24
2.4.	Propiedades de los desechos sólidos	25
3.	MARCO LEGAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN GUATEMALA.....	31
3.1.	Marco jurídico institucional	31
3.2.	Constitución Política de la República de Guatemala.....	33
3.3.	Código de Salud Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala.....	35
3.4.	Acuerdo Gubernativo 281-2015 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.....	36
3.5.	Municipalidad de Guatemala, Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, Acuerdo No. 28-2002.	37
3.6.	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001.	41
3.7.	Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, Decreto No. 68-86	43
3.8.	Política para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. (Acuerdo Gubernativo Núm. 111-2005).....	45
3.9.	Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (Acuerdo Gubernativo 431-2007).....	46
4.	MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	51
4.1.	Implementación del plan de manejo integral de residuos sólidos	52

4.2.	Importancia de la participación pública en el manejo de residuos sólidos.....	52
4.3.	Educación comunitaria	53
4.4.	La producción de residuos sólidos domésticos	55
4.5.	Definición de áreas de estudio	57
4.6.	Estudio mediante encuestas.....	58
4.7.	Determinación de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios	58
4.8.	Producción per cápita.....	59
5.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN.....	61
5.1.	Muestra representativa	61
5.2.	Resultados de la encuesta	61
5.3.	Resultados de la cuantificación de los diferentes componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios	66
5.4.	Resultados del volumen de los desechos sólidos	71
5.5.	Densidad de los desechos sólidos	75
5.6.	Resultados de la producción per cápita de los desechos sólidos domiciliarios	77
5.7.	Propuesta para el manejo de residuos sólidos en la colonia Las Brisas, zona 6 de Mixco, Guatemala.	81
5.7.1.	Charlas educativas en escuelas y salones municipales.....	82
5.8.	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)	82
5.8.1.	Principios rectores del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).....	83
5.9.	Reducir	87
5.10.	Reutilizar.....	88
5.11.	Reciclaje	89

CONCLUSIONES.....91
RECOMENDACIONES.....93
BIBLIOGRAFÍA.....95
APÉNDICES.....99
ANEXOS.....111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Ubicación del municipio de Mixco	4
2.	Ubicación de la colonia Las Brisas	5
3.	Colonia Las Brisas	6
4.	Mapa de elevaciones de la colonia Las Brisas	8
5.	Desechos orgánicos	14
6.	Desechos inorgánicos	16
7.	Residuos residenciales y comerciales	17
8.	Residuos especiales	18
9.	Residuos hospitalarios	20
10.	Residuos de construcción y demolición	25
11.	Frecuencia del servicio de recolección de desechos	63
12.	Disposición de los desechos en el caso de que no existiera el servicio de recolección	64
13.	Trabajo del servicio de recolección actual	65
14.	Disposición final de los desechos sólidos	66
15.	Resultados de la caracterización de los desechos sólidos	67
16.	Porcentaje de los componentes de los desechos sólidos	68
17.	Porcentaje de peso de los desechos sólidos según su composición	70
18.	Peso de los desechos sólidos según su composición por día de recolección	70
19.	Balanza	71
20.	Recipiente para cálculo de volumen	72
21.	Volumen suelto total	73
22.	Volumen compactado total	74
23.	Densidad suelta en Kg/m ³	76

24.	Densidad compactada en Kg/m ³	77
25.	Jerarquía en el manejo de residuos sólidos	84
26.	Etapas de la gestión de residuos	87

TABLAS

I.	Aldeas de Mixco.....	2
II.	Colonias residenciales del municipio de Mixco	2
III.	Población de la colonia Las Brisas.....	7
IV.	Tiempo de degradación de los residuos inorgánicos	15
V.	Contenido de humedad y densidad de los residuos sólidos	26
VI.	Datos típicos sobre peso específico y contenido en humedad para residuos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas	27
VII.	Instituciones vinculadas con el tema ambiental	32
VIII.	Rol de la participación pública y de la educación comunitaria	53
IX.	Datos obtenidos en la encuesta 1	62
X.	Resultados de la caracterización de desechos sólidos	67
XI.	Porcentaje de desechos sólidos	68
XII.	Peso de los desechos sólidos según su composición.....	69
XIII.	Volumen suelto de los desechos sólidos	72
XIV.	Volumen compactado total.....	73
XV.	Resultados de la densidad suelta de desechos sólidos en Kg/m ³	75
XVI.	Resultados de la densidad compactada de desechos sólidos en Kg/m ³	76
XVII.	Producción per cápita promedio de los desechos sólidos por vivienda.....	78
XVIII.	Producción per cápita por días	80

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
D	Diámetro
E	Error permisible
°C	Grados Celsius
° ' "	Grados, minutos y segundos
hab	Habitante
kg	Kilogramos
kg/hab/día	Kilogramo por habitante por día
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
km	Kilómetro
lb	Libra
m	Metro
m³	Metro cúbico
n	Número muestral
N	Número total de viviendas
w	Peso
%	Porcentaje
PPC	Producción per cápita o por habitante
SI	Sistema internacional

GLOSARIO

Aerobio	Procesos u organismos que necesitan oxígeno para desarrollarse y vivir.
Anaerobio	Procesos u organismos que se desarrollan en un medio sin existencia de oxígeno.
Biodegradación	Descomposición natural de una sustancia o producto no contaminante por la acción de agentes biológicos.
Botadero	Lugar donde se vierten los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.
Caracterización	Determinación de atributos de un objeto o persona.
COCODE	Consejo comunitario de desarrollo.
Desecho sólido	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.
Disposición final	Servicio final que reciben los desechos sólidos de cierto lugar.

GIRS	Gestión integral de residuos sólidos.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
PGIRS	Plan de gestión integral de residuos sólidos.
Proliferación	Reproducción acelerada de un organismo vivo.
RD	Ruta departamental.
RSM	Residuo sólido municipal.
Saneamiento	Conjunto de acciones que tiene por objeto el dar condiciones salubres a un sector, ciudad o país.
SI	Sistema Internacional de Medidas.

RESUMEN

El estudio de caracterización de los desechos sólidos domiciliarios se realizó en la colonia Las Brisas, en la zona 6 del municipio de Mixco, del departamento de Guatemala. Contaba con una población de 2 067 habitantes en el año 2002, dato proporcionado por la oficina de información pública de la municipalidad de Mixco.

Limitado al norte con la Ruta Nacional 5, (RN-5), también conocida como calzada San Juan. Al cruzando esta calzada está el complejo industrial Mixco norte, por el Este con uno de los ingresos hacia el cementerio Las Flores, por el Sur con una parte de la colonia La Brigada y con la colonia El Paraíso dos, estas dos colonias se encuentran al otro lado del barranco, y por el Oeste con la colonia San José los Pinos.

Los desechos sólidos que se acumulan en lugares inadecuados conforman problemas sociales y ambientales. Conforme pasa el tiempo, se acumulan cada vez más estos desechos, lo cual genera enfermedades en las comunidades cercanas, y otras consecuencias por lo que es difícil de erradicar.

Los desechos sólidos son cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa que no posea utilidad para las personas. Según su composición física, se clasifican en orgánicos e inorgánicos. De acuerdo con su origen, se dividen en domiciliarios, comerciales, industriales, servicios públicos y hospitalarios como producto de sus actividades diarias.

En Guatemala, existen normativos, decretos y reglamentos que regulan la disposición final de los desechos sólidos, así como su adecuado manejo. Sin embargo, ante la falta de cultura de reciclaje o de reúso de algunos desechos, estos documentos quedan con poco efecto en comunidades.

Como resultado de esta investigación se obtuvieron, en forma de porcentaje, las cantidades producidas de cada residuo sólido: 49,47 % de desechos orgánicos, como restos de comida, hojas, desechos de jardín, entre otros. Además 8,15 % de desechos plásticos, como bolsas o envoltorios, 0,63 % de vidrio, entre estos envases, papel 38,04 % la mayoría son residuos de papel higiénico, revistas y periódicos, cartón 3,38 %, como cajas pequeñas, metales 0,34 %, como latas de gaseosas o envases. Dos o tres veces por semanas se recolectan los desechos de las viviendas y los comercios de la colonia Las Brisas.

OBJETIVOS

General

Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios de la colonia Las Brisas del municipio de Mixco, del departamento de Guatemala.

Específicos

1. Clasificar los desechos sólidos que generan los domicilios del lugar de estudio.
2. Determinar el peso, densidad y volumen de desechos sólidos generados en la colonia Las Brisas para así darle un mejor manejo.
3. Cuantificar la cantidad de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos generados en el lugar de estudio.
4. Determinar la cantidad de desechos sólidos que se generan en la colonia Las Brisas.

INTRODUCCIÓN

Los desechos sólidos constituyen un problema para los humanos y para el medio ambiente. Su manejo inadecuado ha generado contaminación desmedida de las calles de las comunidades y de los ríos cercanos lo cual provoca enfermedades en la población.

La caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en la colonia Las Brisas de la zona 6, del municipio de Mixco del departamento de Guatemala surge como una necesidad ante el manejo inadecuado de los desechos sólidos domiciliarios y comerciales de esa colonia. La cercanía de un río evidencia la deficiencia en la manipulación de los desechos. Según el plan de ordenamiento territorial del municipio de Mixco, en toda la zona 6, solo el 77 % de las personas que habitan esta zona utiliza el servicio de recolección de basura. Además, cerca del 46 % de la zona 6 de Mixco está constituida por barrancos o con alta vegetación.

El crecimiento constante de la población en la localidad exige un control de los desechos sólidos. También se cuenta con una escuela pública y varios colegios en el sector, por lo cual, el área, debe mantenerse limpia para evitar enfermedades a causa del mal manejo de los desechos.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN

1.1. Antecedentes históricos municipales y locales

El municipio de Mixco, se encuentra situado en la parte oeste del departamento de Guatemala, en la Región Metropolitana. Se localiza en la latitud 14° 37' 46" y en la longitud 90° 36' 24". Limita al Norte con el municipio de San Pedro Sacatepéquez (Guatemala); al Sur con el municipio de Villa Nueva (Guatemala); al Este con los municipios de San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez (Sacatepéquez); y al Oeste con los municipios de Chinautla y Guatemala (Guatemala). Cuenta con una extensión territorial de 99 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1,730 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es templado. Se encuentra a una distancia de 16 Km. de la cabecera departamental de Guatemala.¹

“Cuenta con 11 aldeas y 27 colonias. Las aldeas son: El campanero, Cotió, El Aguacate, Lo de Bran, Lo de Coy, Lo de fuentes, La Brigada, La comunidad, Naranjito, San Ignacio y Sacoj”.²

Conocido como Santo Domingo Mixco, durante el período hispánico, era el Valle de Mixco una de las divisiones naturales de la antigua comprensión de las tierras jurisdiccionales del corregimiento del Valle, cuya autoridad estaba reservada al alcalde de la ciudad de Santiago, hoy Antigua Guatemala. Mixco después del terremoto de Santa Marta en 1773 que asoló la capital de Santiago, fue por corto tiempo sede del gobierno.³

Según la división política de Mixco, la mayor parte del municipio está conformada por colonias residenciales de gran extensión. Se debe tomar en cuenta que muchas colonias tienen barrancos o bosques en sus cercanías.

¹ *Cultura petenera y más.* <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/mixco/>. Consulta: 15 de abril 2018.

² *Ibíd.*

³ *Cultura petenera y más.* <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/mixco/>. Consulta: 15 de abril 2018.

Tabla I. **Aldeas de Mixco**

Aldeas	Listado		
	El Campanero	Sacoj	Lo de Bran
	El Naranjito	Lo de Coy	El Aguacate
	San José la Comunidad	Buena Vista	Lo de Fuentes
	El Manzanillo		

Fuente: MOLIENDO, Fernando. *Historia de Mixco*. <http://guatehistoria.com/historia-de-mixco/>
 Consulta: 15 de marzo 2018.

Tabla II. **Colonias residenciales del municipio de Mixco**

Colonias residenciales	Listado		
	San José Las Rosas	Belencito	
	El Milagro	Las Brisas	Montserrat 2
	Monte Real	Molino de Las Flores	Bosques de San Nicolás
	Primero de Julio	La Brigada	Las Minervas
	Monte Verde	Ciudad San Cristóbal	El Tesoro
	San Francisco	Belén	El Tesoro Banvi
	El Castaño	Lomas de Portugal	Ciudad Satélite
	El Caminero	Lomas de San Jacinto	Santa Marta
	Pablo VI	Nueva Montserrat	Condado Naranja
	Carolingia	Montserrat 1	

Fuente: MOLIENDO, Fernando. *Historia de Mixco*. <http://guatehistoria.com/historia-de-mixco/>
 Consulta: 15 de marzo 2018.

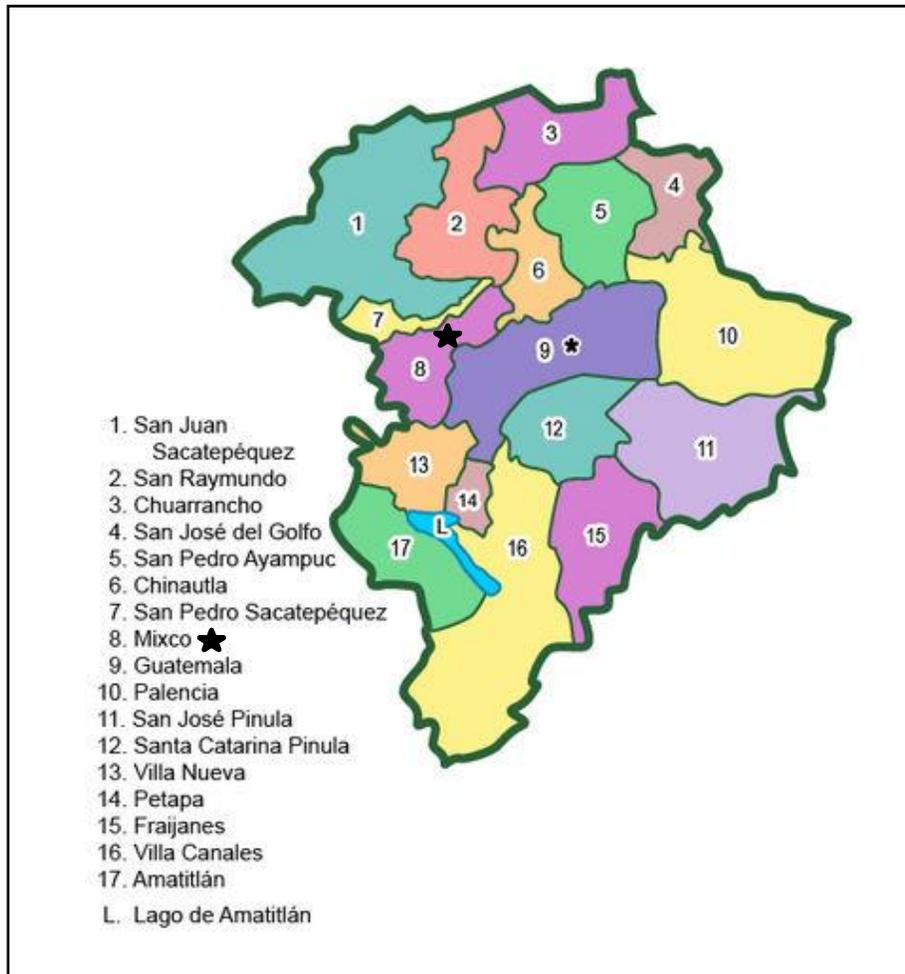
1.2. Características geográficas

La geografía física es lo que permite el reconocimiento de una región geográfica. Esto quiere decir que una región geográfica está determinada por rasgos como la vegetación, hidrografía y relieve.

1.2.1. Ubicación geográfica y extensión territorial

Una región geográfica forma parte del conjunto de las regiones naturales, se trata de zonas territoriales que se delimitan a partir de determinadas características naturales.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Mixco**



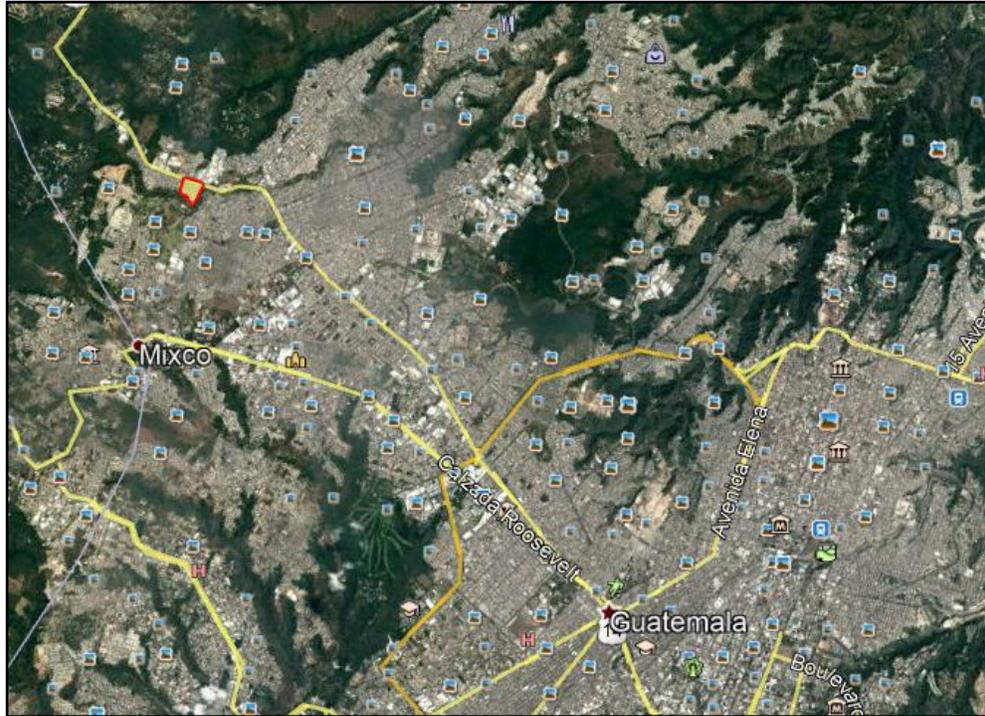
Fuente: *Municipios de Guatemala.*

<http://guatehistoria.com/wpcontent/uploads/2016/06/MUNICIPIOS-DE-GUATEMALA.jpg>.

Consulta: 15 de marzo 2 018.

Territorialmente la colonia Las Brisas está dividida en 15 bloques, con un promedio de 35 viviendas en cada uno. Con una superficie territorial de aproximadamente 70 000 metros cuadrados.

Figura 2. **Ubicación de la colonia Las Brisas**



Fuente: Google Maps. *Colonia Las Brisas*. <https://bit.ly/2uJArg8>. Consulta: 15 de marzo 2018.

1.2.2. Colindancias y localización de la colonia Las Brisas

Limitado por el norte con la Ruta Nacional 5, (RN-5), también conocida como la calzada San Juan. Al cruzar la calzada está el complejo industrial Mixco Norte, por el este con uno de los ingresos hacia el cementerio Las Flores, por el sur con una parte de la colonia La Brigada y con la colonia El Paraíso dos, estas dos colonias se encuentran al otro lado del barranco, y por el oeste con la colonia San José los Pinos.

Figura 3. **Colonia Las Brisas**



Fuente: Google Maps. *Colonia Las Brisas*. <https://bit.ly/2wYdKWi>. Consulta: 15 de marzo 2018.

1.2.3. Demografía de la colonia Las Brisas

En el año 2002 se determinó que la población era de 2 067 habitantes, distribuidos por grupo etario de la colonia las Brisas del municipio de Mixco.

Tabla III. **Población de la colonia Las Brisas**

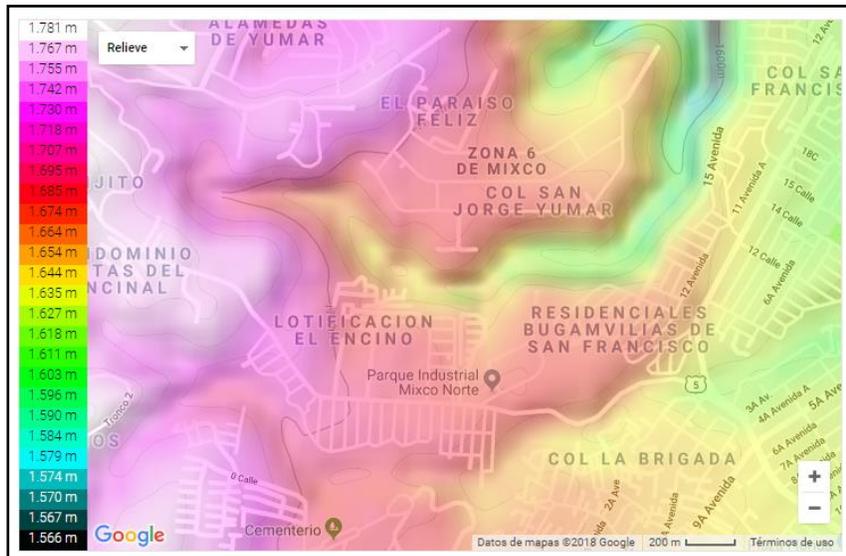
Colonia las Brisas		
Hombres	480	habitantes
Mujeres	549	habitantes
Niños	1 038	habitantes
Población total	2 067	habitantes

Fuente: Municipalidad de Mixco. *Censo poblacional llevado a cabo del año 2002*, unidad de acceso a la información pública. Consulta: 23 de marzo de 2018.

1.2.4. Topografía

Debido a que la colonia está cerca del barranco, la topografía varía entre los 1 687 y 1 656 msnm. En unos bloques las pendientes son bastante altas en una longitud corta.

Figura 4. Mapa de elevaciones de la colonia Las Brisas



Fuente: *Mapa de Guatemala, Guatemala en Google Maps.* <http://es-gt.topographic-map.com/places/Mixco-242642/>. Consulta: 23 de marzo 2018.

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. Desechos sólidos

Se definen como desechos sólidos a un grupo de residuos producidos cotidianamente por el ser humano. Se caracterizan porque están en estado sólido, a diferencia de los desechos de otros tipos, como los líquidos y gaseosos. El ser humano genera mayor abundancia de este tipo de desecho porque las actividades que se realizan, estas implican la generación de este tipo de desechos. Además, ocupan mayor porcentaje de espacio, ya que son muy difíciles de biodegradarse.⁴

“Cualquier materia sólida que es descargada, depositada, enterrada, diluida o vertida al medio ambiente, en cantidades tales que puede producir alteraciones a la calidad ambiental y la salud humana, se le llama más comúnmente basura”.⁵

2.2. Clasificación de los desechos sólidos

Los desechos sólidos se pueden clasificar según su composición o por el tipo de residuo mayoritario.

⁴ *Definición de desechos sólidos.* <http://conceptodefinicion.de/desechos-solidos/>. Consulta: 1 de junio 2018.

⁵ Greenpeace. *Manual ciudadano sobre desechos sólidos.* p. 95.

2.2.1. Por su clasificación

La basura es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. Los desechos sólidos son producto de las actividades humanas y se les considera con valor igual a cero por el desechado. La basura no siempre es odorífica, repugnante e indeseable, ya que depende de su origen y composición.

Normalmente, se coloca en lugares predestinados para la recolección y envío a los tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar.

“Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos como materia orgánica, papales y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc.”⁶

“La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo.”⁷

“Es necesario distinguir claramente en qué etapa de la gestión de residuos corresponden los valores de composición.”⁸

- Papel y cartón: papel y cartón, doblado y preferiblemente atado para facilitar su recogida selectiva. Diarios, revistas, sobres, hojas, cajas de

⁶ LAVIDAENELSENA. *Composición de los residuos*.
<http://lavidaenelsena.blogdiario.com/1208909220/composicion-de-los-residuos/>. Consulta: 1 de junio 2018.

⁷ *Ibíd.*

⁸ *Ibíd.*

cartón, papeles de embalar o envolver regalos, cuadernos. Los residuos de papel y cartón admitidos en los canales de recogida municipales habituales:

Periódicos, revistas, publicidad, libretas y cuadernos, sobres, folios, libros, papeles para envolver regalos, cajas y paquetes de cartón (paquetes de cereales, cajas de zapatos, paquetes de tabaco, etc.), envases de papel, cartones de huevos, embalajes voluminosos de cartón, bolsas de papel, rollos de papel higiénico, etiquetas de la ropa, etc.

Por lo general el tipo de papel o cartón que no se puede reciclar son: papeles o cartones sucios o plastificados, espirales, clips, grapas, servilletas y papeles de cocina usados, papeles sucios, papeles plastificados, fotografías.

- Vidrios: los envases hechos con este material son los más respetuosos con el medio ambiente pues, aunque su degradación es lenta, durante el proceso no se libera ninguna sustancia perjudicial. Además, su proceso de creación es barato, ya que las sustancias necesarias para ello son abundantes. Otra ventaja del vidrio es que es 100 % reciclable, no se pierde nada durante el proceso.
- Chatarra y metal: se conoce como chatarra al conjunto de trozos de metal viejo o de desecho, especialmente el hierro. Algunos componentes de la chatarra tienen un valor económico y pueden ser reciclados una vez es recuperado correctamente. La chatarra o residuos metálicos pueden clasificarse en dos grandes tipos:

- Chatarra de metales ferrosos: procedente del hierro y acero.
- Chatarra de metales no ferrosos: residuos de cobre, aluminio, estaño, plomo, cinc o níquel, entre los más conocidos.
- Pinturas y aceites: cuentan con sustancias químicas como aglutinantes y pigmentos diferentes. La mayoría de los residuos provienen de negocios automotrices. Debido a que son muy inflamables no deben desecharse junto con la demás basura.
- Plásticos: estos son los que más se utilizan debido a la facilidad del tipo de empaque en el que estos se encuentran, como envases de productos de limpieza, bolsas y cajas, entre otras.
- Botellas de plástico PET⁹: se pueden distinguir tres tipos fundamentales de PET, el grado textil, el grado botella y el grado *film*.

El grado textil fue la primera aplicación industrial del PET. Durante la Segunda Guerra Mundial, se usó para reemplazar las fibras naturales como el algodón o el lino. Al poliéster (nombre común del PET grado textil), se le reconocieron excelentes cualidades desde un inicio para el proceso textil, entre las que se encuentran su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además del fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin necesidad de planchado). Entre algunas limitaciones que presenta este material son: difícil tintura, la formación de *pilling* (bolitas) y la acumulación de electricidad estática, problemas para los que se han desarrollado soluciones eficaces.

⁹ *Todo lo que quieras saber sobre PET*. <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>. Consulta: 6 de junio 2018.

El grado botella se comenzó a producir en Europa a partir de 1974 y su primera comercialización se llevó a cabo en los EUA. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo. La más reciente y exitosa aplicación del PET, es el envasado de aguas minerales, también se ha comenzado a utilizar en el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas y miel.

El PET grado filme, se utiliza en gran cantidad para la fabricación de películas fotográficas, de rayos X y de audio.

- Baterías y pilas: contienen diversos metales pesados y químicos tóxicos que contaminan el suelo y el agua, por ello preocupan por los riesgos de contaminación que representan. Cuentan con materiales, como cobre, aluminio y litio. Se encuentran en una gran cantidad de aparatos eléctricos, móviles y otros.

2.2.2. Desechos orgánicos

“Todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo, hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, entre otros”.¹⁰

¹⁰ *Clasificación de los residuos*. <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>. Consulta: 6 de junio 2018.

“Una de sus características es que se desintegran o degradan rápidamente y se transforman en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo de ello son los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne y huevos”.¹¹

Más de la mitad de la basura son restos de comida. Esta materia es una fuente de abonos de alta calidad. Además de eliminar más de la mitad de los residuos supone un aporte de nutrientes y fertilidad para los cultivos. Esto evita el uso de abonos químicos que producen contaminación de las aguas.¹²

Figura 5. **Desechos orgánicos**



Fuente: elaboración propia.

¹¹ *Clasificación de los residuos*. <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>. Consulta: 6 de junio 2018.

¹² *Ibíd.*

2.2.3. Desechos inorgánicos

Son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo, los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos y gomas. En muchos casos es imposible su transformación o reciclaje. Otros como las pilas o baterías, son peligrosos y contaminantes.¹³

Tabla IV. **Tiempo de degradación de los residuos inorgánicos**

Residuo	Años de degradación
Papeles y cartones	1
Chicle	5
Latas aluminio	10
Vasos desechables	10
<i>Tetrapak</i>	30
Envases de aerosol	30
Tapas de aluminio	30
Tapas plásticas	100
Encendedores	100
Plástico PET	100 a 1 000
Bolsas de plásticos	150 mínimo
Zapatos y zapatillas	200
Muñecas y juguetes similares	300
Pilas y baterías	1 000
<i>Cartridges y tonners</i>	1 000
Electrónicos	1 000
Vidrios	4 000

Fuente: GARCÍA, Adriana. *Tiempo de degradación de los residuos*.

<http://www.reciclacion.cl/mundo-reciclaje/tiempo-de-degradacion-de-los-residuos/>. Consulta: 6 de junio 2018.

¹³ *Residuos orgánicos e inorgánicos*.

<http://www.mantra.com.ar/contecologia/organicoseinorganicos.html>. Consulta: 6 de junio 2018

Figura 6. **Desechos inorgánicos**



Fuente: *Desechos inorgánicos*. <https://cualesel.net/la-basura-organica-e-inorganica/>. Consulta: 6 de julio 2018

2.3. Origen de los desechos sólidos

Es determinado por el tipo de actividad que las personas realizan, la cantidad y características de los desechos sólidos de cada hogar, así como los hábitos de consumo, nivel socioeconómico, ubicación geográfica o la época del año.

2.3.1. Desechos residenciales y comerciales

Son residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. La fracción orgánica de los residuos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, textiles, goma, cuero, madera y residuos de jardín. La fracción inorgánica está formada por artículos como vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales féreos y suciedad. Si los componentes de los residuos no se separan cuando se desechan, entonces la mezcla de estos desechos se conoce como residuos sólidos urbanos domésticos y comerciales no seleccionados.¹⁴

¹⁴ COLOMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 91.

Los residuos que se descomponen con rapidez se denominan residuos putrescibles. Su fuente principal es la manipulación y preparación de comida. Su descomposición provoca olores molestos y producción de moscas. En muchas ocasiones, la naturaleza putrescible de los residuos influirá en el diseño y en la operación del sistema de recogida de residuos sólidos. A este tipo de residuos se les llama generalmente materia orgánica, aunque no es estrictamente correcto.¹⁵

“El papel residual encontrado en los residuos sólidos urbanos está típicamente compuesto por periódicos y revistas, impresos comerciales, papel de oficina, cartón, embalajes de papel, otros papeles no destinados al embalaje, pañuelos y toallas de papel”.¹⁶

Figura 7. **Residuos residenciales y comerciales**



Fuente: *Residuos residenciales y comerciales*. <http://biox.com.ve/index.php/recoleccion/>.

Consulta: 6 de julio 2018.

¹⁵ COLOMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 91.

¹⁶ *Ibíd.*

2.3.1.1. Residuos especiales

“Artículos voluminosos, que son artículos domésticos comerciales e industriales grandes ya sean gastados o rotos tales como muebles, lámparas, librerías, archivadores, etc.”.¹⁷

“Electrodomésticos de consumo, incluyendo artículos gastados o rotos ya no queridos como: radios, estéreos, televisores, videos, DVD, etc.”.¹⁸

“Productos de línea blanca como los grandes electrodomésticos comerciales domésticos o industriales gastados o rotos como: estufas, lavadores, refrigeradoras, secadoras, etc.”.¹⁹

Figura 8. Residuos especiales



Fuente: *Residuos especiales*. <https://www.vaciadosexpress.com/blog/basura-que-no-puedes-tirar-a-la-calle>. Consulta: 6 julio 2018.

¹⁷ COLOMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 92.

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

2.3.2. Residuos institucionales

Las fuentes incluyen centros administrativos, escuelas, cárceles y hospitales, excluyendo los residuos de fabricación de las industrias y los residuos sanitarios de los hospitales. En la mayoría de los hospitales los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de los otros residuos.²⁰

2.3.3. Residuos hospitalarios

Los residuos sólidos hospitalarios son sustancias, materiales, subproductos sólidos, líquidos o gaseosos, resultado de una actividad ejercida por el generador; es decir, la persona natural o jurídica que produce residuos hospitalarios relacionados con la prestación de servicios de salud, por lo cual se implementa la gestión integral que abarca el manejo, la cobertura y planeación de todas las actividades relacionadas con los residuos hospitalarios desde su generación hasta su disposición fina.²¹

“Los desechos sólidos se generan en gran cantidad en las instituciones de salud que por sus características, composición y origen requieren de un manejo específico para evitar la propagación de infección”.²²

²⁰ COLOMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 93.

²¹ *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 6 junio 2018.

²² *Ibíd.*

Figura 9. **Residuos hospitalarios**



Fuente: *Residuos hospitalarios*.

http://caracol.com.co/radio/2015/01/20/bogota/1421750220_595564.html. Consulta: julio 20
2018

- “No peligrosos. Son residuos producidos por el generador, en este caso, la institución de salud en el desarrollo de su actividad. No representan ningún riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Los residuos no peligrosos se clasifican en”.²³
 - “Biodegradables. Son los residuos naturales que al interactuar con el medio ambiente se desintegran sin causar alteraciones a éste; como los vegetales, alimentos, papel higiénico, jabones o detergentes y otros residuos que pueden ser transformados fácilmente en materia orgánica”.²⁴
 - “Reciclables. Los residuos reciclables no se descomponen fácilmente pueden someterse a un proceso de reciclaje donde se

²³. *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 6 junio 2018.

²⁴ *Ibíd.*

aprovechan para ser transformados. Los residuos sólidos recuperados se convierten en materia prima para la fabricación de nuevos productos. Los elementos reciclables son: papel, plástico, vidrio y radiografías, entre otros”.²⁵

- “Inertes. Su degradación natural no permite la transformación en materia prima, requiere de grandes periodos de tiempo. Se pueden nombrar algunos como el icopor, papel carbón y algunos plásticos”²⁶.
- “Ordinarios o comunes. Son los generados en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, sala de espera y, en general, en todos los sitios de la entidad hospitalaria”.²⁷
- “Peligrosos. Los residuos peligrosos son capaces de producir enfermedades, son los que tienen algunas de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radioactivos, volátiles o tóxicos; lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. De igual manera se consideran peligrosos los envases o empaques que hayan estado en contacto con ellos. Estos residuos se clasifican en”.²⁸
 - “Infecciosos. Los residuos infecciosos desencadenan una contaminación biológica, debido a la presencia de microorganismos patógenos (bacterias, parásitos, virus, hongos) que pueden llegar a producir algún tipo de enfermedad infecciosa

²⁵ *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 6 junio 2018.

²⁶ *Ibíd.*

²⁷ *Ibíd.*

²⁸ *Ibíd.*

y se dividen según su composición en: biosanitarios, anatomopatológicos o corto punzantes, que se describen así”:²⁹

- “Biosanitarios. Son los elementos que estuvieron en contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente, entre estos elementos se pueden mencionar: gasas, apósitos, vendajes, drenes, guantes, sondas, toallas higiénicas o cualquier otro elemento desechable que haya tenido contacto con el paciente”.³⁰
- “Anatomopatológicos. Entre estos están los residuos patológicos humanos, incluyendo biopsias, tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que se remueven durante necropsias, cirugías u otros, incluyendo muestras para análisis”.³¹
- “Corto punzantes. Elementos que por sus características cortantes pueden dar origen a un accidente con riesgo biológico. Los más usados en las instituciones de salud son: hojas de bisturí, cuchillas, agujas y ampollas de vidrios”.³²
- “Químicos. Son residuos que debido a su composición y dependiendo de su concentración o tiempo de exposición pueden causar la muerte, lesiones graves, efectos nocivos para la salud o el medio ambiente; éstos

²⁹ *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 6 junio 2018.

³⁰ *Ibíd.*

³¹ *Ibíd.*

³² *Ibíd.*

se clasifican en: fármacos parcialmente consumidos, residuos citotóxicos, metales pesados, reactivos y contenedores presurizados”.³³

- “Fármacos parcialmente consumidos, vencidos o deteriorados. Proviene de sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento”.³⁴
- “Metales pesados. Están en los objetos o elementos en desuso contaminados o que contengan metales pesados como: plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel o mercurio”.³⁵
- “Residuos citotóxicos. Se encuentran en los excedentes de fármacos usados para realizar tratamientos oncológicos y en elementos utilizados en su aplicación”.³⁶
- “Reactivos. Son las sustancias que pueden generar gases, vapores, humos tóxicos o explosión, colocando en riesgo tanto la salud humana como el medio ambiente”.³⁷
- “Contenedores presurizados. Corresponden a los empaques llenos o vacíos de gases anestésicos, medicamentos, óxido de etileno y otros elementos”.³⁸

³³ *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 06 junio 2018.

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ *Ibíd.*

³⁶ *Ibíd.*

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ *Ibíd.*

- “Aceites usados. Son los que contienen una base mineral o sintética que se generan en labores de mantenimiento y laboratorio, entre ellos se encuentran lubricantes de motores, grasas y aceites de equipos”.³⁹
- “Radioactivos. Están en las sustancias emisoras de energía continua en forma alfa, beta o de fotones cuya interacción con la materia da lugar a rayos X”.⁴⁰

2.3.4. Residuos de construcción y demolición

Son los residuos provenientes de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras. Las cantidades generadas son difíciles de estimar y se componen normalmente de suciedad, piedras, hormigón, armaduras, ladrillos escayola, madera, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad, etc. Los residuos de los edificios demolidos, calles levantadas, aceras, puentes y otras estructuras varían de gran envergadura, son clasificados como residuos de demolición cuya composición es similar a los anteriores, pero suelen incluir vidrios rotos, plásticos, aceros, etc. Se conocen habitualmente como escombros o ripio.⁴¹

³⁹ *Desechos hospitalarios*. <http://dadiscartagena.gov.co/index.php/vigilancia-y-control/residuos-hospitalarios>. Consulta: 06 junio 2018.

⁴⁰ *Ibíd.*

⁴¹ COLOMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. p. 93.

Figura 10. **Residuos de construcción y demolición**



Fuente: GAIZKA, Lasa. *residuos de construcción y demolición*.

<https://www.diariovasco.com/gipuzkoa/multan-cuatro-empresas-20170712065319-ntvo.html>.

Consulta: 20 de julio 2018.

2.4. Propiedades de los desechos sólidos

Entre estas propiedades se encuentra el peso, la humedad y el peso específico de los desechos sólidos.

- **Peso:** para los residuos sólidos se emplean diferentes sistemas de unidades, como: gramos, kilogramos, toneladas, libras, etc. así también se considera el peso húmedo o el peso seco.
- **Peso específico:** el peso específico o densidad de los residuos sólidos es de utilidad para poder determinar el volumen que ocupan por una masa

de residuos. Sus unidades varían dependiendo del sistema que se utilice ya sea el sistema inglés (lb/pe^3) o el internacional (kg/m^3).

- Porcentaje de humedad: este se determina a partir de la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de los residuos, con respecto al peso húmedo de los residuos.

$$\%Humedad = \frac{(peso\ humedo - peso\ seco)}{peso\ humedo}$$

Tabla V. **Contenido de humedad y densidad de los residuos sólidos**

tipos de residuos	% humedad	Densidad (kg/m^3)
Orgánicos	70	291
Papel	6	89
Cartón	5	50
Plásticos	2	65
Textiles	10	65
Vidrio	2	196
Aluminio	2	160
Metales ferrosos	3	320
Residuos sólidos urbanos	15	130
Residuos sólidos urbanos compactados	20	297
Residuos en el relleno sanitario	25	600-900

Fuente: *Gestión integral de residuos sólidos.*

<http://gestionintegralresiduos.blogspot.com/2010/02/propiedad-fisicas-y-quimicas-de-los.html>.

Consulta: 6 de junio 2018.

Tabla VI. **Datos típicos sobre peso específico y contenido en humedad para residuos domésticos, comerciales, industriales y agrícolas**

Tipo de residuo	Peso específico kg/m ³		Contenido en humedad, porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Domésticos (no compactados)				
Residuos de comida (mezclados)	131-481	91	50-80	70
Papel	42-31	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
Residuo 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	131-1 151	320	2-4	3
Suciedad, cenizas, entre otros	320-1 000	481	6-12	8
Cenizas	650-831	745	6-12	6
Basura	89-181	131	5-20	15
Residuos de jardín domésticos				
Hojas (sueltas y secas)	30-148	59	20-40	30
Hierba verde (suelta y humedad)	208-297	237	40-80	60
Hierba verde (humedad y compactada)	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
Urbanos				
En camión compactador	178-451	297	15-40	20
En vertedero				
Medianamente compactados	362-498	451	15-40	25
Bien compactados	590-742	600	15-40	25

Continuación de tabla VI.

Comerciales				
Residuos de comida (húmedos)	475-950	540	50-80	70
Aparatos	148-202	181	0-2	1
Cajas de madera	110-160	110	10-30	20
Podas de arboles	101-181	148	20-80	5
Basura (combustible)	50-181	119	10-30	15
Basura (no combustible)	181-362	300	5-15	10
Basura (mezclada)	139-181	160	10-25	15
Construcción y demolición				
Demolición mezclados (no combustible)	1 000-1 600	1 421	2-10	4
Demolición mezclados (combustibles)	300-400	360	4-15	8
Construcción mezclados (combustibles)	181-360	261	4-15	8
Hormigón roto	1 198-1 800	1 540	0-5	-
Industriales				
Fangos químicos (húmedos)	801-1 101	1 000	75-99	80
Cenizas volantes	700-900	800	2-10	4
Restos de cuero	100-250	160	6-15	10
Chatarra metálica (pesada)	1 501-2 000	1780	0-5	-
Chatarra metálica (ligera)	498-900	740	0-5	-
Chatarra metálica (mezclada)	700-1 500	900	0-5	-
Aceites, alquitranes, asfaltos	801-1 000	950	0-5	2
Serrín	101-350	291	10-40	20
Residuos textiles	101-220	181	6-15	10
Madera (mezclada)	400-676	498	30-60	25

Continuación de tabla VI.

Agrícolas				
Agrícolas (mezclados)	400-751	561	40-80	50
Animales muertos	202-498	359	-	-
Residuos de frutas (mezclados)	249-751	359	60-90	75
Estiércol (húmedo)	899-1 050	1 000	75-95	94
Residuos de vegetales (mezclados)	202-700	359	60-90	75

Fuente: *Gestión de residuos sólidos, propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos. Cap. IV.* https://aulagaasociacion.files.wordpress.com/2015/03/4_propiedades_rsu.pdf.

Consulta: 15 de junio 2018.

3. MARCO LEGAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN GUATEMALA

3.1. Marco jurídico institucional

La legislación vigente ha creado múltiples instituciones, a las que el Estado ha asignado atribuciones y funciones vinculadas con los recursos naturales. Las 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. En este capítulo se describirán las instituciones cuyas responsabilidades ambientales fueron delegadas por el Estado. También se citará textualmente, y en forma resumida, la legislación vigente hasta la fecha en materia ambiental, la cual está conformada desde la misma Constitución Política de la República de Guatemala, varios acuerdos legislativos, ministeriales, decretos gubernativos, leyes y convenios internacionales.

Existen cinco instituciones que se vinculan directamente con el tema ambiental.

Tabla VII. **Instituciones vinculadas con el tema ambiental**

Instituciones	Jurisdicción
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	<ul style="list-style-type: none"> • Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país. • Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.⁴²
Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr la conservación de la diversidad biológica del país. • Alcanzar la capacidad de una utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional.⁴³
Instituto Nacional de Bosques (INAB)	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene a su cargo la administración forestal del país incluyendo las tierras de vocación forestal.

⁴² Acuerdo Gubernativo No. 186-2001. *Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*.
http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/acuerdogubernativo1862001.pdf. Consulta: 12 de octubre 2019.

⁴³ Decreto número 4-89 del Congreso de la República de Guatemala. *Ley de áreas protegidas*.
https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/5._Ley_de_Areas_Protegidas_Decreto_4-89.pdf. Consulta: 12 de octubre 2019

Continuación de tabla VII.

<p>Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de actividades agrícolas, pecuarias y fitozoosanitarias, y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le corresponda, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente.⁴⁴
<p>Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formular y dar seguimiento a la Política de planes de salud pública y administras, descentralizar los programas de promoción, prevención, rehabilitación y recuperación de la salud, proporcionando a su vez la participación pública y privada en dicho proceso y nuevas formas de financiamiento y mecanismos de fiscalización social descentralizados. • Proponer la normativa de saneamiento ambiental y vigilar su aplicación.⁴⁵

Fuente: elaboración propia.

3.2. Constitución Política de la República de Guatemala

Establece en varios de sus artículos el interés que representan los recursos naturales para la nación. Asimismo, proporciona herramientas con

⁴⁴ Decreto Ley 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, *Artículo 29. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.* https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/12._Ley_del_Organismo_Ejecutivo_Decreto_114_97.pdf. Consulta: 12 de octubre 2019.

⁴⁵ Decreto 147-97 del Congreso de la República de Guatemala, *Artículo 39. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.* <https://www.sie.gob.gt/portal/docs/pdf/DECRETO-114-97/DECRETO114-97.pdf>. Consulta: 12 de octubre 2019.

base universalmente legal para actuar y ampararse en la misma a favor de la protección y conservación del medio ambiente.

Artículo 64. Patrimonio natural. 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 son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.⁴⁶

“Artículo 95. La salud, bien público. La salud de los habitantes de la nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento”.⁴⁷

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 del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.⁴⁸

Artículo 126. Reforestación. Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección.⁴⁹

⁴⁶ Constitución Política de la República de Guatemala. *Capítulo II derechos sociales, sección segunda, Cultura*. mayo 1985.

⁴⁷ Constitución Política de la República de Guatemala. *Capítulo II derechos sociales, sección séptima, Salud, seguridad y asistencia social*. mayo 1985.

⁴⁸ *Ibíd.*

⁴⁹ Constitución Política de la República de Guatemala. *Capítulo II derechos sociales, sección décima, régimen económico y social. Reformado en acuerdo gubernativo 18-93. noviembre 1993.*

3.3. 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 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.⁵⁰

Artículo 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o se 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.⁵¹

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 trasladados 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.⁵²

Artículo 105. Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores no de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.⁵³

Artículo 106. Desechos hospitalarios. Los hospitales públicos y privados que por su naturaleza emplean o desechan materiales orgánicos o sustancias

⁵⁰ Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala. *Código de Salud, sección IV, desechos sólidos*, p. 16-17. noviembre de 1997.

⁵¹ Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala. *Código de Salud, sección IV, desechos sólidos*, p. 17. noviembre de 1997.

⁵² *Ibíd.*

⁵³ *Ibíd.*

tóxicas, radiactivas o capaces de diseminar elementos patógenos, y los desechos que se producen en las actividades normales del establecimiento, solo podrán almacenar y eliminar esos desechos en los lugares y en la forma que lo estipulen las normas que sean elaboradas por el Ministerio de Salud. Los hospitales quedan obligados a instalar incineradores para el manejo y disposición final de los desechos, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas en el reglamento respectivo.⁵⁴

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 materia.⁵⁵

Artículo 108. Desechos sólidos de las empresas agropecuarias. Los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan, a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas.⁵⁶

3.4. Acuerdo Gubernativo 281-2015 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos

“Artículo 1. Aprobación. Aprobar la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, por un plazo de quince (15) años, contados a partir de la vigencia del presente Acuerdo Gubernativo”.⁵⁷

Artículo 2. Ámbito de aplicación. La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, será de aplicación general en todo el territorio nacional y de obligación para todas las instituciones públicas, que tengan establecidas funciones y competencias relacionadas con el tema de residuos y

⁵⁴ Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala. *Código de Salud, sección IV, desechos sólidos*, p 17. noviembre 1997.

⁵⁵ *Ibíd.*

⁵⁶ Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala. *Código de Salud, sección IV, desechos sólidos*, p. 17. noviembre 1997.

⁵⁷ Acuerdo gubernativo 281-2015. *Política nacional para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos*. diciembre de 2015.

desechos sólidos y deberán dar efectivo cumplimiento, en el marco de sus competencias a los programas y líneas de acción establecidas.⁵⁸

Artículo 3. Competencia. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el ejercicio de la rectoría sectorial que le corresponde, será responsable de difundir la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, con el propósito de promover su efectiva implementación.⁵⁹

“Artículo 4. Vigencia. El presente Acuerdo Gubernativo empieza a regir al día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América”.⁶⁰

3.5. Municipalidad de Guatemala, Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala, Acuerdo No. 28-2002.

“Artículo 1. El presente Reglamento regula el sistema de almacenamiento, limpieza, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de los desechos sólidos en el Municipio de Guatemala”.⁶¹

Artículo 2. Las disposiciones del presente Reglamento, son de observancia general para toda la persona individual o jurídica, pública o privada. Es obligación de todo habitante del Municipio de Guatemala cumplir y velar porque se cumpla el presente Reglamento y todas las disposiciones existentes en materia de medio ambiente.⁶²

“Artículo 3. Los habitantes del Municipio de Guatemala a su costa, están obligados a enviar al vertedero, autorizado por la Municipalidad de Guatemala, los desechos sólidos que produzcan, por los medios determinados en el presente reglamento”.⁶³

⁵⁸ Acuerdo gubernativo 281-2015. *Política nacional para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos*. diciembre de 2015.

⁵⁹ *Ibíd.*

⁶⁰ *Ibíd.*

⁶¹ Acuerdo 28-2002. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo I. Disposiciones generales*. diciembre 2002.

⁶² *Ibíd.*

⁶³ *Ibíd.*

Artículo 5. La Municipalidad de Guatemala para el manejo de los desechos sólidos tiene las funciones siguientes:

- a. Regular y controlar el almacenamiento temporal de los desechos sólidos en: Industrias, mercados, comercios, plazas, calles, demás lugares públicos o privados, así como en las edificaciones nuevas que se autoricen, deberá preverse el depósito adecuado y accesible al recolectar.
- b. Establecer, regular, autorizar, controlar y supervisar el sistema de almacenamiento, recolección y transporte de los desechos sólidos de industrias, mercados, comercios, parques, plazas, calles y demás lugares públicos o privados, con cobertura en todo el Municipio, pudiendo establecer áreas de trabajo y procedimientos específicos en cada caso.
- c. Controlar técnicamente, la disposición final de los desechos sólidos en los lugares autorizados.
- d. Establecer y promover programas de concientización, sensibilización y educación ambiental para la población, incluyendo el conocimiento de la normativa ambiental existente; y promover e incentivar programas de investigación y estudios específicos para el mejor conocimiento de los desechos sólidos que se generan, sus características y como reducir los efectos contaminantes y las formas para un manejo adecuado.
- e. Coordinar con instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan eliminar y prevenir los focos de contaminación y mantener la limpieza del Municipio.
- f. Sobre la base de lo estipulado en el Código Municipal y demás, Leyes aplicables, contratar, administrar o dar en concesión la operación y mantenimiento del vertedero de desechos sólidos, ubicado en la zona 3 y otros sitios para la disposición final que en el futuro se autoricen.
- g. Implementar programas y actividades que tiendan a reducir gradualmente los volúmenes de basura generada.
- h. Promover la clasificación, selección, recuperación, reutilización y reciclado de los desechos sólidos que así lo permitan.⁶⁴

Artículo 6. La Municipalidad de Guatemala, a través de la Dirección de Medio Ambiente y dentro del ámbito de su competencia, vigilará, verificará y fiscalizará el cumplimiento del presente Reglamento. La Dirección del Medio Ambiente de la Municipalidad de Guatemala, por los medios y cono los recursos que disponga, afrontará la problemática ambiental del Municipio con la participación de todos los sectores involucrados, coordinando y promoviendo la concientización masiva que permita el cambio de hábitos y conductas que promuevan la eliminación de focos de contaminación del medio ambiente y prevengan su generación.⁶⁵

⁶⁴ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo I. Disposiciones generales.* diciembre 2002.

⁶⁵ *Ibíd.*

“Corresponde al departamento de limpieza ser el responsable y ejecutar los programas de saneamiento ambiental que en esta materia acuerde la Municipalidad de Guatemala, sin perjuicio de las disposiciones legales existentes a nivel nacional, en materia ambiental y sanitaria”.⁶⁶

“Artículo 7. El proceso de manejo de desechos sólidos comprende:

- a. El almacenamiento temporal,
- b. La recolección,
- c. El transporte,
- d. La recuperación (que incluye la reutilización y el reciclaje),
- e. El tratamiento;
- f. La disposición final”.⁶⁷

Artículo 8. En todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que desarrolle toda persona individual o jurídica y que por sus características requiera de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, deberá contemplarse una evaluación relacionada con el proceso de manejo de desechos sólidos que el mismo tendrá y en el que se involucrará a la Municipalidad de Guatemala para su autorización, control y supervisión.⁶⁸

Artículo 9. En aquellos casos en que se autoricen sitios de almacenamiento temporal de desechos sólidos, se deberá cumplir como mínimo, con las siguientes condiciones:

- a. Separar los desechos sólidos para facilitar su clasificación de desechos sólidos orgánicos, no orgánicos y materiales de potencial reciclable. El recolector de basura está comprometido a promover entre los usuarios del servicio, la separación de la basura en forma adecuada.
- b. Permitir a los recolectores su fácil acceso y extracción; si el lugar de almacenamiento está en el interior de la propiedad, deber ser accesible y estar cercano a los ingresos; de no ser así, deberá movilizar los

⁶⁶ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo I. Disposiciones generales.* diciembre 2002.

⁶⁷ *Ibíd.*

⁶⁸ *Ibíd.*

desechos sólidos hacia un lugar accesible para la recolección, con anticipación al paso de los camiones recolectores”.⁶⁹

Artículo 44. La Municipalidad de Guatemala promoverá y destinará áreas específicas para el proceso de separación de desechos sólidos para el reciclaje en el Vertedero de la zona 3, o en otros lugares que en el futuro autorice la Municipalidad de Guatemala.⁷⁰

Artículo 45. Con el fin de optimizar el espacio en el Vertedero y facilitar el reciclaje de los desechos que se producen en el Municipio de Guatemala, el proceso de separación se deberá realizar desde los lugares en que se genera y mientras esto se logra, se autorizará que lo ejecuten en el vertedero los separadores que actualmente efectúan esta actividad.⁷¹

Artículo 47. El sitio autorizado por la Municipalidad de Guatemala para la disposición final de los desechos sólidos del Municipio, es el Vertedero ubicado al final de la 30 calle entre las zonas 3 y 7 de la Ciudad de Guatemala y otros que en el futuro autorice la Municipalidad de Guatemala.⁷²

Artículo 48. La Dirección de Medio Ambiente elaborará un Plan de Manejo Ambiental General para el vertedero, en el que se establecerán normas, metas y objetivos, con un sistema de monitoreo que estará sujeto a revisión y actualización en forma anual.⁷³

Artículo 78. Los Desechos Hospitalarios comunes, podrán disponerse en el vertedero de la zona 3”.⁷⁴

Artículo 79. El manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, se hará conforme a lo establecido en el Acuerdo Gubernativo No 509-2001 Reglamento

⁶⁹ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo II. Del almacenamiento.* diciembre 2002.

⁷⁰ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo V. De la separación y reciclaje de desechos sólidos.* diciembre 2002.

⁷¹ *Ibíd.*

⁷² Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo VI. De la disposición final de los desechos sólidos en el vertedero.* diciembre 2002.

⁷³ *Ibíd.*

⁷⁴ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo IX. Disposiciones finales.* diciembre 2002.

para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, publicado en el Diario Oficial con fecha 9 de enero del 2002".⁷⁵

Artículo 80. Con el fin de evitar la proliferación de basureros clandestinos, los propietarios de lotes o terrenos baldíos tienen la obligación de circularlos. Se da un plazo de seis (6) meses a partir de la vigencia de este Reglamento para que cumplan con esta disposición. Teniendo a la mano las normativas, decretos y acuerdos aprobados por el organismo legislativo y por entidades gubernamentales involucradas en el tema ambiental y de desechos sólidos, se puede efectuar un análisis más específico de la región bajo estudio, pudiendo así también concluir y proponer soluciones que satisfagan la ley y el entorno social de los municipios y sus habitantes.⁷⁶

3.6. Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001.

Artículo 1. El presente reglamento tiene como finalidad el dar cumplimiento a lo preceptuado en el artículo 106 del Código de Salud, así como de las disposiciones relativas a la preservación del medio ambiente contenidas en la Ley del Organismo Ejecutivo y la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en cuanto a las descargas y emisiones al ambiente, concernientes, particularmente al manejo de desechos que comprende la recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos, provenientes de los hospitales públicos o privados, centros de atención médica autónomos o semiautónomos y de atención veterinaria. Los desechos generados por los mataderos o rastros deben manejarse de conformidad con el reglamento que para tal efecto se emita.⁷⁷

Artículo 2. Para dar cumplimiento a leyes indicadas con anterioridad, este reglamento, regula los aspectos relacionados con la generación, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos hospitalarios que por su naturaleza se consideran tóxicos, radiactivos o capaces de diseminar elementos patógenos, sí como los desechos que se producen en las actividades normales de los centros de atención de salud humana o animal, tales como: hospitales tanto públicos como privados, clínicas, laboratorio y cualquier otro establecimiento de atención en salud y veterinario.⁷⁸

⁷⁵ Acuerdo 28-2015. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala, capítulo IX. Disposiciones finales.* diciembre 2002.

⁷⁶ *Ibíd.*

⁷⁷ Acuerdo gubernativo 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Capítulo I. Disposiciones generales.* diciembre 2001.

⁷⁸ *Ibíd.*

Artículo 3. Definiciones. Para efectos de este reglamento se entenderá por:

- a) Empresa de Disposición: Cualquier entidad pública o privada, individual o jurídica, que se dedique a la recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos infecciosos, químicos peligrosos, farmacéuticos y radiactivos decaídos.
- b) Ente Generador: Se define como ente generador a toda unidad del sector público o privado en donde exista práctica de la medicina humana o veterinaria, incluyendo a las morgues, los laboratorios, así como a todo tipo de centro que, con fines de prevención, diagnóstico, recuperación, tratamiento o investigación, produzca desechos sólidos de los incluidos dentro de presente Reglamento.
- c) Desecho Hospitalario: Son los desechos durante el desarrollo de sus actividades por lo entes generadores, tales como hospitales públicos o privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, centros clínicos, casas de salud, clínicas odontológicas, centros de maternidad y en general, cualquier establecimiento donde se practiquen los niveles de atención humana o veterinaria, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento, recuperación y rehabilitación de la salud.
- d) 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 han tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.⁷⁹

Artículo 8. Obligación de Incineradores. Los entes generadores, tanto público como privados, quedan obligados de conformidad con las disposiciones del Código de Salud, a adquirir, instalar y mantener en forma individual o conjunta, incineradores para la disposición final de los desechos que produzcan y que sean considerados como infecciosos de conformidad con el presente reglamento, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas de conformidad con lo preceptuado en el capítulo sexto del presente reglamento. Podrán, asimismo, contratar los servicios de empresas de disposición que se encuentren debidamente autorizadas por el Departamento de Salud y Ambiente.⁸⁰

Artículo 41. Disposición General. Todo lo referente al régimen de infracciones y sanciones se estará a lo que sobre dicha materia disponen los artículos 216, 217, 218, 219, 220, 221 y 222 del Decreto Número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, Código de Salud. A pesar de la legislación existente, los principales problemas son:

⁷⁹ Acuerdo gubernativo 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Capítulo I. Disposiciones generales, fragmento del artículo 3.* diciembre 2001.

⁸⁰ Acuerdo gubernativo 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Capítulo I. Disposiciones generales.* diciembre 2001.

- a) Escasa recolección de basura que se traduce en gran cantidad de botaderos ilegales.
- b) Asentamientos ubicados en lugares inaccesibles que dificultan la recolección.
- c) Sitio inadecuado para la disposición final.
- d) Inexistencia de una unidad de control y monitoreo de manejo adecuado de los desechos metropolitanos.
- e) Ausencia de catastro de usuarios del servicio de recolección y de generadores de desechos especiales.
- f) Poca voluntad de una gran parte de la población para pagar los servicios de un adecuado sistema de recolección y disposición final de los desechos.
- g) Ausencia de procesos sistematizados de separación, recuperación y reciclaje.
- h) Inexistencia de programas de educación ambiental sobre el tema.
- i) Contaminación de cauces de aguas subterráneas y superficiales.⁸¹

3.7. Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, Decreto No. 68-86

Se tomaron en cuenta los Artículos más relevantes y representativos, se citan textualmente en el presente trabajo de graduación, dichos Artículos tratan puntualmente sobre el tema de desechos sólidos, la protección del suelo y subsuelo, los cuerpos de agua y su protección por igual.

Artículo 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y aprovechamiento de la fauna, la flora, el suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.⁸²

Artículo 6. El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radioactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional.⁸³

⁸¹ Acuerdo gubernativo 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Capítulo VII. Infracciones y sanciones.* diciembre 2001.

⁸² Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título I. Objetivos generales y ámbito de aplicación de la ley. Capítulo I. Principios fundamentales.* diciembre 1986.

⁸³ Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título I. Objetivos generales y ámbito de aplicación de la ley. Capítulo I. Principios fundamentales. Reformado por el artículo 1 del Decreto del Congreso de la República de Guatemala, número 75-91.* 23 noviembre de 1991.

Artículo 7. Se prohíbe la introducción al país, por cualquier vía, de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o las combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos de materiales radioactivos, ácidos y álcalis de determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas, y hongos zoo y fitopatógenos.⁸⁴

Artículo 8. Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto ambiental será sancionado con una multa de Q5,000.00 a Q100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.⁸⁵

“Artículo 11: La presente ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país”.⁸⁶

Artículo 12: Son objetivos específicos de la ley, los siguientes:

- a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la restauración del medio ambiente en general.
- b) La prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes.

⁸⁴ Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título I. Objetivos generales y ámbito de aplicación de la ley. Capítulo I. Principios fundamentales.* diciembre 1986.

⁸⁵ Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título I. Objetivos generales y ámbito de aplicación de la ley. Capítulo I. Principios fundamentales. Adicionado ultimo fragmento del artículo por el artículo 1 del decreto del Congreso de la República de Guatemala 1-93.* 05 marzo de 1993.

⁸⁶ Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título II. Disposiciones preliminares. Capítulo único, del objetivo de la ley.* diciembre 1986.

- c) Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.
- d) El diseño de la política ambiental y coadyuvar en la correcta ocupación del espacio.
- 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.
- f) El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
- g) La promoción de tecnología apropiada y aprovechamiento de fuentes limpias para la obtención de energía.
- h) Salvar y restaurar aquellos cuerpos de agua que estén amenazando o en grave peligro de extinción.
- i) Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias para el logro de esta ley.⁸⁷

“**Artículo 13:** Para los efectos de la presente ley, el medio ambiente comprende: los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (roca y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales”.⁸⁸

3.8. Política para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. (Acuerdo Gubernativo Núm. 111-2005)

El objetivo general para esta política es la reducción de los niveles de contaminación ambiental que se producen con los residuos y desechos sólidos, para que en Guatemala se le brinde a la población un ambiente más saludable.

Dentro de los objetivos específicos de la política se encuentran:

- a) 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.

⁸⁷ Decreto 68-86. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Título II. Disposiciones preliminares. Capítulo único, del objetivo de la ley.* diciembre 1986.

⁸⁸ *Ibíd.*

- b) Definir y hacer funcional la aplicación del marco de estándares y normas ambientales nacionales, relacionadas directamente con el tema, que permitan el monitoreo ambiental.
- c) 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.
- d) Adoptar, adaptar y desarrollar las tecnologías adecuadas para el manejo (gestión) y disposición final de los residuos y desechos sólidos.⁸⁹

3.9. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (Acuerdo Gubernativo 431-2007).

Artículo 1. Contenido y Objetivos. El presente Reglamento contiene los lineamientos, estructuras y procedimientos necesarios para propiciar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, mediante el uso de instrumentos que facilitan la evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades, obras, industrias o proyectos que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país; lo que facilitara la determinación de las características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.⁹⁰

Artículo 2. Aplicación. La aplicación de este Reglamento se llevará a cabo por conducto de la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales – DIGRAN- y la Dirección General de Coordinación Nacional -DIGCN- a través de las Delegaciones Departamentales cuando corresponda, así como el soporte de la Dirección General de Cumplimiento Legal –DIGCL- dependencias del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en los casos que si ameriten.⁹¹

Artículo 4. Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Se establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, en adelante “Sistema”, como el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.⁹²

⁸⁹ Acuerdo gubernativo 111-2005. *Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Objetivos específicos: ambiental y salud.* abril 2005.

⁹⁰ Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Título I. Del ámbito material del reglamento.* septiembre 2007.

⁹¹ *Ibíd.*

⁹² Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Título III. Sistema de evaluación ambiental, organización y funciones de sus componentes.* septiembre 2007.

Artículo 11. Instrumentos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, desde la fase de planificación, con carácter preventivo, hasta las fases de ejecución, operación y abandono, con carácter correctivo, y que permiten formular las respectivas medidas de mitigación y las bases para su control, fiscalización y seguimiento ambiental.⁹³

“Por su naturaleza y modo de aplicación, estos instrumentos se separan en dos grupos, los denominados instrumentos de evaluación ambiental y los denominados instrumentos de control y seguimiento ambiental”.⁹⁴

“De los instrumentos de Evaluación Ambiental se generan los correspondientes compromisos ambientales que deben adoptar los proponentes y que sirven de base para el control y seguimiento de los proyectos, obras industrias o actividades”.⁹⁵

Artículo 12. Instrumentos de Evaluación Ambiental. Son Considerados instrumentos de Evaluación Ambiental, los siguientes:

- a) Evaluación Ambiental Estratégica.
- b) Evaluación Ambiental Inicial y Autoevaluación Ambiental.
- c) Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- d) Evaluación de Riesgo Ambiental.
- e) Evaluación de Impacto Social.
- f) Diagnóstico Ambiental.
- g) Evaluación de Efectos Acumulativos.⁹⁶

Artículo 14. Evaluación Ambiental Estratégica. Proceso de Impacto Ambiental aplicable a planes y programas. Por su característica y naturaleza, este tipo de procesos se puede aplicar a planes y programas de trascendencia nacional, binacional, regional centroamericano, o por acuerdos multilaterales”.⁹⁷

⁹³ Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Título IV. Evaluación, control y seguimiento ambiental.* septiembre 2007.

⁹⁴ *Ibíd.*

⁹⁵ *Ibíd.*

⁹⁶ Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Capítulo I. Instrumentos de evaluación ambiental. Fragmento del artículo 12.* septiembre 2007.

⁹⁷ *Ibíd.*

Artículo 15. Evaluación Ambiental Inicial. Es un instrumento que se utiliza para determinar si un proyecto, obra industria o actividad, conforme lo indicado en el Listado Taxativo, el procedimiento establecido, y en virtud de su condición de significancia de impacto ambiental, requiere o no un análisis más profundo por medio de otro instrumento de evaluación ambiental. La evaluación ambiental inicial considerara la localización del área del proyecto, con respecto a Áreas Ambientales Frágiles y Áreas con Planificación Territorial, así como la existencia o no de un marco jurídico, con el objetivo de que el –MARN- determine la necesidad de presentar otro instrumento de evaluación ambiental o emita la resolución que corresponda al caso concreto.

Las áreas de localización de los proyectos, obras, industrias o actividades, se agrupan en tres categorías básicas:

- a) Áreas ambientalmente frágiles.
- b) Áreas con planificación territorial, es decir, aquellos espacios geográficos, comúnmente urbanos, para los cuales se ha elaborado planes de desarrollo en función de criterios de planificación territorial (planes maestros, reguladores, etc.).
- c) Áreas sin planificación territorial.

La información básica necesaria para que el –MARN-, por medio de sus Direcciones pueda revisar y analizar cada caso, deberá ser recabada y proporcionada por el proponente.⁹⁸

Artículo 17. Estudio de evaluación de impacto ambiental. Es el documento técnico que permite identificar y predecir con mayor profundidad de análisis, los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad que se ha considerado como de alto impacto ambiental potencial en el Listado Taxativo (categoría A o megaproyecto) o bien, como de alta significancia ambiental a partir del proceso de Evaluación Ambiental.

Es un instrumento de evaluación para la toma de decisiones y de planificación que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un instrumento cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Determina los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área de influencia e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos.⁹⁹

Artículo 18. Diagnóstico Ambiental. Es el instrumento de evaluación ambiental que se efectúa en un proyecto, obra industria o actividad existente y, por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas o bien por el uso de sistemas

⁹⁸ Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Capítulo I. Instrumentos de evaluación ambiental.* septiembre 2007.

⁹⁹ *Ibíd.*

análogos de comparación con eventos o entidades similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos.¹⁰⁰

Artículo 19. Evaluación de Efectos Acumulativos. Es el instrumento que contiene un análisis y evaluación sistemática de los cambios ambientales combinados, originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades, desarrolladas dentro de un área geográfica definida. La evaluación de efectos acumulativos es necesaria a fin de establecer planes de uso del suelo, municipales o regionales en territorios en los cuales ya existe una condición de uso intensivo por parte de las actividades humanas, con el objeto de que estos sean conformes con la situación ambiental real del entorno y como forma para identificar las medidas correctivas, de mitigación, saneamiento y/o rehabilitación que deberían llevarse a cabo, a fin de restaurar el equilibrio ecológico en esos espacios geográficos que están siendo motivo de uso y administración.¹⁰¹

Artículo 21. Diferentes Instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental. Para los proyectos, obras, industrias o actividades que se encuentren en ejecución, se aplicarán, según el caso, los siguientes instrumentos de control y seguimiento ambiental:

- a) Auditorías Ambientales.
- b) Seguimiento y Vigilancia Ambiental.
- c) Compromisos Ambientales.

Los términos de referencia, contenidos y procedimientos técnicos específicos para el desarrollo de cada uno de ellos serán determinados por parte del – MARN- .¹⁰²

Artículo 22. Auditorías Ambientales. Mecanismo de verificación sistemático y documentado, utilizado para evaluar el grado de cumplimiento de los planes de gestión ambiental y determinar criterios para garantizar su cumplimiento. Puede ser de carácter obligatorio o voluntario, con el propósito de certificación, registro, así como de calificación ambiental y para obtención de los incentivos que se establecen en este Reglamento.¹⁰³

Artículo 23. Seguimiento y Vigilancia Ambiental. Consiste en el levantamiento de información periódica o de prueba para determinar el nivel de cumplimiento de los requisitos obligatorios normativos, compromisos ambientales o para la identificación de los niveles de contaminantes en el

¹⁰⁰ Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Capítulo I. Instrumentos de evaluación ambiental.* septiembre 2007.

¹⁰¹ *Ibíd.*

¹⁰² Acuerdo gubernativo 431-2007. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Capítulo II. Instrumentos de control y seguimiento ambiental,* septiembre 2007.

¹⁰³ *Ibíd.*

ambiente o verificación del desempeño ambiental de obras, proyectos, industrias o actividades específicas.¹⁰⁴

Artículo 24. Condiciones Ambientales para la Aprobación. El conjunto de condiciones o directrices ambientales, establecidas durante el proceso de evaluación ambiental que previo al otorgamiento de la Resolución de Aprobación del Instrumento de Evaluación Ambiental, sirven para garantizar que los diferentes proyectos, obras, industrias o actividades tengan una gestión ambiental efectiva y además mantener un sistema de información eficiente y efectivo ante el <ministerio de Ambiente y Recurso Naturales. Las condiciones comprenden los “compromisos Ambientales” y el “manual de Buenas Prácticas Ambientales” en su caso.¹⁰⁵

Artículo 25. Compromisos Ambientales. Conjunto de acciones y/o prácticas derivadas de las Evaluaciones Ambientales, que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales determina e impone como condicionantes para la ejecución de los proyectos, obras, industrias o actividades. Se establecen sin menoscabo del cumplimiento de la normativa nacional vigente.¹⁰⁶

¹⁰⁴ Acuerdo gubernativo 431-2007. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Capítulo II. Instrumentos de control y seguimiento ambiental, septiembre 2007.

¹⁰⁵ *Ibíd.*

¹⁰⁶ *Ibíd.*

4. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo integral de residuos sólidos se define como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas adecuadas para una localidad en particular. Esta definición implica que primero hay que definir una visión que considere los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios. Después, se debe establecer e implementar un programa de manejo para lograr esta visión. Este programa debe optimizar, en lo posible.¹⁰⁷

- Aspectos técnicos: la tecnología debe ser de fácil implementación, operación y mantenimiento; debe usar recursos humanos y materiales de la zona y comprender todas las fases, desde la producción hasta la disposición final.
- Aspectos sociales: se deben fomentar hábitos positivos en la población y desalentar los negativos; se promoverá la participación y la organización de la comunidad.
- Aspectos económicos: el costo de implementación, operación, mantenimiento y administración debe ser eficiente, al alcance de los recursos de la población y económicamente sostenible, con ingresos que cubran el costo del servicio.
- Aspectos organizativos: la administración y gestión del servicio debe ser simple y dinámico.
- Aspectos de salud: el programa debe pertenecer o fomentar un programa mayor de prevención de enfermedades infectocontagiosas.
- Aspectos ambientales: el programa debe evitar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

¹⁰⁷ UMAÑA, Guillermo, GIL, Joram. *Manejo de residuos sólidos municipales*. p. 5

En la gestión integral de los desechos sólidos hay ciertos aspectos que son muy importantes por lo que no pueden faltar en el proceso que este conlleva, como: recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, éstos también pueden ser complementados por estaciones de transferencia, almacenamiento temporal, separación centralizada o en el punto de origen y compostaje por la comunidad o municipio.

4.1. Implementación del plan de manejo integral de residuos sólidos

El plan de manejo integral de residuos sólidos debe incluir una serie de etapas: la planificación, el diseño, la construcción, la operación y la evaluación, los que representan un ciclo que debe repetirse de forma periódica para que exista una revisión y ajuste constante del sistema. Cada etapa deberá contemplar los aspectos técnicos, institucionales, administrativos y legales, de participación del sector privado, de participación pública, y financieros del manejo de residuos sólidos.¹⁰⁸

4.2. Importancia de la participación pública en el manejo de residuos sólidos

Teniendo como marco de referencia la planificación estratégica, en Centroamérica hay cuatro resultados meta para los cuales es esencial involucrar al sector público:

- Apoyo público, especialmente en la selección de sitio.
- Participación de los actores claves.
- Cambio a una cultura de pago.
- Implementación de los principios de las "R" y mantenimiento de la limpieza en el municipio.

El rol de la participación pública y de la educación comunitaria en lograr estas metas se resume abajo.¹⁰⁹

¹⁰⁸ UMAÑA, Guillermo, GIL, Joram. *Manejo de residuos sólidos municipales*. p. 8

¹⁰⁹ *Ibíd.* p. 54

Tabla VIII. **Rol de la participación pública y de la educación comunitaria**

Resultado meta	Cambios necesarios	Tipo de relación con el público
Apoyo al público El público apoya a las decisiones y soluciones del problema promocionadas por el municipio.	El público entiende el problema y las soluciones alternativas. El público se involucra en el proceso de toma de decisiones desde el inicio.	Participación pública y educación comunitaria.
Participación Actores claves como las ONG, grupos civiles y asociaciones desempeñan un rol activo y organizado en el manejo de residuos sólidos.	El público se involucra en el proceso de análisis de actores claves y de soluciones alternativas.	Participación pública.
Participación Actores claves como las ONG, grupos civiles y asociaciones desempeñan un rol activo y organizado en el manejo de residuos sólidos.	El público entiende la importancia de las soluciones y su costo. El público se involucra en el proceso de toma de decisiones.	Participación pública, educación comunitaria, y transparencia y calidad del servicio.
Cambio de comportamiento El público cambia su comportamiento, implementa los principios de las "R" y mantiene el municipio limpio.	El público entiende y practica los principios de las "R"	Educación del público.

Fuente: UMAÑA, Guillermo, GIL, Joram. *Manejo de residuos sólidos municipales*. p. 54.

4.3. Educación comunitaria

El conocimiento y entendimiento de los componentes y problemas del manejo integral de los residuos sólidos por parte de la comunidad es clave cuando se quiere que esta se involucre y participe en las actividades de manejo de residuos sólidos. Por ello, es necesario educar a la comunidad.¹¹⁰

La educación sobre los residuos sólidos debe empezar con los conceptos básicos y necesidades del manejo de residuos sólidos y se debe explicar claramente cómo la comunidad puede participar. Desde luego, hay que motivar

¹¹⁰ UMAÑA Guillermo, GIL Joram. *Manejo de residuos sólidos municipales*. p. 58

efectivamente a la comunidad para que tenga el deseo de cambiar su actitud en relación con el manejo de residuos sólidos.¹¹¹

Antes de iniciar cualquier campaña de educación comunitaria es importante establecer sus metas. Estos pueden incluir:

- Crear la visión de una comunidad limpia.
- Educar sobre conceptos básicos de residuos sólidos (por ejemplo, la importancia del buen manejo para la salud y el ambiente, las seis “R” y qué materiales no se descomponen fácilmente).
- Eliminar la descarga de residuos en áreas públicas.
- Promover el reciclaje y el compostaje individual y explicar sus procedimientos.
- Comunicar el plan de acción municipal de manejo integral de residuos sólidos.
- Promover el pago de tarifas.¹¹²

Para que esta educación sea efectiva es necesario desarrollar un programa planificado de educación. Se pueden utilizar diferentes estrategias de acuerdo con el tipo de audiencia (dueños de casas, dueños de negocios, jóvenes, niños, etc.), según el nivel de educación de los miembros de la comunidad, tipo de información que se quiere dar, etc. El aspecto cultural, las costumbres y los credos del grupo al que se quiere educar deberán ser tomados en cuenta al emprender campañas de educación.¹¹³

Para que una campaña educativa cumpla con sus objetivos es importante que:

- Identifique los grupos a los que se quiere educar.
- Identifique y defina junto con la comunidad las metas que se quiere lograr. Se utilizarán grupos de enfoque y reuniones informativas para conocer no solo el nivel de conocimiento de la comunidad respecto al manejo de los residuos sólidos, sino también para definir objetivos reales, tiempo de duración, mecanismos y herramientas a ser utilizados en la campaña educativa.
- Identifique y seleccione el material educativo más idóneo para el grupo de personas que se va a educar (panfletos, videos, boletines, mensajes por radio, informativos, etc.).¹¹⁴

¹¹¹ UMAÑA, Guillermo, GIL, Joram. *Manejo de residuos sólidos municipales*. p. 58.

¹¹² *Ibíd.*

¹¹³ *Ibíd.*

¹¹⁴ *Ibíd.*

4.4. La producción de residuos sólidos domésticos

Dependiente 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; la unidad de expresión es el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).

La estimación teórica de producción per cápita (PPC) es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían; en términos generales, la PPC varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional, 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.

Para la obtención del tamaño de la muestra en la colonia Las Brisas, se utilizó la ecuación del Dr. Kunitoshi Sakurai, experto en desechos sólidos para la organización Panamericana de la salud (OPS).

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

Donde:

n= tamaño de la muestra

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.

$Z^2_{1-\alpha/2}$ = 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 %, $1-\alpha$ será igual a 0,95 esto es equivalente a un coeficiente de confianza de 1,96 en cifras significativas.

N = Núm. total de viviendas.

Este dato es la totalidad de viviendas de la población en estudio.

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 indica que el dato más común utilizado para 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.

s = 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.

De la información recolectada¹¹⁵ y criterios dados para la obtención de la muestra, según el Dr. Sakurai, se obtienen los siguientes datos:

N= 323 hogares (en la colonia Las Brisas)

$Z^2 = 1.96$, con grado de confianza del 95 %

E= 0.05 kg/hab/día, equivalente a un error permisible al 5 %

s= 0.2 kg/hab/día

$$n = \frac{(1,96)^2 * (323) * (0,2)^2}{(323-1) * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,2)^2} = 51,77 = 52 \text{ viviendas}$$

La muestra obtenida fue de 52 viviendas, dato que se utilizó para la caracterización de desechos sólidos domiciliarios en la colonia las Brisas, en la zona 6 de Mixco.

4.5. Definición de áreas de estudio

Una vez definida la muestra por estudiar y evaluar, se identificaron los hogares por medio de las rutas de recolección ya establecidas por el tren de aseo, 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 de la colonia, se puede establecer que pertenecen a un mismo nivel económico social, toda la colonia es de nivel medio. Con base en lo establecido se trabajó con un solo estrato, seleccionando los hogares con base en una distribución equitativamente dentro de la colonia, aunque el sistema de recolección de desechos sólidos de la colonia y de los sectores aledaños no está a cargo de la

¹¹⁵ Datos según levantamiento catastral.

municipalidad se toma en cuenta las rutas de recolección de la empresa de recolección privada.

4.6. Estudio mediante encuestas

Se realizó una encuesta en una hoja media carta, con diecisiete preguntas para recabar información de la muestra representativa, para saber cuántas personas habitaban en el hogar seleccionado, con cuánta frecuencia utilizaban el servicio de recolección, también, sobre la importancia y las consecuencias del manejo que se les da a los desechos sólidos domiciliarios en la colonia Las Brisas, zona 6 de Mixco, (ver apéndice 1) donde se presenta la encuesta utilizada.

En el área definida, se explicó a las personas la razón de la encuesta y el uso de los datos. De la muestra descrita, se seleccionaron distributivamente los hogares y se verificó su disponibilidad para colaborar la caracterización. Para ello, el COCODE local desempeñó un papel importante para informar a los vecinos de la colonia. Debido a que este estudio solo considera domicilios, no se encuestó a los comercios ni se les tomaron datos de desechos sólidos. El COCODE asignó a una persona para acompañar en los recorridos y solicitar la colaboración de las personas de los hogares seleccionados para realizar este trabajo de investigación.

4.7. Determinación de los componentes físicos de los desechos sólidos domiciliarios

Para determinar los componentes físicos de los desechos sólidos el doctor Kunitoshi manifiesta que se realiza con la finalidad de identificar la posibilidad

técnica y económica de la recuperación de algunos materiales que pueden ser reciclados o reusados de una u otra forma, en vez de ser desechados.

Para la clasificación en la colonia, se recolectaron los desechos sólidos en bolsas plásticas proporcionadas a los hogares seleccionados, con una separación previa por parte de los vecinos en orgánicos e inorgánicos, para ser pesados y caracterizados posteriormente.

Con las bolsas de residuos se buscó un lugar amplio y abierto para una caracterización adecuada de los desechos, para tener un dato específico de cada vivienda se procedió a clasificar los componentes de cada bolsa de desechos sólidos:

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

4.8. Producción per cápita

Conocida también como la producción por habitante al día.

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable dependiente 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; la unidad de expresión es el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).¹¹⁶

La estimación teórica de producción per cápita (PPC) es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían; en términos generales, 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 PPC¹¹⁷.

Para la determinación de los datos se realizaron de la siguiente manera como describe la guía de caracterización de residuos domiciliare OPS/CEPIS.¹¹⁸

- Se trabaja con el total de los residuos sólidos recolectados durante el día de muestreo.
- El peso de las muestras se tomaba diariamente, según las bolsas recolectadas durante los días de muestreo. El resultado del peso se representa como (W_t). La totalidad de la basura diaria generada en todos los hogares.
- Según la totalidad de las personas por vivienda ((n_t)), se obtiene el número total de participantes en el muestreo (N_t).
- El peso total de las bolsas se divide entre el número total de habitantes para obtener la producción per cápita diaria, W_t/N_t , para obtener el dato de kg/hab./día.

¹¹⁶ BALDETTI CIFUENTES, Aristides Alejandro. *Caracterización de los desechos sólidos domiciliare de la colonia la Florida, zona 19, ciudad de Guatemala*. p. 18-19.

¹¹⁷ *Ibíd.*

¹¹⁸ CEPIS/OPS. *Guía de caracterización de los residuos sólidos*. p. 68.

5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el proceso de investigación y recolección de los datos para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en la colonia Las Brisas, en la zona 6 de Mixco, Guatemala.

5.1. Muestra representativa

La muestra se calculó por medio de la ecuación mencionada. El resultado fue 53 hogares. Este dato se utilizó para caracterizar desechos sólidos de la colonia.

5.2. Resultados de la encuesta

La encuesta para el estudio de la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios de la colonia Las Brisas en la zona 6 de Mixco, Guatemala se llevó el 15 de junio de 2 019. Se realizaron dos tipos de encuesta, una relacionada con el servicio de recolección, y la otra con la recolección de datos para la caracterización de desechos sólidos.

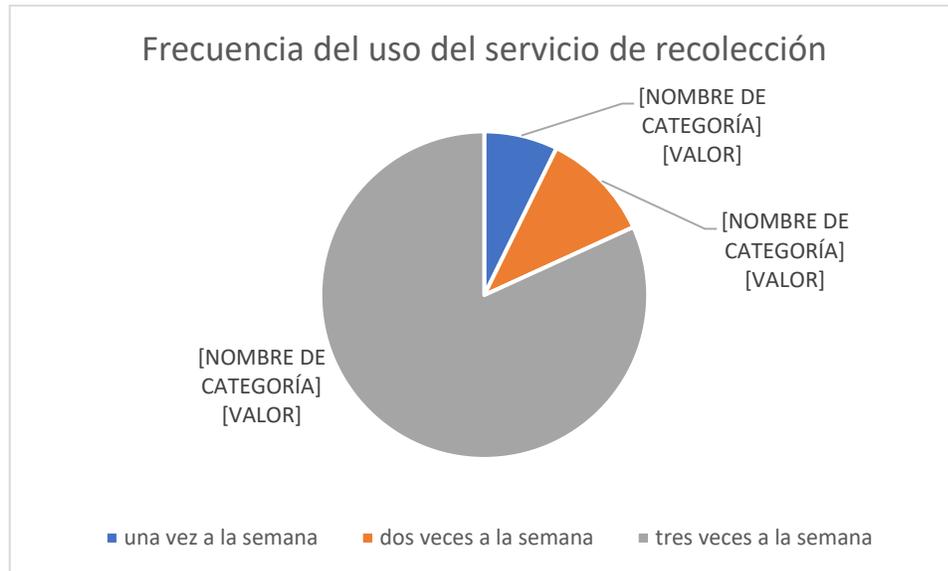
La tabla IX muestra el esquema de la encuesta realizada y contiene la cantidad de hogares que respondieron a las preguntas, con base en sus conocimientos.

Tabla IX. **Datos obtenidos en la encuesta 1**

Datos de la encuesta		Total, hogares
¿Cuántas personas habitan en su vivienda?		
Total, de habitantes en las 55 viviendas	336	55
Cuantas personas habitan		
¿Con que frecuencia utiliza los servicios de recolección?		
Una vez a la semana	4	
Dos veces a la semana	6	
Tres veces a la semana	45	
¿Cómo desechaban los residuos sólidos antes del servicio de recolección?		55
Incineración (quema de basura)	32	
Enterraban	2	
Basureros clandestinos	12	
Otro tipo de disposición final	7	
Enterraban y otro tipo de disposición final	0	
Basurero clandestino y otros	2	55
¿Cómo les parece el trabajo del servicio de recolección?		
Excelente	35	
Bueno	12	
Regular	8	
Malo	0	55
¿Sabe cuál es el destino final de los desechos?		
Si	40	
No	15	55
¿Estaría dispuesto a colaborar con la clasificación de los desechos en su hogar?		
Si	55	
No	0	55

Fuente: elaboración propia.

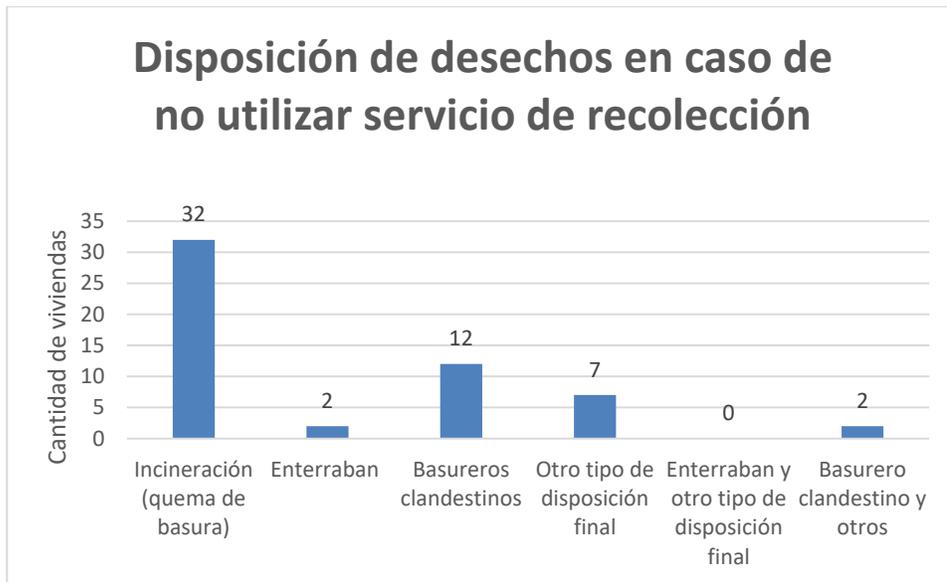
Figura 11. **Frecuencia del servicio de recolección de desechos**



Fuente: elaboración propia.

- Un aproximado del 85 % de los encuestados utiliza el servicio de recolección 3 días por semana, el resto de las viviendas encuestadas utilizan el servicio con menor frecuencia debido a la acumulación de basura, o a que no lo utilizan.

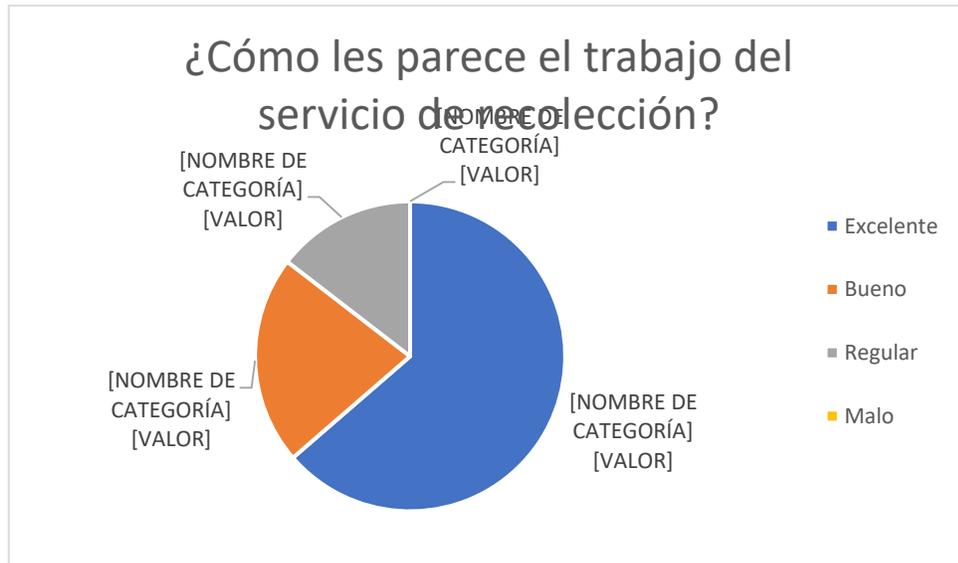
Figura 12. **Disposición de los desechos en el caso de que no existiera el servicio de recolección**



Fuente: elaboración propia.

- En el caso de que el sistema de recolección no existiera, los vecinos de la colonia informaron que la quema de basura será su primera opción para deshacerse de los desechos. La segunda opción fue arrojar los desechos en lugares lejanos a la colonia, creando basureros clandestinos, tomando en cuenta la cercanía del barranco en algunos de los bloques de dicha colonia.

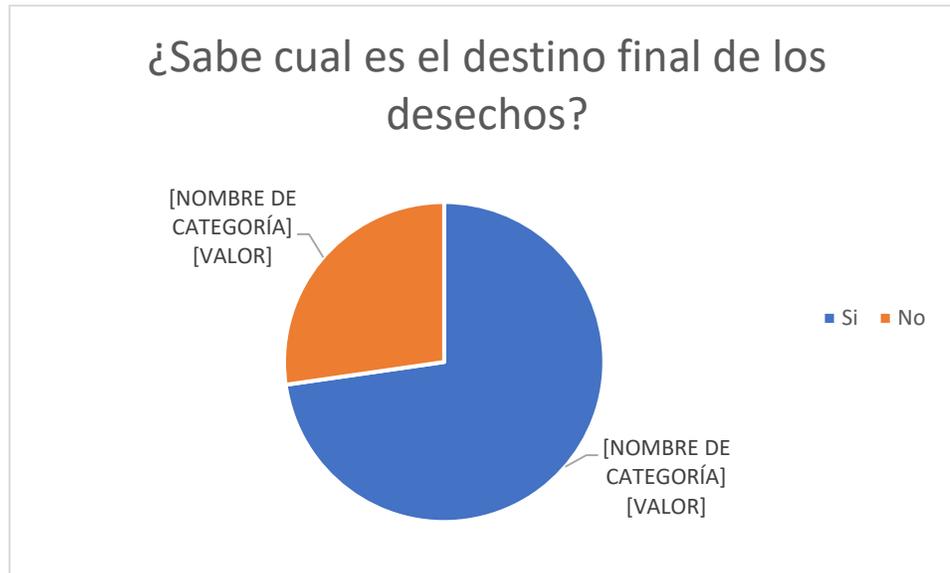
Figura 13. Trabajo del servicio de recolección actual



Fuente: elaboración propia.

- Las personas encuestadas antes de la recolección de los desechos sólidos, opinaron que el uso servicio de recolección que se presta actualmente en la colonia es positivo para evitar la contaminación en la colonia.

Figura 14. **Disposición final de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia

- La mayoría de las personas encuestadas tenía una idea del lugar donde se depositan los desechos sólidos, aunque en algunos casos no les daban importancia el saber a dónde iban a terminar los mismos.

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

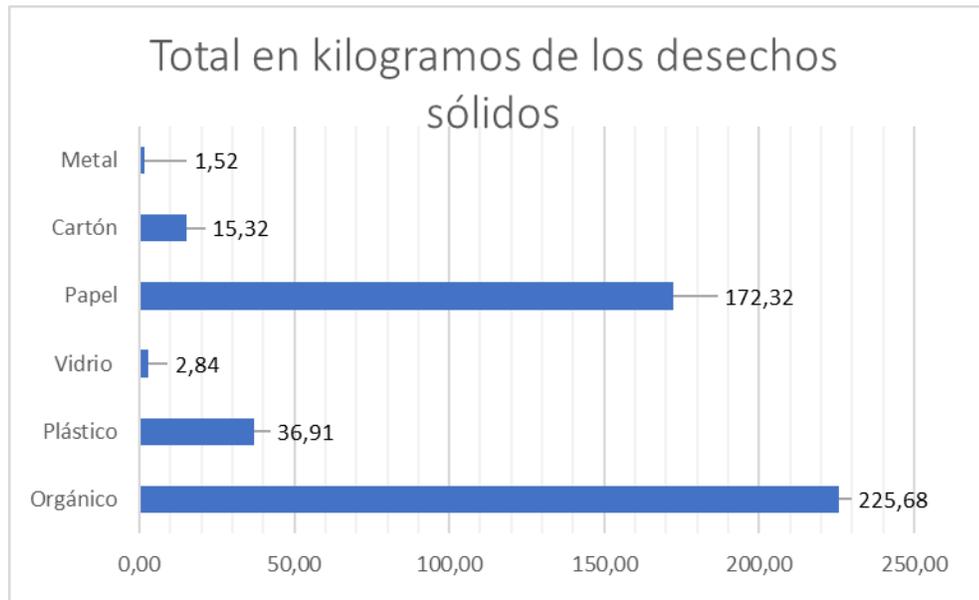
Al establecer la composición física en porcentajes en relación con la cuantificación de los desechos sólidos domiciliarios, derivados de la clasificación posterior a la caracterización, durante tres días de recolección en la colonia las Brisas en la zona 6 de Mixco se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla X. **Resultados de la caracterización de desechos sólidos**

Componentes físicos	Total, libras	Total, Kg
Orgánico	496,50	225,68
Plástico	81,20	36,91
Vidrio	6,25	2,84
Papel	379,10	172,32
Cartón	33,70	15,32
Metal	3,35	1,52
Total	1 000,10	454,59

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Resultados de la caracterización de los desechos sólidos**



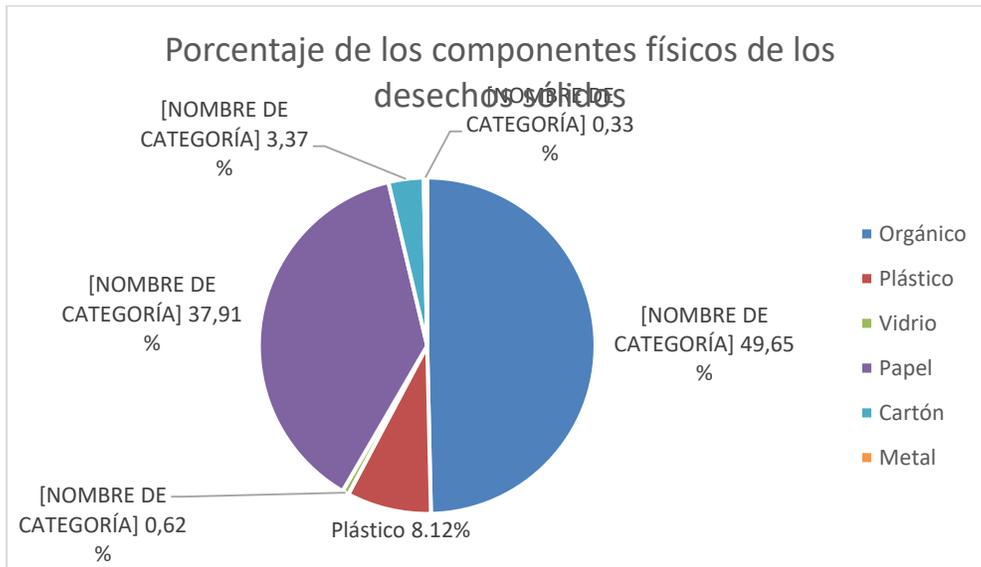
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Porcentaje de desechos sólidos**

Componentes físicos	
Orgánico	49,65 %
Plástico	8,12 %
Vidrio	0,62 %
Papel	37,91 %
Cartón	3,37 %
Metal	0,33 %
Total	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Porcentaje de los componentes de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

En las tablas X, XI y figuras 15 y 16 de los resultados anteriores se observa que existe una cantidad elevada de la población, el 49,65 % produce desechos sólidos orgánicos y una producción de papel del 37,91 %. Según los

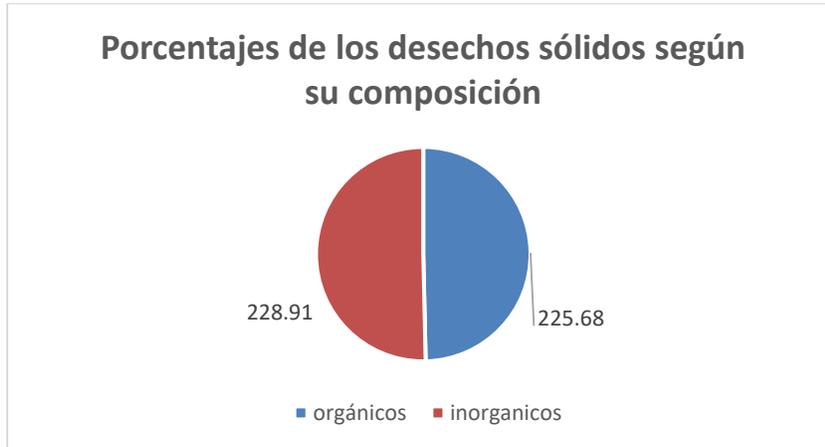
datos obtenidos, la mayoría de los residuos orgánicos generados son restos de comida, verduras, frutas, entre otros. En los desechos orgánicos se incluyen los residuos de papel higiénico, periódicos, entre otros. El tercer tipo de residuo en mayor cantidad fue el plástico con 8,12 %. Entre estos desechos se encontraban bolsas, botellas, empaques de comida. Parte de las bolsas se utilizaron para separar los desechos de diferentes tipos. El cartón fue el cuarto tipo de desecho en cantidad con 3,37 %. La mayoría fueron cajas, aunque también hubo empaques, como los cartones para almacenar huevos. Los desechos que menos se encontraban eran metales y vidrio ya que son muy ocasionales, como las latas de gaseosas o jugos, o en algunos casos botes que contenían leche. Como desechos de vidrios se encontraban fragmentos de cristalería, como vasos, envases de gaseosas o de otros líquidos, como vinagre, en unos casos se encontraron restos de espejos o marcos para fotografías. Vidrio 0,62 %, metal 0,33 %.

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

Día	orgánicos	inorgánicos
1	74,23	84,84
2	76,36	73,25
3	75,09	70,82
Total	225,68	228,91

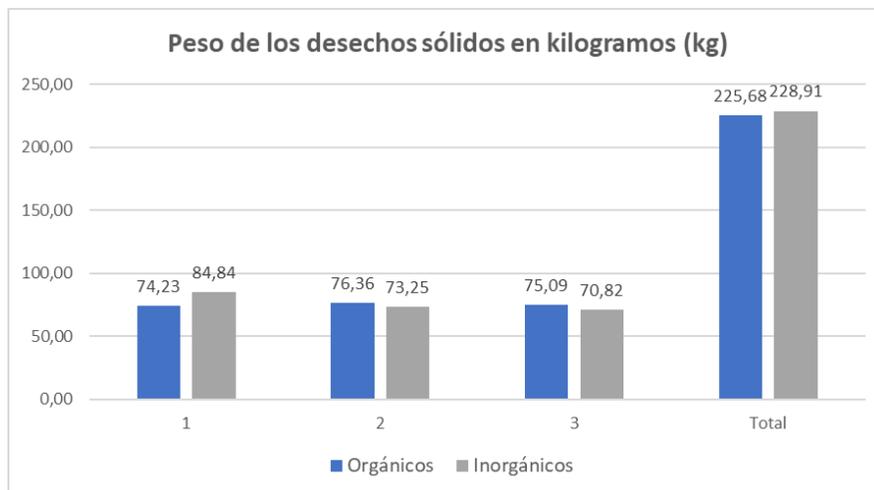
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Porcentaje de peso de los desechos sólidos según su composición**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Peso de los desechos sólidos según su composición por día de recolección**



Fuente: elaboración propia.

5.4. Resultados del volumen de los desechos sólidos

Para calcular el volumen de los desechos sólidos recolectados que se generan en los 53 hogares, para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la colonia las Brisas, en la zona 6 de Mixco, Guatemala, se utilizó un recipiente cilíndrico con un volumen de $0,03785 \text{ m}^3$ (10 galones americanos) y una balanza con precisión de $\pm 0,0625 \text{ lb}$.

Figura 19. **Balanza**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Recipiente para cálculo de volumen



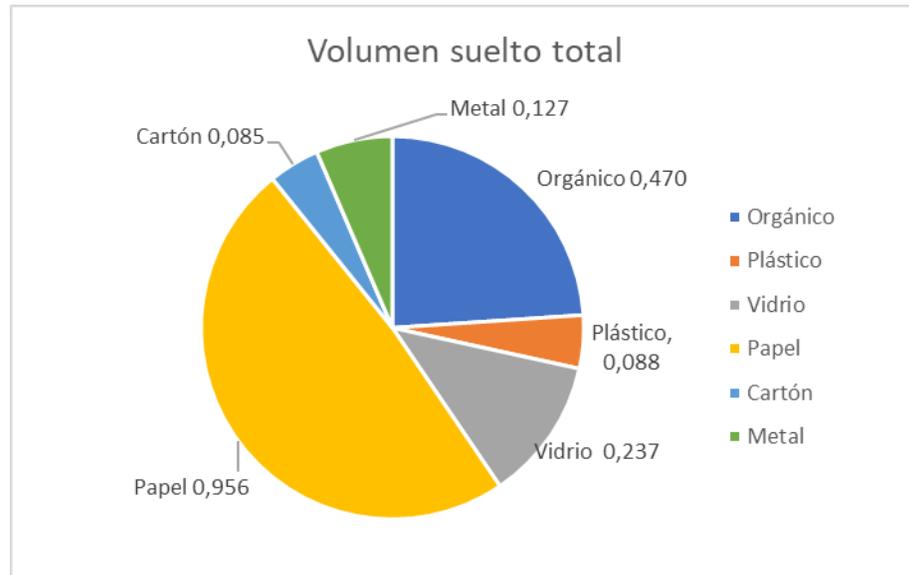
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Volumen suelto de los desechos sólidos

Componentes físicos	Volumen
Orgánico	0,470
Plástico	0,088
Vidrio	0,237
Papel	0,956
Cartón	0,085
Metal	0,127
	1,96

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Volumen suelto total**



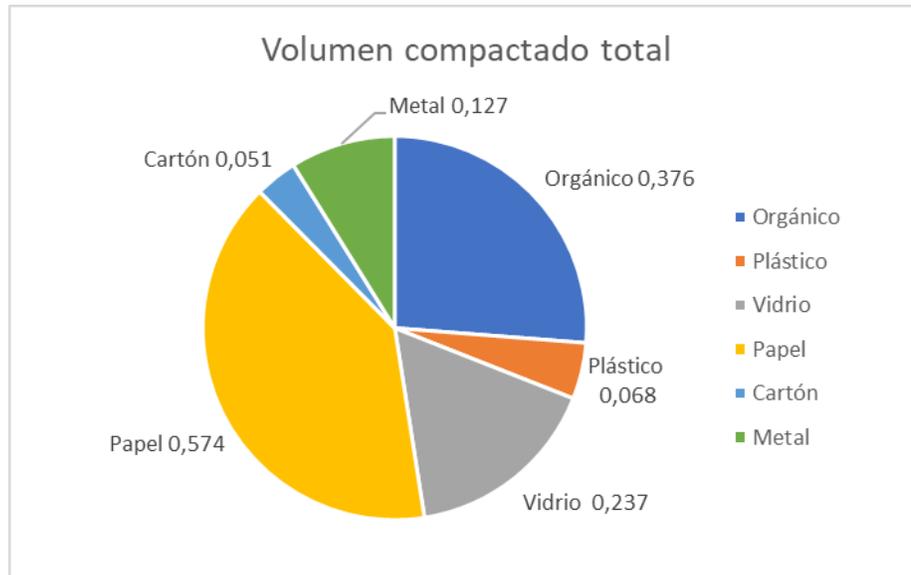
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Volumen compactado total**

Componentes físicos	Volumen
Orgánico	0,376
Plástico	0,068
Vidrio	0,237
Papel	0,574
Cartón	0,051
Metal	0,127
Volumen total	1,43

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Volumen compactado total**



Fuente: elaboración propia.

Para evaluar el volumen suelto se colocaron los desechos generados de cada vivienda, en el recipiente cilíndrico sin ejercer presión que alterara los resultados. De esta forma, los desechos ocuparon la totalidad de los espacios vacíos. Los resultados se muestran en la figura 21, un volumen de ,96 metros cúbicos.

EL volumen compactado se realizó manualmente, en el mismo recipiente ejerciendo presión sobre los desechos sólidos para que expulsaran el aire contenido en los espacios vacíos hasta determinar una altura constante. El resultado fue como se muestra en la figura 22. Dado que la cantidad de desechos no era suficiente para llenar el recipiente, se tomaron los mismos datos que en el volumen suelto para calcular el volumen de vidrio y metal, así, se obtuvo un volumen de 1,43 metros cúbicos.

5.5. Densidad de los desechos sólidos

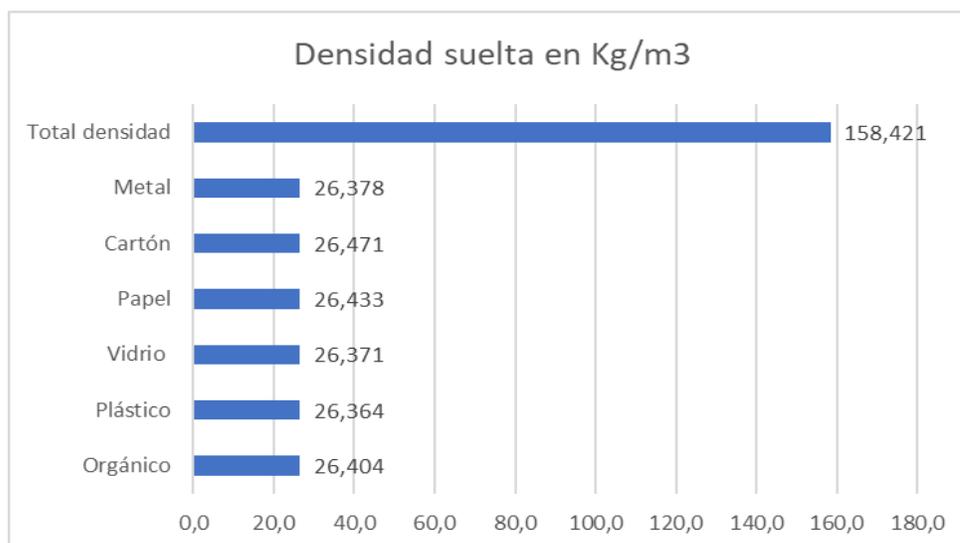
Con los datos correspondientes al peso de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos y el volumen del recipiente obtenidos se denotaron los siguientes resultados.

Tabla XV. **Resultados de la densidad suelta de desechos sólidos en Kg/m³**

Componentes físicos	Densidad
Orgánico	26,404
Plástico	26,364
Vidrio	26,371
Papel	26,433
Cartón	26,471
Metal	26,378
Total, densidad	158,421

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Densidad suelta en Kg/m³**



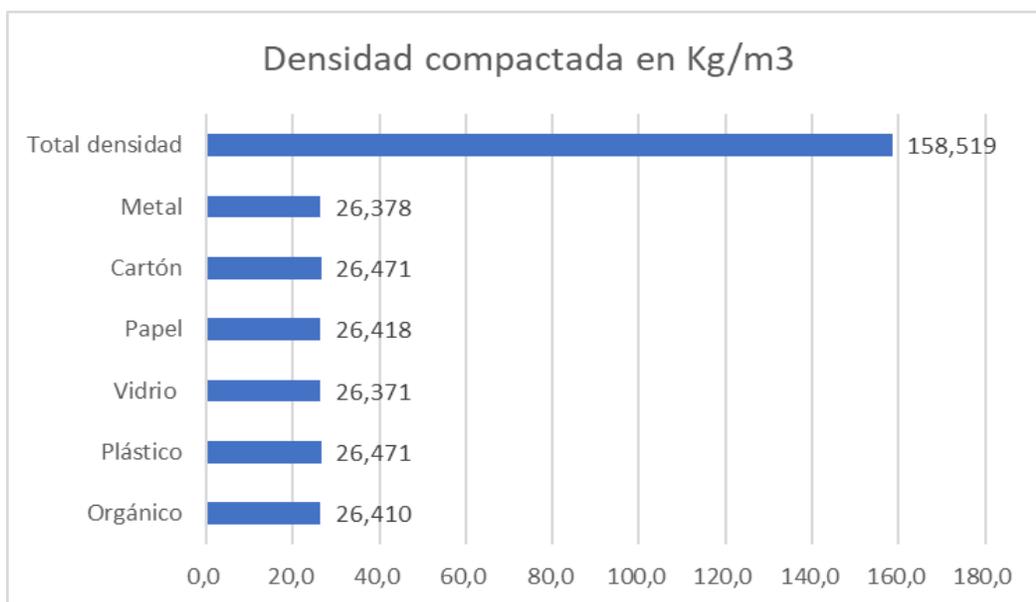
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Resultados de la densidad compactada de desechos sólidos en Kg/m³**

Componentes físicos	Densidad
Orgánico	26,410
Plástico	26,471
Vidrio	26,371
Papel	26,418
Cartón	26,471
Metal	26,378
Densidad compactada total	158,519

Fuente: elaboración propia

Figura 24. **Densidad compactada en Kg/m³**



Fuente: elaboración propia

5.6. **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 colonia Las Brisas de la zona 6 de Mixco.

Tabla XVII. **Producción per cápita promedio de los desechos sólidos por vivienda**

# vivienda	Producción per cápita (ppc)						ppc total por vivienda
	Orgánico	Plástico	Vidrio	Papel	Cartón	Metal	
1	1,08	0,50	0,00	1,40	0,05	0,00	3,03
2	2,00	0,26	0,00	1,40	0,04	0,00	3,70
3	1,65	0,39	0,05	1,30	0,17	0,00	3,56
4	1,48	0,04	0,00	1,06	0,00	0,04	2,61
5	2,58	0,14	0,00	1,74	0,04	0,01	4,51
6	1,11	0,01	0,00	1,00	0,33	0,00	2,45
7	0,74	0,00	0,04	1,00	0,15	0,01	1,94
8	2,08	1,55	0,03	1,75	0,13	0,00	5,53
9	2,05	0,57	0,15	1,23	0,08	0,00	4,08
10	1,14	0,60	0,00	0,83	0,24	0,00	2,80
11	0,73	0,65	0,00	0,88	0,00	0,00	2,25
12	2,93	0,80	0,00	1,85	0,00	0,00	5,58
13	0,85	0,50	0,00	1,13	0,23	0,00	2,72
14	0,50	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	1,51
15	2,58	0,56	0,02	1,42	0,14	0,00	4,72
16	1,83	0,05	0,00	1,32	0,00	0,02	3,22
17	2,23	0,12	0,00	1,25	0,00	0,00	3,60
18	1,16	0,00	0,00	0,94	0,25	0,00	2,35
19	1,53	0,55	0,00	1,93	0,59	0,00	4,59
20	1,83	0,17	0,00	1,38	0,13	0,05	3,57
21	1,54	0,63	0,00	0,61	0,09	0,00	2,86
22	1,60	0,38	0,20	1,05	0,13	0,00	3,37
23	1,08	0,36	0,00	1,30	0,14	0,00	2,88
24	1,38	0,42	0,14	1,32	0,18	0,00	3,44
25	1,85	0,28	0,05	1,10	0,32	0,04	3,64
26	1,49	0,19	0,04	0,83	0,08	0,00	2,61
27	2,34	0,12	0,04	1,30	0,08	0,00	3,88
28	1,18	0,15	0,00	1,08	0,00	0,00	2,42
29	1,28	0,15	0,00	1,73	0,00	0,00	3,15
30	2,18	0,33	0,00	1,32	0,00	0,00	3,83
31	1,49	0,10	0,00	0,83	0,25	0,00	2,66
32	1,78	0,56	0,00	1,68	0,00	0,00	4,01

Continuación de tabla XVII.

33	1,34	0,16	0,00	1,24	0,00	0,00	2,74
34	0,46	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	1,31
35	1,67	0,18	0,00	1,17	0,00	0,00	3,02
36	1,19	0,26	0,00	0,76	0,05	0,00	2,26
37	1,05	0,07	0,05	1,00	0,00	0,00	2,17
38	1,52	0,42	0,00	1,24	0,00	0,06	3,24
39	1,70	0,16	0,00	1,26	0,40	0,00	3,52
40	0,98	0,12	0,00	1,09	0,00	0,00	2,19
41	2,20	0,15	0,08	1,80	0,00	0,00	4,23
42	0,79	0,08	0,00	0,66	0,24	0,00	1,76
43	1,53	0,45	0,00	1,07	0,00	0,00	3,05
44	2,28	0,24	0,00	1,30	0,00	0,06	3,88
45	1,20	0,06	0,00	0,86	0,00	0,00	2,12
46	1,75	0,13	0,00	1,53	0,00	0,00	3,40
47	1,35	0,05	0,00	0,79	0,26	0,04	2,49
48	1,57	0,08	0,12	0,98	0,00	0,00	2,74
49	1,63	0,15	0,04	0,78	0,00	0,00	2,59
50	1,50	0,08	0,00	1,13	0,00	0,18	2,89
51	1,63	0,08	0,00	1,13	0,36	0,00	3,21
52	1,55	0,11	0,00	1,68	0,00	0,00	3,34
53	1,65	0,07	0,00	1,07	0,00	0,05	2,83
54	1,21	0,09	0,03	0,88	0,00	0,00	2,20
55	2,28	0,11	0,00	1,55	0,38	0,00	4,31
Total	496,50	81,20	6,25	379,10	33,70	3,35	2,98

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Producción per cápita por días

# vivienda	Producción per cápita (ppc)			
	día 1	día 2	día 3	ppc total por vivienda
1	0,98	0,95	1,10	1,01
2	1,18	1,24	1,28	1,23
3	1,30	1,12	1,14	1,19
4	0,80	0,88	0,94	0,87
5	1,42	1,48	1,61	1,50
6	0,78	0,79	0,89	0,82
7	0,58	0,58	0,79	0,65
8	2,00	2,00	1,53	1,84
9	1,37	1,37	1,35	1,36
10	1,06	0,95	0,79	0,93
11	0,83	0,79	0,64	0,75
12	1,85	1,90	1,83	1,86
13	0,92	0,92	0,88	0,91
14	0,48	0,46	0,58	0,50
15	1,56	1,66	1,50	1,57
16	1,05	1,02	1,15	1,07
17	1,07	1,23	1,30	1,20
18	0,79	0,75	0,81	0,78
19	1,83	1,20	1,56	1,53
20	1,18	1,20	1,18	1,19
21	0,99	1,03	0,84	0,95
22	1,38	1,02	0,97	1,12
23	1,08	0,88	0,92	0,96
24	1,40	1,06	0,98	1,15
25	1,35	1,22	1,08	1,21
26	1,01	0,80	0,80	0,87
27	1,42	1,24	1,22	1,29
28	0,87	0,77	0,78	0,81
29	1,03	0,98	1,15	1,05
30	1,20	1,43	1,20	1,28
31	0,99	0,88	0,80	0,89
32	1,46	1,25	1,30	1,34
33	0,98	0,92	0,84	0,91
34	0,43	0,46	0,43	0,44

Continuación de tabla XVIII.

35	1,00	1,02	1,00	1,01
36	0,86	0,73	0,68	0,75
37	0,78	0,65	0,73	0,72
38	1,14	1,06	1,04	1,08
39	1,36	1,16	1,00	1,17
40	0,78	0,70	0,72	0,73
41	1,43	1,40	1,40	1,41
42	0,68	0,55	0,54	0,59
43	1,08	1,00	0,97	1,02
44	1,32	1,32	1,24	1,29
45	0,75	0,71	0,66	0,71
46	1,25	1,13	1,03	1,13
47	0,90	0,84	0,75	0,83
48	0,94	0,92	0,88	0,91
49	0,80	0,94	0,85	0,86
50	1,12	0,94	0,83	0,96
51	1,16	1,10	0,95	1,07
52	1,21	1,08	1,05	1,11
53	1,03	0,93	0,87	0,94
54	0,75	0,75	0,70	0,73
55	1,61	1,38	1,33	1,44
Total	349,95	329,15	321,00	0,99

Fuente: elaboración propia.

La producción per cápita se presenta de dos formas para ver la variación de los desechos según su composición por vivienda y posteriormente por día.

5.7. Propuesta para el manejo de residuos sólidos en la colonia Las Brisas, zona 6 de Mixco, Guatemala.

Para el manejo correcto de los residuos sólidos, se necesita tener fiabilidad en los estudios realizados, ya que de estos se pueden plantear

soluciones para controlar hábitos perjudiciales en la conservación del ambiente, y su aplicación final en la población a beneficiar será de gran ayuda en un futuro.

5.7.1. Charlas educativas en escuelas y salones municipales

Como primer paso para un ambiente más limpio, se debe educar a los más jóvenes y a los adultos que deseen hacer un cambio en sus hogares y beneficiar a su comunidad.

En los centros educativos, se necesita concientizar a los estudiantes sobre el daño que provoca la incorrecta disposición de los residuos sólidos, a dónde van una vez que se utilizan y cómo debe ser el proceso para que los mismos no dañen los recursos naturales y el entorno de la población en cuestión.

También, se incluye dentro de los temas, el uso de la herramienta de las 3R, la cual incluye: reducir, reutilizar y reciclar.

5.8. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

Un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) abarca todas las etapas del manejo de residuos sólidos, así como los aspectos técnicos, ambientales, económicos, institucionales y legales que le son afines. El PGIRS surge ante la necesidad de solucionar los problemas ambientales y el impacto negativo de los residuos sólidos urbanos en los cuerpos de agua y en los sistemas de saneamiento¹¹⁹.

¹¹⁹ RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO, Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. p. 31.

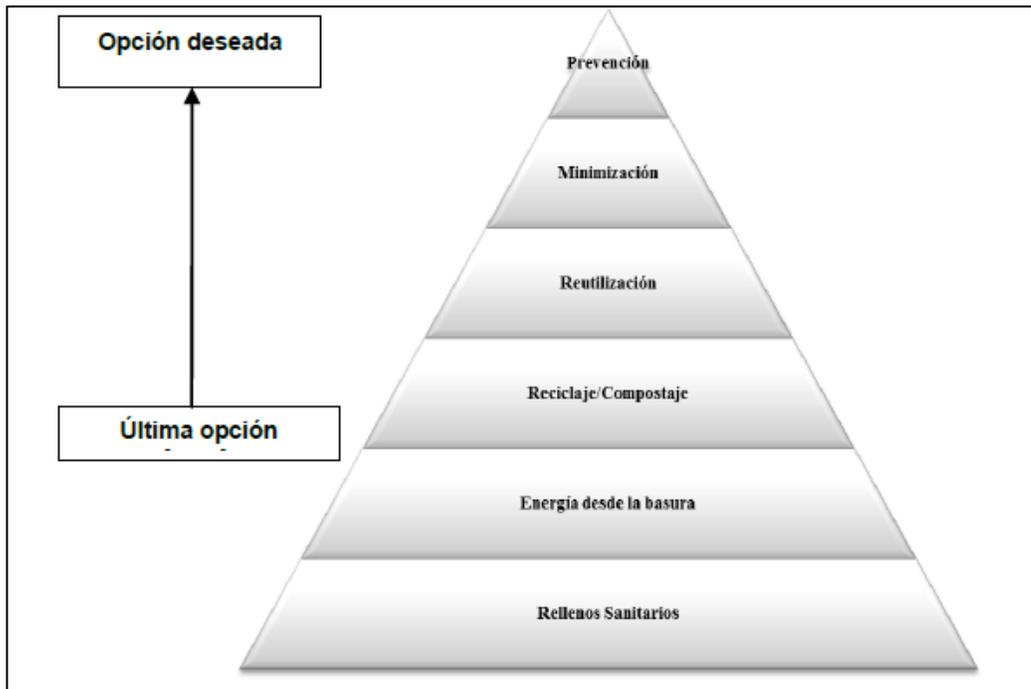
5.8.1. Principios rectores del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

El desarrollo de un PGIRS se basa en principios utilizados para el manejo de los residuos, entre ellos están el principio de jerarquía en la gestión de residuos; principio de gestión integrada; responsabilidad extendida del productor; los instrumentos económicos; y, reducción de los residuos peligrosos.

- a) **Principio de jerarquía en la gestión de residuos:** el primer propósito de la gestión integral es evitar la generación; si no es posible, se debe procurar la minimización utilizando el concepto de las 3 R (reducir, reutilizar y reciclar), por lo tanto, si esta minimización no es posible, entonces se debe plantear el tratamiento, y sólo cuando el tratamiento no sea factible, se debe recién pensar en la disposición final.¹²⁰

¹²⁰ RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. p. 31

Figura 25. Jerarquía en el manejo de residuos sólidos



Fuente: RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO, Juan Francisco. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. pág. 31.

Principio de gestión integrada: indica que para un manejo adecuado de los residuos se requiere el conjunto de tareas e infraestructuras tomando en cuenta que una única infraestructura no es capaz de lograr gestionar la complejidad del manejo de los diferentes residuos. Una gestión avanzada consiste en actividades coordinadas dentro de todos los niveles y áreas responsables del manejo de residuos para lograr una gestión que funciona adecuadamente y posibilitar la mejora continua del sistema (FICHTNER -LKSUR Asociados, 2005).¹²¹

Responsabilidad extendida del productor: los fabricantes, importadores y distribuidores de productos tienen la responsabilidad sobre los impactos ambientales de su producto a través de todo el ciclo de vida de este, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, impactos del proceso de producción de los mismos, así como los impactos relativos al uso y la

¹²¹ RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO Juan Francisco. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. p. 32.

disposición de éstos (Programa CYMA, 2008). Este principio elemental no es sino la concreción práctica del viejo y evidente dicho “quien contamina paga.”¹²²

Los instrumentos económicos: los instrumentos económicos que se puedan aplicar para conseguir mejorar la gestión de los residuos deben permitir generar incentivos que apoyen y promuevan la producción limpia y sostenible, la minimización de los residuos y proyectos innovadores de gestión integral (FICHTNER-LKSUR Asociados, 2005).¹²³

b) Objetivos de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) Un PGIRS busca principalmente lograr una adecuada gestión de los residuos, la cual se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, asegurando el desarrollo sustentable y eficiente del sector.¹²⁴

Minimizar los impactos ambientales y a la salud, generados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos. Aunque todavía no se ha establecido claramente, mediante estudios epidemiológicos, la relación directa entre el manejo inadecuado de los residuos sólidos y su impacto en la salud, es claro que el primero representa un factor de riesgo elevado para la salud humana y el medio ambiente. La basura no recolectada o que no recibe disposición final sanitariamente segura puede ocasionar un aumento en la prevalencia de enfermedades como el dengue, la leptospirosis y las dolencias gastrointestinales (Terraza, 2009b).

En este mismo orden, los impactos negativos potenciales por el mal manejo de los residuos en el medio ambiente han sido evidentes y son bien conocidos. Se listan a continuación los principales (con base en Terraza, 2009b):

- i. *Atmosféricos.* Calidad del aire por emisiones de metano y dióxido de carbono.
- ii. *Suelos y geomorfología.* Alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad; contaminación por presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos, entre otros residuos; activación del proceso erosivo y cambio de topografía, entre otros.
- iii. *Aguas superficiales y subterráneas.* Afectación de la calidad del agua y alteración de las características hidráulicas.
- iv. *Bióticos.* Alteración de la cantidad de biomasa, del tipo de vegetación y fauna.¹²⁵

¹²² RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO, Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* p. 32.

¹²³ *Ibíd.*

¹²⁴ RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO, Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* p. 33.

¹²⁵ RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO, Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* p. 34.

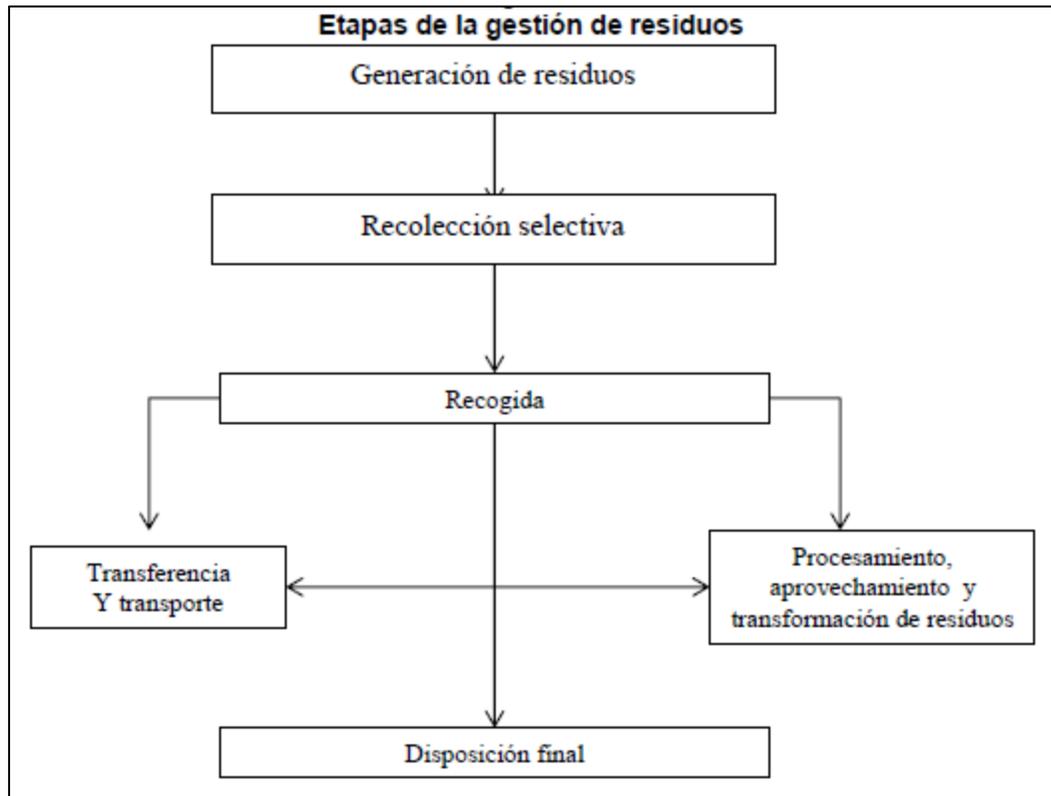
c) Desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

A partir de los principios estudiados y para lograr los objetivos planteados, se elabora el plan de gestión, considerando diferentes alternativas para cada una de las etapas de la gestión de residuos, como el almacenamiento, la recolección, el transporte, los tratamientos intermedios y la disposición final. En el sistema técnico es importante la disposición final y la ubicación de las infraestructuras que les corresponden.

Para desarrollar e implementar el plan de gestión, se combinan correctamente las alternativas y tecnologías para enfrentar las necesidades cambiantes de la gestión de residuos. La combinación correcta de tecnologías es referida a analizar una amplia gama de alternativas, de acuerdo con las características que se presenten en las etapas de la gestión.

Con esto, se garantiza que la propuesta responda a las necesidades reales del área donde se desarrollará el plan. Para desarrollar la gestión integral de residuos debe haber flexibilidad para afrontar los cambios futuros. Este planteamiento se refiere a la habilidad para adaptar las prácticas de gestión de residuos a condiciones variables, como los cambios y composición de los residuos, los desarrollos tecnológicos, cambios en los mercados para los materiales reciclables, entre otros. Si el sistema de GIRS está planeado y diseñado basándose en un análisis detallado sobre todas las externalidades posibles relacionadas con estos factores, la región o localidad estará protegida frente a los cambios inesperados.

Figura 26. **Etapas de la gestión de residuos**



Fuente: RANDÓN TORO, Stefani; PACHECO Juan Francisco. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. p. 35

5.9. Reducir

Una parte evidente de la herramienta se basa en la reducción de consumo, esto incluye tanto el energético como de bienes materiales. Al estar consciente de que no se necesitan de tantos materiales o insumos para el buen funcionamiento del hogar como el uso de una bolsa plástica para envolver alientos, botellas de gaseosa desechables en cada tiempo de comida, entre

otros. Es cuando se comienza a reducir la generación de desechos dentro del hogar y así evitar la acumulación de esto mismos en los vertederos.

Debido a que esta misma es una herramienta fácil de aplicar, los consejos más prácticos para empezar en la escuela u hogar se pueden enumerar de acuerdo con las necesidades de la población:

- Sustituir las bolsas de plástico en mercado y supermercado al momento de realizar las compras con bolsas de tela o biodegradables, ya que las mismas se pueden utilizar repetidas veces y son más fáciles de reciclar debido al tipo de material con el que producen.
- Utilizar mantas para envolver ciertos alimentos, utilizar canastas o bolsas de tela o biodegradables.
- Elegir productos hechos a base de otros, por ejemplo, productos de plástico que han sido reciclados anteriormente. Lo más recomendable en todos los casos es el de no adquirir productos de plástico en su totalidad, ya que estos tienen una corta vida útil, así como es el producto que más tiempo tarde en biodegradarse.

5.10. Reutilizar

En este proceso se anima a la población a tratar de alargar la vida útil de un producto, quiere decir que antes de arrojarlo a la basura, se le encuentra una función dentro del establecimiento, siendo que este necesite reparación o no.¹²⁶

En la sociedad actual existen muchas ideas de cómo se puede aprovechar cada producto, pero las más frecuentes terminan siendo las formas más sencillas de aplicación:

¹²⁶ BORRÁS, Carla. *Las 3R de la ecología: reducir, reutilizar y reciclar*.
<https://www.ecologiaverde.com/las-3r-de-la-ecologia-reducir-reutilizar-y-reciclar-315.html>
Consulta: 10 de julio de 2019.

- Mejorar la apariencia y funcionalidad de un objeto que estaba destinado a ser desechado, para aumentar su valor y utilidad. De esta misma forma, obtener beneficio económico al momento de su reventa.
- La reutilización no incluye simplemente a productos manufacturados, ya que puede, y debe, aplicarse también a los recursos naturales. Por ejemplo, el agua que utilizamos para lavar verduras y frutas o el agua que nos sobra después de beber, se puede destinar para regar las plantas.
- Del mismo modo, dando un paso más y poniendo más medios, las aguas procedentes de los desagües de lavadoras, bañeras o fregaderos serían, tras la aplicación de un simple tratamiento, perfectas para el riego de zonas verdes o el uso en cisternas, así como para limpieza de exteriores. Donación de objetos que ya no tengan valor útil para el dueño. La persona beneficiada tendrá la oportunidad de recibir productos con expectativas de uso prolongadas.

5.11. Reciclaje

Se basa en la obtención de nuevos productos por medio de otros productos desechados. La preservación de materiales potencialmente útiles evita que el ecosistema reciba directamente el daño potencial que estos causan al desembocar en ríos y bosques. La ventaja de esta última herramienta es el alcance individual que tiene, ya que no necesita de una gran cantidad de personas para lograr resultados, ni de maquinaria pesada. Simplemente basta con disponer de contenedores separados por medio de colores que representen los diferentes materiales.

CONCLUSIONES

1. Por medio de la clasificación de los desechos sólidos en la colonia Las Brisas se determinó que cerca del 49,65 % de los desechos sólidos generados son de procedencia orgánica, mientras que el 50,35 % restante corresponde a los residuos inorgánicos como plásticos, vidrio, papel, cartón y metales.
2. Por medio de las encuestas realizadas se determinó una clasificación previa con base en los desechos que la población considera que genera en mayor cantidad, además de que se logra dar una apreciación respecto al servicio de recolección actual en la colonia.
3. Con tres días de recolección se logró clasificar 454,59 kg de residuos sólidos, conformando un volumen total no compactado de 1,96 m³. Un volumen compactado de 1,43 m³.
4. La producción per cápita en la colonia Las Brisas de la zona 6 de Mixco, es de un promedio aproximado de 0,99 Kg/hab/día.

RECOMENDACIONES

1. Que la Municipalidad de Mixco, por medio de charlas informativas, 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. Implementar un plan de gestión ambiental, con la Municipalidad de Mixco y el COCODE en la colonia, en donde se tome en cuenta la caracterización realizada y los datos obtenidos, con el fin de tener datos iniciales y así poder minimizar los residuos sólidos generados posteriormente que alteran los sistemas ambientales.
3. Reducir el consumo de productos elaborados con base de plástico o no reciclables en las actividades diarias de la comunidad, a través de capacitaciones o charlas informativas.
4. Fomentar la reducción en la utilización de productos innecesarios en cada vivienda que producen el mayor volumen de los desechos sólidos domiciliarios, como plásticos y desechos orgánicos, por medio de campañas ambientales por la municipalidad juntamente con el centro de salud y centros educativos del sector, y así motivar a la población más joven del lugar a que inicien con la reducción de los desechos sólidos dentro de los hogares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo No. 186-2001: Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala. mayo 2001.
2. Acuerdo Gubernativo No. 509-2001. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Guatemala. diciembre 2001.
3. Acuerdo No. 28-2002. Reglamento de manejo de desechos sólidos. Municipalidad de Guatemala, el Concejo Municipal de la ciudad de Guatemala. Guatemala. diciembre 2002.
4. Acuerdo Gubernativo 23–2003. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Guatemala. enero 2003.
5. Acuerdo Gubernativo Núm. 111-2005. Política para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Guatemala. abril 2005.
6. Acuerdo Gubernativo 281-2015 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala. diciembre de 2015.
7. Código de salud. Decreto 90-97 de la República de Guatemala, sección IV, Desechos sólidos, paginas 16-17. Guatemala. noviembre 1997.

8. COLMER MENDOZA, Francisco José, GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*, México, Limusa; Universidad Politécnica de Valencia, 2007. 328 p. ISBN-13: 978-968-18-7036-2.
9. Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala. mayo 1985.
10. Decreto 4-89 del Congreso de la República de Guatemala, Guatemala. noviembre 1996.
11. Decreto Ley 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, Artículo 29. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. diciembre 1997.
12. Decreto 147-97 del Congreso de la República de Guatemala, Artículo 39. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. noviembre 1997.
13. Decreto 68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente. Guatemala. diciembre 1986.
14. Norma ASTM D 5231-93 reprobada 2003. Estados Unidos de América, 2003.
15. RANDÓN TORO, Estefani, Marcel Szantó, Juan Francisco Pacheco, Eduardo Contreras, Alejandro Gálvez. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Naciones Unidas Santiago, julio 2016, 209 p. ISSN 2518-3923.

16. UMAÑA, Guillermo, Joram Gil Laroj, Carlos Salazar Ortiz, Mario Stanley Cáceres, Menajem Bessalel, *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales*, Guatemala, Proarca/Sigma, 2003.

APÉNDICES

Apéndice 1. Encuesta 1

Encuesta realizada para la obtención de información acerca de lo que opinan los vecinos de la caracterización, en la colonia las Brisas zona 6 de Mixco, Guatemala.



"CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA COLONIA LAS BRISAS, EN EL MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA"

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Encuestador: Luis Fernando Manzo

ENCUESTA

Fecha: ____/____/____ Vivienda No. ____

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

2. El lugar donde habita ¿es propio o alquilado?
 Propio Alquilado
3. Según los ingresos de su hogar ¿en qué nivel económico se considera?
 Alta Media Alta Media Media Baja Baja
4. ¿Recibe un servicio de recolección de residuos sólidos?
 Sí No
5. Si no recibe servicio de recolección de residuos sólidos, ¿qué hace con su basura?
 Enterrarlos Dejarlos en terrenos baldíos
 Quemarlos Con un vecino
6. ¿Cuántos días a la semana pasa el servicio de recolección de basura?

7. ¿Qué días de la semana pasa el servicio de recolección de basura?
 Lunes Jueves Domingo
 Martes Viernes Ninguno
 Miércoles Sábado
8. ¿En qué horario recibe el servicio de recolección de basura?
 5:00-8:00 8:00 - 11:00

Continuación de apéndice 1.

<input type="checkbox"/> 11:00 – 13:00	<input type="checkbox"/> 13:00 en adelante	
9. Según su opinión, ¿cómo considera el servicio de recolección de basura?		
<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
10. ¿Qué problemas detecta en el servicio de recolección de basura?		
<input type="checkbox"/> No pasa el camión	<input type="checkbox"/> Horario inadecuado	
<input type="checkbox"/> Falta de cortesía	<input type="checkbox"/> No recogen todo	
<input type="checkbox"/> Dejan caer basura	<input type="checkbox"/> Ninguno	
<input type="checkbox"/> Mala organización	<input type="checkbox"/> Otro: _____	
11. ¿Sabe cuál es el destino final de su basura?		
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
12. ¿Conoce lo que es el reciclaje?		
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
13. ¿Practica el reciclaje en su vivienda de alguna manera?		
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
14. ¿Qué tipos de desechos sólidos clasifica?		
<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Vidrio	<input type="checkbox"/> Cartón
<input type="checkbox"/> Plástico	<input type="checkbox"/> Papel	<input type="checkbox"/> Orgánicos
		<input type="checkbox"/> Ninguno
15. ¿Cuál es el desecho sólido que más se produce en su hogar?		

16. ¿Considera usted que el mal manejo de los desechos sólidos causa daños a la salud?		
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
17. ¿Estaría usted dispuesto a colaborar clasificando la basura en su hogar antes de ser recolectada por el servicio de recolección designado?		
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta 2



**"CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES,
EN LA COLONIA LAS BRISAS, EN EL MUNICIPIO DE MIXCO,
GUATEMALA"**

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Encuestador: Luis Fernando Manzo

ENCUESTA

Fecha: ____/____/____ Vivienda No. ____

Datos de la encuesta	Total hogares
¿Cuántas personas habitan en su vivienda?	
Total de habitantes en las 33 viviendas	
Cuántas personas habitan	
¿Con que frecuencia utiliza los servicios de recolección?	
una vez a la semana	
dos veces a la semana	
tres veces a la semana	
¿Cómo desechaban los residuos sólidos antes del servicio de recolección?	
Incineración (quema de basura)	
Enterraban	
Basureros clandestinos	
Otro tipo de disposición final	
Enterraban y otro tipo de disposición final	
Basurero clandestino y otros	
¿Cómo les parece el trabajo del servicio de recolección?	
Excelente	
Bueno	
Regular	
Malo	
¿Sabe cuál es el destino final de los desechos?	
Sí	
No	
¿Estaría dispuesto a colaborar con la clasificación de los desechos en su hogar?	
Sí	
No	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Residuos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Desechos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Desechos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Desechos sólidos acumulados



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Clasificación de desechos sólidos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Recolección y clasificación de desechos sólidos primer día**

# vivienda	Desechos sólidos (lb)						total vivienda
	Orgánico	Plástico	Vidrio	Papel	Cartón	Metal	
1	2,20	1,20	0,00	2,50	0,00	0,00	5,90
2	3,10	0,50	0,00	2,30	0,00	0,00	5,90
3	3,80	1,00	0,10	2,40	0,50	0,00	7,80
4	4,00	0,10	0,00	2,20	0,00	0,10	6,40
5	4,10	0,50	0,00	2,50	0,00	0,00	7,10
6	3,10	0,00	0,00	2,10	1,00	0,00	6,20
7	1,50	0,00	0,10	2,40	0,50	0,10	4,60
8	3,10	2,20	0,10	2,10	0,50	0,00	8,00
9	3,60	1,40	0,50	2,20	0,50	0,00	8,20
10	3,30	2,10	0,00	2,10	1,00	0,00	8,50
11	2,10	2,10	0,00	2,40	0,00	0,00	6,60
12	3,60	1,30	0,00	2,50	0,00	0,00	7,40
13	1,50	1,40	0,00	2,10	0,50	0,00	5,50
14	1,30	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	3,80
15	3,70	1,10	0,10	2,40	0,50	0,00	7,80
16	3,80	0,10	0,00	2,30	0,00	0,10	6,30
17	3,70	0,50	0,00	2,20	0,00	0,00	6,40
18	3,20	0,00	0,00	2,10	1,00	0,00	6,30
19	1,50	1,20	0,00	2,50	2,10	0,00	7,30
20	3,50	0,60	0,00	2,40	0,50	0,10	7,10
21	4,00	2,10	0,00	1,25	0,60	0,00	7,95
22	3,10	1,50	1,00	2,20	0,50	0,00	8,30
23	1,60	1,30	0,00	2,00	0,50	0,00	5,40
24	2,30	1,20	0,50	2,40	0,60	0,00	7,00
25	3,60	0,90	0,10	2,30	1,10	0,10	8,10
26	4,00	1,20	0,10	2,40	0,40	0,00	8,10
27	3,80	0,30	0,20	2,50	0,30	0,00	7,10
28	2,40	0,50	0,00	2,30	0,00	0,00	5,20
29	1,50	0,20	0,00	2,40	0,00	0,00	4,10
30	3,60	1,10	0,00	2,50	0,00	0,00	7,20
31	4,00	0,40	0,00	2,40	1,10	0,00	7,90
32	2,40	1,25	0,00	2,20	0,00	0,00	5,85
33	2,40	0,40	0,00	2,10	0,00	0,00	4,90

Continuación de apéndice 8.

34	1,10	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	3,40
35	3,40	0,50	0,00	2,10	0,00	0,00	6,00
36	3,30	1,20	0,00	2,20	0,20	0,00	6,90
37	2,10	0,20	0,10	2,30	0,00	0,00	4,70
38	2,50	1,10	0,00	2,00	0,00	0,10	5,70
39	3,10	0,50	0,00	2,10	1,10	0,00	6,80
40	2,00	0,40	0,00	2,25	0,00	0,00	4,65
41	3,00	0,30	0,10	2,30	0,00	0,00	5,70
42	2,20	0,40	0,00	1,60	1,20	0,00	5,40
43	3,20	1,40	0,00	1,90	0,00	0,00	6,50
44	3,60	0,60	0,00	2,30	0,00	0,10	6,60
45	3,40	0,30	0,00	2,30	0,00	0,00	6,00
46	2,50	0,40	0,00	2,10	0,00	0,00	5,00
47	3,50	0,30	0,00	2,20	1,10	0,10	7,20
48	3,30	0,25	0,20	1,90	0,00	0,00	5,65
49	3,70	0,60	0,10	2,00	0,00	0,00	6,40
50	3,20	0,30	0,00	2,40	0,00	0,80	6,70
51	3,40	0,30	0,00	2,00	1,25	0,00	6,95
52	2,10	0,25	0,00	2,50	0,00	0,00	4,85
53	3,60	0,30	0,00	2,20	0,00	0,10	6,20
54	3,40	0,40	0,10	2,10	0,00	0,00	6,00
55	3,30	0,25	0,00	2,00	0,90	0,00	6,45
Total	163,30	39,90	3,40	122,20	19,45	1,70	349,95

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Recolección y clasificación de desechos sólidos segundo día

# vivienda	Desechos sólidos (lb)						total vivienda
	Orgánico	Plástico	Vidrio	Papel	Cartón	Metal	
1	2,10	0,80	0,00	2,60	0,20	0,00	5,70
2	3,40	0,50	0,00	2,20	0,10	0,00	6,20
3	3,00	0,85	0,10	2,50	0,25	0,00	6,70
4	4,00	0,10	0,00	2,80	0,00	0,10	7,00
5	4,50	0,10	0,00	2,70	0,10	0,00	7,40
6	3,00	0,10	0,00	2,40	0,80	0,00	6,30
7	2,00	0,00	0,10	2,10	0,40	0,00	4,60
8	3,00	2,20	0,00	2,80	0,00	0,00	8,00
9	4,40	1,10	0,30	2,40	0,00	0,00	8,20
10	3,00	1,80	0,00	2,30	0,50	0,00	7,60
11	1,90	1,80	0,00	2,60	0,00	0,00	6,30
12	4,00	1,10	0,00	2,50	0,00	0,00	7,60
13	1,90	0,90	0,00	2,20	0,50	0,00	5,50
14	1,20	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	3,70
15	5,00	1,00	0,00	2,20	0,10	0,00	8,30
16	3,90	0,10	0,00	2,10	0,00	0,00	6,10
17	5,10	0,10	0,00	2,20	0,00	0,00	7,40
18	3,00	0,00	0,00	2,30	0,70	0,00	6,00
19	1,60	0,90	0,00	2,10	0,20	0,00	4,80
20	4,00	0,30	0,00	2,60	0,20	0,10	7,20
21	4,50	2,00	0,00	1,60	0,10	0,00	8,20
22	3,20	0,60	0,10	2,00	0,20	0,00	6,10
23	1,80	0,40	0,00	2,10	0,10	0,00	4,40
24	2,10	0,70	0,10	2,20	0,20	0,00	5,30
25	4,00	0,60	0,10	1,80	0,70	0,10	7,30
26	4,10	0,20	0,10	1,90	0,10	0,00	6,40
27	3,80	0,20	0,00	2,10	0,10	0,00	6,20
28	2,20	0,30	0,00	2,10	0,00	0,00	4,60
29	1,60	0,30	0,00	2,00	0,00	0,00	3,90
30	5,00	0,70	0,00	2,90	0,00	0,00	8,60
31	4,10	0,30	0,00	1,90	0,70	0,00	7,00
32	2,20	0,80	0,00	2,00	0,00	0,00	5,00
33	2,20	0,30	0,00	2,10	0,00	0,00	4,60
34	1,10	0,00	0,00	2,60	0,00	0,00	3,70

Continuación de apéndice 9.

35	3,30	0,40	0,00	2,40	0,00	0,00	6,10
36	3,10	0,70	0,00	1,90	0,10	0,00	5,80
37	2,00	0,10	0,10	1,70	0,00	0,00	3,90
38	2,30	0,80	0,00	2,10	0,00	0,10	5,30
39	3,00	0,20	0,00	2,10	0,50	0,00	5,80
40	1,90	0,20	0,00	2,10	0,00	0,00	4,20
41	2,90	0,20	0,10	2,40	0,00	0,00	5,60
42	2,00	0,10	0,00	1,90	0,40	0,00	4,40
43	3,00	0,80	0,00	2,20	0,00	0,00	6,00
44	3,90	0,40	0,00	2,20	0,00	0,10	6,60
45	3,10	0,10	0,00	2,50	0,00	0,00	5,70
46	2,20	0,10	0,00	2,20	0,00	0,00	4,50
47	3,80	0,10	0,00	2,00	0,70	0,10	6,70
48	3,00	0,10	0,40	2,00	0,00	0,00	5,50
49	4,80	0,50	0,10	2,10	0,00	0,00	7,50
50	3,00	0,10	0,00	2,40	0,00	0,15	5,65
51	3,30	0,10	0,00	2,50	0,70	0,00	6,60
52	2,00	0,10	0,00	2,20	0,00	0,00	4,30
53	3,30	0,10	0,00	2,10	0,00	0,10	5,60
54	3,20	0,20	0,00	2,60	0,00	0,00	6,00
55	3,00	0,10	0,00	1,90	0,50	0,00	5,50
Total	168,00	26,65	1,60	122,90	9,15	0,85	329,15

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Recolección y clasificación de desechos sólidos tercer día**

# vivienda	Desechos sólidos (lb)						total vivienda
	Orgánico	Plástico	Vidrio	Papel	Cartón	Metal	
1	2,20	1,00	0,00	3,30	0,10	0,00	6,60
2	3,50	0,30	0,00	2,50	0,10	0,00	6,40
3	3,10	0,50	0,10	2,90	0,25	0,00	6,85
4	3,80	0,10	0,00	3,50	0,00	0,10	7,50
5	4,30	0,10	0,00	3,50	0,10	0,05	8,05
6	2,80	0,00	0,00	3,50	0,80	0,00	7,10
7	2,40	0,00	0,15	3,50	0,30	0,00	6,35
8	2,20	1,80	0,00	2,10	0,00	0,00	6,10
9	4,30	0,90	0,10	2,80	0,00	0,00	8,10
10	2,80	0,90	0,00	2,20	0,40	0,00	6,30
11	1,80	1,30	0,00	2,00	0,00	0,00	5,10
12	4,10	0,80	0,00	2,40	0,00	0,00	7,30
13	1,70	0,70	0,00	2,50	0,40	0,00	5,30
14	1,50	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00	4,60
15	4,20	0,70	0,00	2,50	0,10	0,00	7,50
16	3,30	0,10	0,00	3,50	0,00	0,00	6,90
17	4,60	0,10	0,00	3,10	0,00	0,00	7,80
18	3,10	0,00	0,00	3,10	0,30	0,00	6,50
19	3,00	0,10	0,00	3,10	0,05	0,00	6,25
20	3,50	0,10	0,00	3,30	0,10	0,10	7,10
21	3,80	0,90	0,00	2,00	0,00	0,00	6,70
22	3,30	0,20	0,10	2,10	0,10	0,00	5,80
23	2,00	0,10	0,00	2,40	0,10	0,00	4,60
24	2,50	0,20	0,10	2,00	0,10	0,00	4,90
25	3,50	0,20	0,10	2,50	0,10	0,05	6,45
26	3,80	0,10	0,10	2,30	0,10	0,00	6,40
27	4,10	0,10	0,00	1,90	0,00	0,00	6,10
28	2,50	0,10	0,00	2,10	0,00	0,00	4,70
29	2,00	0,10	0,00	2,50	0,00	0,00	4,60
30	4,50	0,20	0,00	2,50	0,00	0,00	7,20
31	3,80	0,10	0,00	2,30	0,20	0,00	6,40
32	2,50	0,20	0,00	2,50	0,00	0,00	5,20
33	2,10	0,10	0,00	2,00	0,00	0,00	4,20
34	1,50	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	3,40

Continuación de apéndice 10.

35	3,30	0,20	0,00	2,50	0,00	0,00	6,00
36	3,10	0,20	0,00	2,00	0,10	0,00	5,40
37	2,20	0,10	0,10	2,00	0,00	0,00	4,40
38	2,80	0,20	0,00	2,10	0,00	0,10	5,20
39	2,40	0,10	0,00	2,10	0,40	0,00	5,00
40	2,00	0,10	0,00	2,20	0,00	0,00	4,30
41	2,90	0,10	0,10	2,50	0,00	0,00	5,60
42	2,10	0,10	0,00	1,80	0,30	0,00	4,30
43	3,00	0,50	0,00	2,30	0,00	0,00	5,80
44	3,90	0,20	0,00	2,00	0,00	0,10	6,20
45	3,10	0,05	0,00	2,10	0,00	0,00	5,25
46	2,30	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	4,10
47	3,50	0,00	0,00	2,10	0,30	0,10	6,00
48	3,10	0,10	0,10	2,00	0,00	0,00	5,30
49	4,50	0,10	0,10	2,10	0,00	0,00	6,80
50	2,80	0,10	0,00	2,00	0,00	0,10	5,00
51	3,10	0,10	0,00	2,30	0,20	0,00	5,70
52	2,10	0,10	0,00	2,00	0,00	0,00	4,20
53	3,00	0,00	0,00	2,10	0,00	0,10	5,20
54	3,10	0,10	0,10	2,30	0,00	0,00	5,60
55	2,80	0,10	0,00	2,30	0,10	0,00	5,30
Total	165,20	14,65	1,25	134,00	5,10	0,80	321,00

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Datos poblacionales en colonias cercanas.



Muni Mixco
¡Trabajando por nuestra Ciudad!

Datos poblacionales de las Colonias Las Brisas, San José los Pinos, El Encino, Villa Fernanda y 10 de Mayo, en zona 10 de Mixco.

- Colonia Las Brisas
 - 2067 habitantes.
 - 480 hombres.
 - 549 mujeres.
 - 1038 niños.
- Colonia San José Los Pinos
 - 3263 habitantes.
 - 759 hombres.
 - 867 mujeres.
 - 1640 niños.
- Colonia El Encino
 - 987 habitantes.
 - 229 hombres.
 - 262 mujeres.
 - 496 niños.
- Colonia Villa Fernanda
 - 882 habitantes.
 - 205 hombres.
 - 234 mujeres.
 - 443 niños.
- Colonia 10 de mayo
 - 893 habitantes.
 - 208 hombres.
 - 237 mujeres.
 - 448 niños.

Plan de Desarrollo Municipal.

- Respecto a dicho plan, el municipio de Mixco se encuentra en el proceso de creación del mismo, por lo que no es posible hacer entrega de tal documento.

¡Trabajando por nuestra Ciudad!

Dirección: 4ta. Calle 4-98 Zona 1, Mixco
PBX: 2307-7300
Info@municipiomixco.gob.gt
Ciudad de Mixco, Guatemala

www.munimixco.gob.gt

Fuente: Municipalidad de Mixco. *Censo general de Guatemala. Guatemala.* Consulta mayo 2018.

