



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

**PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS
SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES
NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

Pedro Mejía Alvarado

Asesorado por el Ing. Pablo Christian de León Rodríguez

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS
SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES
NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PEDRO MEJÍA ALVARADO

ASESORADO POR EL ING. PABLO CHRISTIAN DE LEÓN RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordóñez Hernández
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 18 de mayo de 2012



Pedro Mejía Alvarado

Guatemala, 27 de noviembre de 2013

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

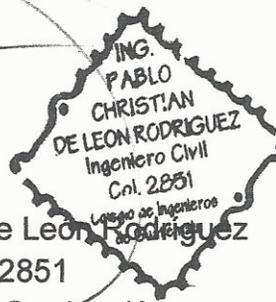
Estimado Ingeniero Montenegro

De acuerdo con lo resuelto por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS SOLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES NATURALES, EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, presentado por el estudiante Pedro Mejía Alvarado, con numero de carne 200113596, quien fue debidamente asesorada por el suscrito.

Considerando que el trabajo de graduación se ha desarrollado satisfactoriamente y cumple con los objetivos que motivaron la selección de dicho tema, doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente:

MsC. Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
Colegiado No. 2851
Asesor de Trabajo de Graduación





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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



Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
 28 de octubre de 2014

Ingeniero
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pedro Mejía Alvarado quien contó con la asesoría del Ing. Pablo Christian de León Rodríguez.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

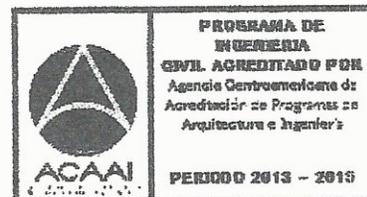
Atentamente,

INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 PLANEAMIENTO

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria
 Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor MsC. Ing. Pablo Christian de León Rodríguez y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría, al trabajo de graduación del estudiante Pedro Mejía Alvarado, titulado PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2015

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 059 .2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS SÓLIDOS DURANTE SITUACIONES DE DESASTRES NATURALES, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Pedro Mejía Alvarado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 16 de febrero de 2015

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala y
Facultad de Ingeniería**

Por ser mis centros de estudio.

Dios todo poderoso

A quien debo todo, por darme la oportunidad de nacer, sonreír y vivir con energía cada momento.

Mis hermanos

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo y su comprensión. Carmen Vásquez Mejía, Karla, Londy, Claudia, Walter, Manolo Mejía Ajcucún, Marvin y Aníbal Mejía Alvarado, a ustedes debo este logro, y con ustedes lo comparto.

Mis tíos

Por su cariño y consejos, en especial a Gualter y Norma.

Mis sobrinos

Con todo mi cariño, especialmente a Carmen, Gabriel, Jonathan, Abigail y Obed Aarón, mi pequeño angelito, eres mi felicidad.

Mi asesor

Ing. Pablo Christian de León Rodríguez, por haberme asesorado y aconsejado en mi trabajo de graduación.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de mi trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Fidencio Mejía y Rosario Ajcucún, que me han conducido por la vida con amor y paciencia, por ayudarme a salir adelante, por hacer de mí lo que hoy soy.

Mis abuelos

Por su amor y cariño, Pedro Mejía y Carmen Pérez, que Dios los tenga en su gloria.

Mi esposa

Gracias por compartir mis momentos de tristezas y alegrías y por tu apoyo, sin el cual todo hubiera sido más difícil.

Mis amigos

Los que han pasado y los que se han quedado, porque todos ustedes han marcado mi vida de alguna forma, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. DESASTRES NATURALES EN GUATEMALA	1
1.1. Desastres naturales.....	1
1.1.1. Tipos.....	2
1.1.2. Características.....	3
1.1.3. Impactos	5
1.2. Desastres naturales en Guatemala	9
1.2.1. Antecedentes desastres naturales (1976 a la fecha).....	9
1.2.1.1. Tipos.....	12
1.2.1.2. Impactos	14
1.2.2. República de Guatemala	14
1.2.2.1. Generalidades	14
1.2.2.2. Población.....	15
1.2.2.3. Clima.....	17
1.2.2.4. Ubicación geográfica	18
1.2.2.4.1. Principales accidentes geográficos	18

1.2.2.5.	Vulnerabilidad a desastres naturales...	20
1.2.2.5.1.	Definiciones.....	21
1.2.2.5.2.	Antecedentes	22
1.3.	Sistema institucional para la gestión del riesgo de desastres en Guatemala	24
2.	DESECHOS SÓLIDOS	29
2.1.	Definición	29
2.2.	Características	30
2.3.	Clasificación	31
2.4.	Gestión.....	33
2.5.	Desechos sólidos en Guatemala.....	34
2.5.1.	Antecedentes	35
2.5.2.	Características DS	36
2.5.3.	Gestión.....	37
2.5.3.1.	Capital	38
2.5.3.2.	Interior	39
2.5.4.	Legislación aplicable	41
3.	GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE	45
3.1.	Antecedentes	45
3.2.	Aspectos de gestión para el manejo de residuos sólidos en situaciones de desastre.....	46
3.2.1.	Organización	47
3.2.1.1.	Aspectos de organización y logística	49
3.2.1.2.	Aspectos técnicos y operativos	49
3.2.1.3.	Análisis de vulnerabilidad	50

	3.2.1.4.	Plan de trabajo.....	51
	3.2.2.	Establecimiento de mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento.....	53
	3.2.3.	Agentes participantes	54
	3.2.4.	Acciones iniciales	56
3.3.		Manejo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural	57
	3.3.1.	Generación	57
	3.3.2.	Almacenamiento	58
	3.3.3.	Recolección y transporte	60
	3.3.4.	Tratamiento y disposición final.....	61
		3.3.4.1. Rellenos sanitarios.....	62
		3.3.4.2. Enterramiento de volúmenes menores.....	64
		3.3.4.3. Quema al aire libre.....	65
		3.3.4.4. Terreno para compostaje.....	66
		3.3.4.5. Disposición al aire libre.....	66
3.4.		Manejo de desechos de construcción y demolición después de un desastre natural.....	67
	3.4.1.	Generación	69
	3.4.2.	Aprovechamiento de residuos valorizables.....	70
	3.4.3.	Almacenamiento temporal	71
	3.4.4.	Disposición final.....	74
3.5.		Manejo de residuos sólidos peligrosos en situaciones de desastre	74
	3.5.1.	Residuos sólidos generados en establecimientos de salud	75
	3.5.2.	Medicamentos	76
	3.5.3.	Otros desechos peligrosos	78

4.	RESULTADOS ESPERADOS	81
4.1.	Gestión desechos sólidos desastres naturales	81
4.1.1.	Manejo desechos sólidos domésticos	84
4.1.1.1.	Almacenamiento.....	85
4.1.1.2.	Recolección y transporte	85
4.1.1.3.	Tratamiento	85
4.1.1.4.	Disposición final.....	86
4.1.2.	Manejo desechos construcción y demolición	87
4.1.2.1.	Almacenamiento.....	87
4.1.2.2.	Recolección y transporte	87
4.1.2.3.	Tratamiento	87
4.1.2.4.	Disposición final.....	88
4.2.	Impacto ambiental manejo desechos sólidos	107
4.2.1.	Definición impacto ambiental.....	108
4.2.2.	Tipos de impactos generados	108
4.2.3.	Aspectos de interés manejo desechos sólidos.....	109
4.2.3.1.	¿Cuáles son las actividades adversas significativas causadas por el proyecto?.....	111
4.2.3.2.	¿Cuáles son las actividades que los originan?.....	114
4.2.3.3.	¿Qué alternativas tecnológicas y de localización existen?.....	119
4.2.3.4.	¿Cuáles son las medidas de mitigación que se pueden implementar?.....	125

4.2.3.5.	¿Qué resultados se pueden obtener al implementar el proyecto?	127
4.3.	Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales	135
4.3.1.	Alcance	136
4.3.2.	Contenido	136
4.3.3.	Programación e implementación	136
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES	143
	BIBLIOGRAFÍA	145
	ANEXOS	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diferentes desastres naturales	2
2.	Desastres naturales frecuentes en Guatemala	13
3.	Distribución relativa de la población por categorías (hombre y mujer, indígena y no indígena) y según área rural o urbana en Guatemala para el 2006	16
4.	Integración de la Plataforma Metropolitana para la Gestión de la Reducción del Riesgo a los Desastres (12 de abril de 2012)	28
5.	Acciones iniciales manejo DS en situaciones de desastre natural	56
6.	Zanja típica disposición final DS.....	65
7.	Manejo inadecuado de residuos sólidos en campamentos	67
8.	Fosa para eliminar objetos punzocortantes	76
9.	Sitio para la disposición de DS de establecimientos de salud.....	77
10.	Análisis de resultados en encuestas ítem: estudios realizados por entrevistados	90
11.	Análisis de resultados en encuestas ítem: edad del entrevistado	91
12.	Análisis de resultados en encuestas ítem: tiempo de vivir en el municipio	92
13.	Análisis de resultados en encuestas ítem: número de industrias que operan en el municipio	94
14.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Existe información sobre el tipo, características y cantidad de DS en el municipio?	98

15.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Cuenta con servicio de barrido en calles y parques?	99
16.	Análisis de resultados en encuestas ítem: tipo de servicio de extracción domiciliar de basura existente	101
17.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Reciben algún tipo de apoyo de las instituciones relacionadas con la gestión de DS en el municipio?.....	103
18.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Cuentan con algún método y/o instalación para la clasificación, reciclamiento o reutilización de los DS?.....	103
19.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Conoce si se generan desechos sólidos peligrosos?	105
20.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Los DS de construcción reciben manejo y disposición final particulares?	105
21.	Análisis de resultados en encuestas ítem: ¿Cuenta la municipalidad con algún plan de emergencia para la gestión de desechos sólidos durante la ocurrencia de desastres naturales?	107
22.	Estructura general de un análisis de riesgos	132

TABLAS

I.	Desastres naturales comunes y recurrentes, algunas de las consecuencias relativas al medio ambiente.....	6
II.	Guatemala: resumen de impactos de desastres, 1976, 1998 y 2005	9
III.	Registro anual de sismos en Guatemala	10
IV.	Desastres naturales que afectaron a Guatemala en el 2010	12
V.	Zonas climáticas de Guatemala.....	17

VI.	Resumen posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos.....	24
VII.	Resumen generación de desechos sólidos domiciliarios en Guatemala (2002)	30
VIII.	Tipos de desechos sólidos	32
IX.	Resumen evolución generación de desechos sólidos urbanos (DSU) en el municipio de Guatemala 1990-2003.....	34
X.	Distribución geográfica de la industria en Guatemala	38
XI.	Sistemas de disposición final de los desechos sólidos en algunos departamentos del país	40
XII.	Principal legislación existente en Guatemala, sobre el tema de los desechos sólidos	43
XIII.	Indicadores de generación de residuos después de la ocurrencia de un desastre natural.....	58
XIV.	Volumen requerido para almacenamiento de DS según la población.....	59
XV.	Desechos generados por tipo de desastre	70
XVI.	Análisis de desastres, daños y materiales generados	72
XVII.	Municipalidades de Guatemala que cuentan con reglamento para el manejo de los desechos sólidos	83
XVIII.	Resumen de resultados de ítem 1.iii.....	89
XIX.	Resumen de resultados de ítem 1.iv.....	90
XX.	Resumen de resultados de ítem 1.v.....	91
XXI.	Resumen de resultados de ítem 2.A.iii.....	93
XXII.	Resumen de resultados de ítem 2.A.iv.	94
XXIII.	Resumen de resultados de ítem 2.B.i.	95
XXIV.	Resumen de resultados de ítem 2.B.ii	96
XXV.	Resumen de resultados de ítem 2.B.iv. e ítem 2.B.v.	96
XXVI.	Resumen de resultados de ítem 3i e ítem 3.ii.....	97

XXVII.	Resumen de resultados de ítem 3.iii. e ítem 3.iv.	100
XXVIII.	Resumen de resultados de ítem 3.v., ítem 3.vi. e ítem 3.vii.	102
XXIX.	Resumen de resultados de ítem 3.ix., ítem 3.x. e ítem 3.xi.	104
XXX.	Resumen de resultados de ítem 3.xiii.....	106
XXXI.	Impactos ambientales manejo desechos sólidos en vertedero a cielo abierto o basurero clandestino	112
XXXII.	Tipos de impactos ambientales, manejo desechos sólidos en vertedero a cielo abierto o basurero clandestino	115
XXXIII.	Guatemala: población afectada, por la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Agatha, mayo-septiembre de 2010	117
XXXIV.	Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos domésticos, durante situaciones de desastres naturales	122
XXXV.	Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (generados en establecimientos de salud), durante situaciones de desastres naturales	123
XXXVI.	Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (generados en establecimientos de salud), durante situaciones de desastres naturales	124
XXXVII.	Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (provenientes de actividades productivas), durante situaciones de desastres naturales	124
XXXVIII.	Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para escombros y restos de demolición, durante situaciones de desastres naturales	125

XXXIX.	Resumen tipos, características indicadores propuestos monitoreo manejo desechos sólidos.....	130
XL.	Tipos de análisis cuantitativos de amenazas	133
XLI.	Propuesta para el manejo adecuado de DS durante situaciones de desastres naturales (A).	137
XLII.	Propuesta para el manejo adecuado de DS durante situaciones de desastres naturales (B)	138

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
ρ	Densidad aparente
DS	Desechos sólidos
h	Hora
kg	Kilogramo
KW	Kilo watt
m	Metro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
msnm	Metros sobre el nivel del mar
%	Porcentaje
T	Tonelada
u	Unidad

GLOSARIO

Acuífero	Formación geológica que contiene el suficiente material permeable saturado como para recoger cantidades importantes de agua que serán captadas en forma natural (manantiales), o en forma artificial (canales).
Almacenaje	Acción de retener temporalmente desechos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.
Asentamiento	Instalación provisional, generalmente permitida por el Gobierno, de colonos o agricultores, en tierras destinadas casi siempre a expropiarse. Actualmente, se ha extendido su uso al ámbito urbano.
Clasificación	Consiste en agrupar determinados componentes, elementos, o sustancias, para ser manejados en forma especial, lo que facilita el reciclaje o continuar con la próxima etapa del manejo.
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

Degradación	Pérdida de las cualidades de un ecosistema que incide en la evolución natural del mismo, provocando cambios negativos en sus componentes y condiciones como resultado de las actividades humanas.
Desastre	Una seria interrupción del funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasione pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales las cuales excedan la habilidad de la comunidad o sociedad afectada para enfrentar la situación con sus propios recursos.
Desecho	Es un material u objeto que resulta de una actividad cualquiera, que no es útil para el que lo genera o posee, sino que además no existe otra utilidad para él. Sinónimo de residuo.
Disposición final	Proceso u operaciones para tratar de disponer en un lugar los desechos, como última etapa en su manejo permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
DSP	Desechos sólidos peligrosos.

Impacto ambiental	Cualquier cambio neto, positivo o negativo, que provoca sobre el ambiente como consecuencia indirecta, de acciones antrópicas susceptibles de producir alteraciones que afecten la salud, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
Manejo	Toda actividad técnica, operativa de residuos que involucre el manipuleo, acondicionamiento, tratamiento, o cualquier otro procedimiento técnico operativo, utilizado desde la generación hasta la disposición final.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Participación	Proceso por el cual los actores son activos y socios igualitarios en la toma de decisiones, y pueden tener autoridad compartida y control sobre el diseño y ejecución del proyecto/programa (y también ser eventualmente evaluados).
Perfil ambiental	Estudio comprensivo y multidisciplinario de las condiciones ambientales que caracterizan a una zona o comarca, en determinado momento.

Separación

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos, para ser manejados en forma especial.

Vector

Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente. Comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales.

Vulnerabilidad

El grado en que una comunidad, estructura, servicio o área geográfica puede dañarse o interrumpirse por el impacto de un peligro particular.

RESUMEN

Un desastre natural se define como la ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitados, que causa trastornos en los patrones normales de vida y causa pérdidas humanas, materiales, económicas y daños ambientales, su impacto sobre los servicios de saneamiento es grave. Uno de los más afectados y por lo general no atendidos con la prioridad requerida es el manejo de los residuos sólidos.

En situaciones de emergencia por desastre natural, el manejo de los residuos sólidos es un factor prioritario para la salud de las poblaciones afectadas, así como el abastecimiento de agua potable, la adecuada disposición de excretas y la higiene alimentaria.

Guatemala se ubica en el istmo centroamericano, por esta razón es uno de los países más afectados por los impactos y efectos producidos por el cambio climático, factores físico y geográficos han propiciado que en la región se experimenten eventos significativos hidrometeorológicos extremos.

Por esta razón se justifica la implementación de una metodología para el manejo adecuado de los desechos sólidos, en situaciones de desastres naturales en el país. Con el desarrollo de este trabajo se busca establecer criterios, definir y ejecutar las acciones básicas para ejecutar un manejo adecuado de los residuos sólidos después de un desastre natural, diseñadas como un sistema integrado de gestión de los residuos sólidos. Se espera que el documento pueda servir como referencia bibliográfica para los estudiantes de la carrera de Ingeniería e interesados en el tema.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala.

Específicos

1. Conocer sobre los diferentes tipos de desastres naturales que pueden ocurrir y afectar a Guatemala.
2. Identificar los diferentes tipos de desechos sólidos y las alternativas de gestión en situaciones normales.
3. Dar a conocer la legislación existente en Guatemala sobre el tema de los desechos sólidos.
4. Establecer aspectos importantes sobre el manejo de desechos sólidos en situaciones de desastres naturales.
5. Impulsar la conciencia ambiental dentro de la sociedad guatemalteca, que permita tener un mejor manejo.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es uno de los países más afectado por los impactos y efectos producidos por el cambio climático; factores físicos y geográficos han propiciado que en la región se experimenten eventos significativos hidrometeorológicos extremos.

De acuerdo al Perfil Ambiental 2006 en Guatemala, diariamente se generan desechos sólidos por un monto de entre 6 000 a 7 000 toneladas (54 % zonas urbanas, 46 % en zonas rurales), siendo los departamentos de Guatemala (47,36 %), Quetzaltenango (6,43 %) y Escuintla (4,80 %) los principales generadores.

El presente trabajo busca establecer criterios y ejecutar las acciones básicas para desarrollar un manejo adecuado de los residuos sólidos después de un desastre natural.

El capítulo uno presenta información relacionada con el tema de los desastres naturales, se incluyen consideraciones de manera particular para Guatemala. Dentro del capítulo dos se desarrolla el tema de los desechos sólidos, presentando su definición, características, clasificación y gestión.

El capítulo tres describe aspectos relacionados con la gestión de residuos sólidos en situaciones de desastres naturales, los que sirvieron de base para implementar el capítulo cuatro que presenta los resultados obtenidos así como su análisis. Al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones surgidas dentro del estudio, así como la bibliografía consultada.

1. DESASTRES NATURALES EN GUATEMALA

1.1. Desastres naturales

Los desastres naturales afectan a toda la población mundial de diferentes formas; a continuación se presentan algunas definiciones sobre los desastres.

“Ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitado que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas, y daños ambientales, es un evento ecológico de tal magnitud que para atender sus efectos es necesaria la intervención externa”.¹

“Desastre o fenómeno natural, es comprendido como un suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, un desastre ocurre cuando un considerable número de personas experimenta una catástrofe y sufren un daño serio o perturbación de su sistema de subsistencia, de tal manera que la recuperación resulta improbable sin ayuda externa”.²

¹ *Serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 30.

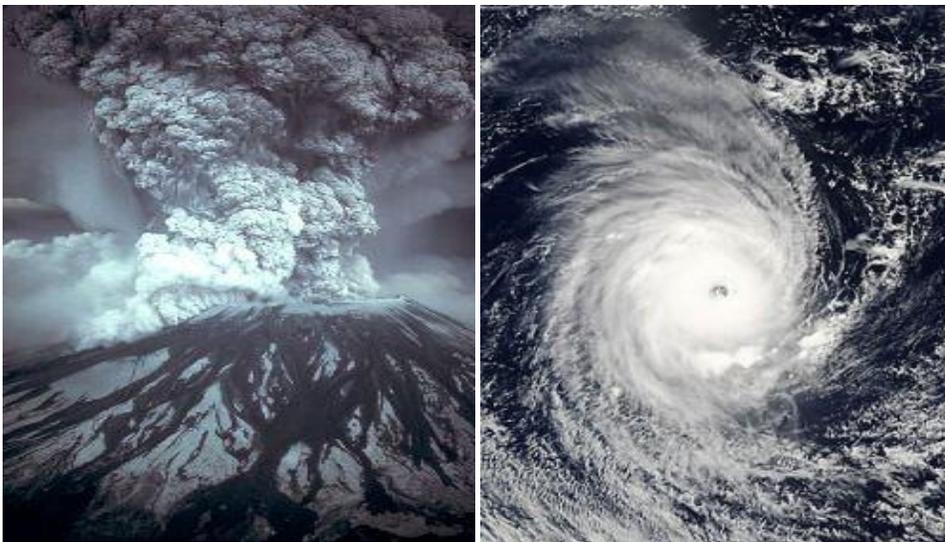
² *Los efectos de la tormenta Stan en Guatemala y la asistencia técnica internacional Suiza a través del proyecto Aster* (2008). p. 13.

1.1.1. Tipos

Las amenazas o eventos que pueden causar desastres se pueden subdividir en tres categorías: aquellos causados por fuerzas o fenómenos naturales, los causados o generados por los humanos, y los que tienen origen en la combinación o interacción de ambas.

Por su naturaleza, los desastres naturales se pueden caracterizar en un rango que va desde los desastres climatológicos (huracanes, tornados, inundaciones, sequías) hasta los geológicos (terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas).

Figura 1. **Diferentes desastres naturales**



Fuente: elaboración propia, con programa Photoshop.

Los fenómenos naturales son clasificados normalmente en tres grupos, según su origen:

- Fenómenos geofísicos: son producto o consecuencia de lluvias o de temblores, o de las condiciones propias del suelo, como derrumbes, erosiones, grietas y hundimientos.
- Fenómenos hidrometeorológicos: son causados principalmente por vientos violentos que se trasladan girando con extrema velocidad, debido a zonas de baja presión y que provocan otros fenómenos secundarios en las áreas donde normalmente hay altas precipitaciones pluviales, como es el caso de ciclones, huracanes, correntadas, desbordamiento, inundaciones, lluvias, temporales y ventarrones.
- Fenómenos geodinámicos: son causados por movimientos de tierra, como es el caso de los temblores y los terremotos o por erupciones volcánicas.

1.1.2. Características

La gravedad de los desastres naturales difiere de acuerdo con sus características, en su estudio son fundamentales los principios básicos de la ciencia medioambiental; surgen de la interacción y coincidencia en un tiempo y espacio dados, de un fenómeno natural potencialmente destructivo junto a las condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los cuales impacta el fenómeno. Usualmente un desastre es la sumatoria de peligros y vulnerabilidad, con lo cual ambos factores se constituyen en condicionantes para que se produzca un desastre.

- Los desastres naturales más espectaculares son los terremotos y la erupción de volcanes, mientras que los tsunamis; son olas gigantescas que alcanzan su altura máxima junto a la costa, produciendo enormes

pérdidas tanto materiales como humanas.

- Los huracanes tropicales son la catástrofe más extendida y dañina, producen daños no solo directos por acción del viento, sino también por las inundaciones.
- Los tornados son tormentas circulares de rotación rápida, muy frecuentes en Estados Unidos, que producen grandes daños levantando grandes objetos en el aire y desplazándolo a cierta distancia.
- Es frecuente que las inundaciones y la sequía estén íntimamente vinculadas tanto en el espacio como en el tiempo; en muchas partes del trópico alteran las estaciones secas con la humedad.
- Si bien la mayoría de los grandes incendios son provocados por el hombre, los incendios forestales de origen natural, pueden producir gran devastación.

Cuando ocurre un desastre, el desarrollo de este fenómeno está dividido en diversas fases, las cuales se detallan a continuación:

- Interdesastre: en esta fase se elabora el mapa de riesgos para la comunidad, el inventario y localización de los recursos, la planificación de las medidas apropiadas y la educación y entrenamiento adecuado de los diferentes niveles que intervienen.
- Preimpacto: se realiza el aviso a la población, basado en mecanismos de predicción y se implantan las medidas mitigadoras.

- Impacto: cuando golpea el desastre, en ese momento los primeros efectos sobre la salud dependen básicamente del tipo de desastre y las condiciones del lugar.
- Emergencia: en la que se producen tres problemas básicos: aislamiento, rescate y ayuda externa.
- Reconstrucción y rehabilitación: fase en la que se trata de recuperar la actividad normal de la comunidad.

1.1.3. Impactos

No obstante, la tecnología que el ser humano ha sido capaz de desarrollar a lo largo de la historia, la vulnerabilidad ante un desastre sigue siendo latente, ya que, debido a su magnitud, cada vez que ocurren, se pierden gran cantidad de recursos tanto humanos como económicos y materiales que en ocasiones pueden ser irrecuperables para los países afectados o requieren de un plazo para recuperar los daños.

Entre 1994 y el 2003, en promedio 255 millones de personas fueron afectados cada año en el mundo por desastres naturales, durante ese mismo período esos desastres cobraron un promedio de 58 000 vidas anualmente; en esa década, los desastres han causado pérdidas promedio estimadas de US\$ 67 mil millones por año.

Tabla I. **Desastres naturales comunes y recurrentes, algunas de las consecuencias relativas al medio ambiente**

Tipo de Desastre	Impacto Ambiental Asociado
Huracán/ Ciclón/ Tifón	Pérdida de cobertura vegetal y hábitat silvestre
	Fuentes lluvias de corta duración e inundaciones tierra adentro
	Derrumbes y erosión del suelo
	Intrusión de agua salada en las reservas subterráneas de agua dulce
	Contaminación del suelo por el agua salina
	Daño a los arrecifes de corales y a los mecanismos de defensa naturales de la costa
	Acumulación de basura (alguna puede ser peligrosa) y desperdicios
	Impactos secundarios por las personas desplazadas temporalmente
	Impactos asociados con la reconstrucción y la reparación de la infraestructura dañada (por ejemplo, deforestación, extracción, contaminación por la basura)
	Tsunami
Incurción salina y contaminación con aguas residuales (aguas negras) de las reservas de agua subterránea	
Pérdida de industrias pesqueras productivas y bosques/plantaciones costeras	
Destrucción de los arrecifes corales	
Erosión de la costa y/o deposición beneficiosa de sedimento en las playas/pequeñas islas (islotos)	
Contaminación marina por el reflujos y resaca de la ola	
Contaminación del suelo	
Pérdida de cultivos y bancos de semillas	
Acumulación de basura – vertederos adicionales requeridos	
Impactos secundarios por las personas desplazadas temporalmente	
Impactos asociados con la reconstrucción y reparación de la infraestructura dañada (por ejemplo: deforestación, extracción, contaminación)	

Continuación de la tabla I.

Terremoto	Pérdida de sistemas productivos, por ejemplo: agricultura
	Daño a los paisajes naturales y la vegetación
	Posible inundación total si la infraestructura de las presas se debilita o se destruye
	Acumulación de la basura – vertederos adicionales requeridos
	Impactos secundarios por las personas desplazadas temporalmente
	Impactos asociados con la reconstrucción y reparación de las infraestructuras dañadas (por ejemplo, deforestación, extracción, contaminación)
	Infraestructura dañada como una posible amenaza secundaria al medio ambiente, por ejemplo: goteo de combustible de un depósito o almacén
Inundación	Contaminación del agua debida al desbordamiento de las aguas residuales (aguas negras)
	Pérdida de cultivos, ganado y seguridad alimenticia
	Sedimentación excesiva que puede afectar algunos bancos de peces
	Daño a las riberas de los ríos por la erosión
	Contaminación del suelo y agua por los fertilizantes utilizados
	Sedimentación beneficiosa en los terrenos de aluvión o cercanos a los bancos de ríos
Erupción Volcánica	Pérdida de terrenos productivos y cultivos enterrados por la ceniza y piedra pómez
	Incendios forestales como resultado de la lava fundida
	Impactos secundarios por personas desplazadas temporalmente
	Pérdida de la vida silvestre por el desprendimiento de gases
	Inundación secundaria si los ríos o valles quedan bloqueados por la lava
	Infraestructura dañada como una posible amenaza ambiental secundaria, por ejemplo, goteo de una facilidad de almacenamiento de combustible

Fuente: *evaluación de las necesidades ambientales en situaciones post desastre. Metodología práctica para su ejecución.* p. 10.

La mayor parte del impacto es en infraestructura, los daños en el sector privado son en viviendas principalmente y pérdidas en la industria y agricultura, pero no son menos importantes las pérdidas que afectan al medio ambiente y los medios de vida e ingresos de la población.

El impacto de estos fenómenos sobre los servicios de saneamiento es, por lo general grave, uno de los servicios más afectados es el manejo de residuos sólidos domésticos (de tipo municipal), residuos peligrosos, escombros y restos de demolición, lodos, malezas, cenizas y otros restos que puedan representar un riesgo para la salud de la población afectada. En situaciones de emergencia por desastre natural, el manejo de los residuos sólidos y otros desechos es un factor prioritario para la salud de las poblaciones afectadas, junto con el abastecimiento de agua segura, la adecuada disposición de excretas y la higiene alimentaria.

Los desastres naturales tienden a afectar de distinta manera los sistemas de manejo de residuos sólidos:

- Las inundaciones pueden poner al descubierto los residuos enterrados y arrastrarlos a los ríos o a otras fuentes de agua potable.
- Es probable que ocurra la generación adicional de residuos por malezas (plantas y árboles), escombros, cadáveres y animales muertos, e inclusive la remoción de residuos sólidos de puntos de disposición final existentes. Algunos eventos como las erupciones volcánicas generan en el ambiente gran cantidad de cenizas, que al depositarse requieren un manejo especial.
- La catástrofe probablemente interrumpa el sistema normal de recolección de residuos y quizás agregue todavía más cantidad de ellos.
- Los puntos de disposición final podrían quedar fuera de uso por estar inaccesibles. Asimismo, la existencia de tierras para la disposición final puede ser un problema que se tornará crítico en ambientes insulares.

- Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es la generación de residuos en albergues o campamentos, debido a su particular densidad poblacional y a sus deficientes condiciones de saneamiento, y en los establecimientos de salud.

1.2. Desastres naturales en Guatemala

A continuación se presenta información sobre la ocurrencia de desastres naturales en la República de Guatemala y los principales efectos que han causado.

1.2.1. Antecedentes desastres naturales (1976 a la fecha)

Por su ubicación geográfica, características climáticas, topográficas, orográficas e hidrológicas, por la actividad volcánica y sísmica Guatemala está expuesta a una diversidad de peligros; en el país se presenta un historial de eventos cíclicos que han sido generadores de crisis alimentarias y energéticas, las que han agudizado la crisis económica.

Tabla II. **Guatemala: resumen de impactos de desastres 1976, 1998 y 2005**

Evento	Año	Daños y pérdida (Porcentajes del PIB)	Impacto sobre el PIB (Porcentajes)	Población afectada	Víctimas
Terremoto	1976	17,9	11,0	3 400 000	23 000
Mitch	1998	4,7	1,5	106 000	268
Stan	2005	3,4	0.1	474 821	669

Fuente: *Guatemala: evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales, y estimación de necesidades a causa de la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Agatha, mayo-septiembre de 2010.* p. 21.

Como se observa en la tabla II, cada desastre de acuerdo a sus características (tipo, intensidad, otros) tuvo diferente magnitud de daños en víctimas y en la economía local y nacional, de acuerdo a la población afectada.

El 4 de febrero de 1976 un terremoto de 7,5 grados en la escala de Richter sacudió a Guatemala, en más de una tercera parte del país, casas de adobe con pesados techos de tejas, técnica constructiva heredada de la colonia española se derrumbaron en segundos sobre sus ocupantes mientras dormían.

Tabla III. **Registro anual de sismos en Guatemala**

Año	N° de sismos
1977	285
1978	494
1979	1 657
1980	1 044
1981	952
1982	2 707
1983	2 531
1984	796
1985	2 387
1986	2 051
1987	1 054
1988	528
1989	2 011
1990	1 234
1991	194
1992	1 576
1993	2 156
1994	728
1995	402
1996	628
1997	1 002
1998	1 802
1999	3 174
2000	1 228

Continuación de la tabla III.

2001	1 900
2002	1 424
2003 (28/8/03)	1 752
	Total 37 698

Fuente: Departamento de Geofísica, INSIVUMEH.

El último evento sísmico de importancia registrado en Guatemala fue el terremoto del 7 de noviembre de 2012, que afectó principalmente la zona occidental del país.

En estos últimos años Guatemala ha sido afectada por diversos eventos hidrometeorológicos como el huracán Mitch en 1998, la sequía durante el 2001, las tormentas tropicales Stan en el 2005, Dolly, Arthur y la depresión tropical No. 16 en el 2008 y la más reciente, la tormenta tropical Agatha en el 2010; en la siguiente tabla se presenta información resumida sobre algunos de los desastres que han afectado el país.

Tabla IV. **Desastres naturales que afectaron a Guatemala en el 2010**

<p>Erupción del volcán Pacaya: hizo erupción el 27 de mayo en forma ininterrumpida desde las 19:00 horas hasta media noche, afectando los poblados de San Vicente Pacaya, Escuintla, ubicadas en sus faldas, así como las poblaciones mayores de Amatitlán, Villa Nueva, Villa Canales y la Ciudad Guatemala.</p>	
<p>Tormenta tropical Agatha: fue un ciclón tropical originado al este del Océano Pacífico, originándose el 24 de mayo de 2010 cerca de las costas de Costa Rica, al tocar tierra, en las costas de Guatemala el 29 de mayo provocó fuertes vientos e intensas lluvias, finalmente el sistema se debilitó, antes de convertirse en depresión.</p>	 <p>Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED).</p>

Fuente: *Evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales, y estimación de necesidades a causa de la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Agatha, mayo-septiembre de 2010.* p. 25 y 58.

1.2.1.1. Tipos

Guatemala está expuesta a la ocurrencia de eventos naturales tales como terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos y sequías, los cuales han afectado y pueden seguir afectando las regiones del país con potenciales daños y pérdidas en sectores sociales y productivos altamente

vulnerables, tales como vivienda, agricultura y transporte. La siguiente figura ilustra sobre los desastres naturales que afectan a Guatemala regularmente.

Figura 2. **Desastres naturales frecuentes en Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con programa Photoshop.

1.2.1.2. Impactos

Los desastres naturales han causado un número importante de víctimas fatales y cuantiosas pérdidas materiales, son una de las causas de migración interna, pues la población busca opciones para salir de las zonas de riesgo, los eventos naturales que más incidencia tienen en las migraciones han sido los deslizamientos de tierra, derrumbes e inundaciones; durante el período 1902-2005 ocurrieron 62 desastres naturales en Guatemala afectando aproximadamente a seis millones de personas.

1.2.2. República de Guatemala

La República de Guatemala es un Estado soberano que se ubica en América Central, en su extremo noroccidental, su cultura es producto de la herencia maya y la influencia castellana durante la época colonial.

1.2.2.1. Generalidades

Guatemala se ubica en el istmo centroamericano, con una superficie territorial de 108 889 kilómetros cuadrados, en el país conviven 23 grupos indígenas que se encuentran dispersos; es la economía más grande en Centroamérica con un crecimiento en años recientes: 5,4 por ciento en el 2006, un 6,3 por ciento en el 2007 y un 3,3 por ciento en el 2008. Se divide en 8 regiones (similitudes geográficas, culturales y humanas), 22 departamentos y 338 municipios.

- Región 1. Metropolitana, conformado por el departamento de Guatemala.

- Región 2. norte, conformada por los departamentos de Alta y Baja Verapaz.
- Región 3. nororiente, conformada por los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Izabal y Zacapa.
- Región 4. suroriente, conformada por los departamentos de Jalapa, Jutiapa y Santa Rosa.
- Región 5. central, conformada por los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepéquez.
- Región 6. suroccidente, conformada por los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu, San Marcos, Sololá, Suchitepéquez y Totonicapán.
- Región 7. noroccidente, conformada por los departamentos de Huehuetenango, Quiché
- Región 8. petén, conformada por el departamento más grande del país.

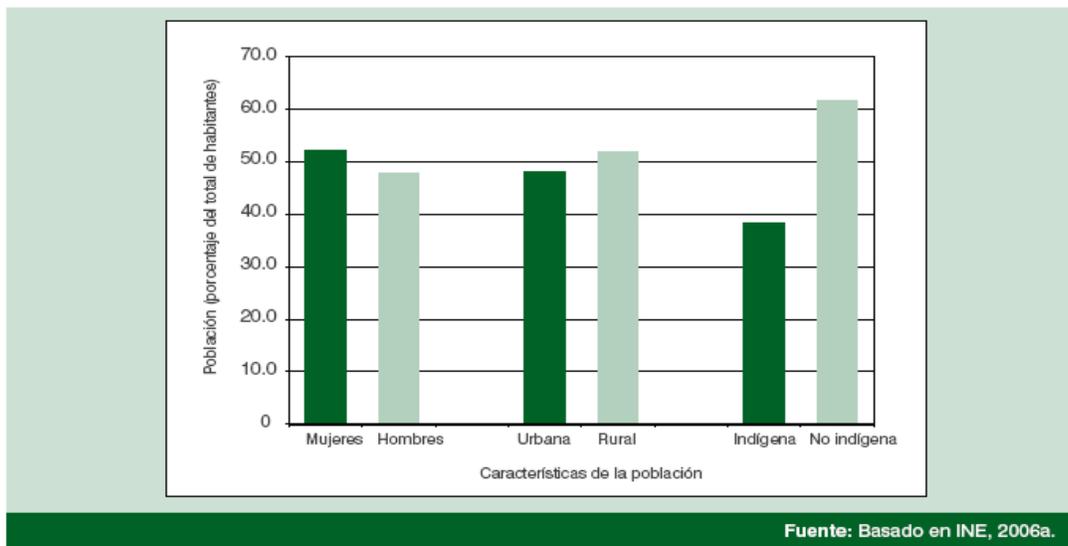
1.2.2.2. Población

El ritmo de crecimiento de la población en Guatemala se ha mantenido relativamente constante en 2,5 por ciento anual y, según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2006), para el 2010 se esperaba contar con unos 14,4 millones de habitantes en el país, constituidos predominantemente por niños y jóvenes (en 2002, cuatro de cada diez personas eran menores de 15 años).

Guatemala continúa siendo un país rural, pues 48,1 por ciento de su población reside en ciudades, villas o pueblos y 51,9 por ciento en áreas rurales, la distribución de la población urbana y rural varía significativamente a nivel departamental; por ejemplo el departamento de Guatemala en el 2006 albergaba el 22,9 por ciento de los habitantes, con apenas un 2 por ciento de la ocupación del territorio nacional.

Los desastres naturales son una de las causas de migración interna, pues la población busca opciones para salir de las zonas de riesgo.

Figura 3. **Distribución relativa de la población por categorías (hombre y mujer, indígena y no indígena) y según área rural o urbana en Guatemala para el 2006**



Fuente: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) Universidad Rafael Landívar (URL).

1.2.2.3. Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan las condiciones habituales o más probables de un punto determinado de la superficie terrestre, refleja las tendencias resultantes de condiciones habituales durante un largo período. En Guatemala domina el mismo tipo de clima (cálido tropical), climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite, las que se presentan a continuación.

Tabla V. Zonas climáticas de Guatemala

Zonas climática	Localización
<ul style="list-style-type: none"> • Planicies del norte: comprende las planicies de él Peten, la región norte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz e Izabal; se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos, húmedos y semisecos, sin estación seca bien definida. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Franja transversal del norte: definida por la ladera de la sierra de los Cuchumatanes, Chamá y Las Minas, norte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz y cuenca del Río Polochic; se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, cálidos sin estación seca bien definida y semicálidos con invierno benigno, su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida. 	
<ul style="list-style-type: none"> • La meseta y los altiplanos: comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, San Marcos, Quetzaltenango Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las verapaces; existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno, de caracteres húmedos y semisecos con invierno seco. 	
<ul style="list-style-type: none"> • La bocacosta: es una región angosta que transversalmente se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del Pacífico; existe un clima generalizado de género semicálido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo, sin estación seca bien definida, en el extremo oriental varía a húmedo y sin estación seca bien definida. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Planicie costera del pacífico: esta región también se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa; existen climas de género cálido sin estación fría bien definida. Con carácter húmedo con invierno seco, variando a semiseco. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Zona oriental: comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa Jutiapa y Chiquimula; se manifiestan climas de género cálido con invierno seco, variando su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta seco. 	

Fuente: elaboración propia.

1.2.2.4. Ubicación geográfica

La República de Guatemala se localiza en el istmo centroamericano entre las latitudes 13° 44' y 18° 30' N y las longitudes 87° 24' y 92° 14' O. Colinda al norte y oeste con México, al este con El Salvador y Honduras, al sur con el océano Pacífico y al este con Belice y el mar Caribe. A pesar de su relativamente pequeña extensión territorial, Guatemala cuenta con una gran variedad climática, producto de su relieve montañoso que va desde el nivel del mar hasta los 4 220 metros sobre ese nivel; aproximadamente dos terceras partes de su territorio están formadas por montañas, muchas de ellas de origen volcánico.

Se ubica sobre una porción terrestre geológicamente muy activa, muestra de ello es su actual actividad volcánica, debido a sus múltiples plegamientos orográficos, está sometida a constantes sismos y erupciones volcánicas, su territorio está situado sobre tres placas tectónicas, o partes de ellas: el bloque maya de la Placa de América del Norte, el bloque Chortís de la Placa del Caribe y la parte norte de la Placa del Coco o de Cocos; las dos primeras son continentales y la tercera oceánica.

1.2.2.4.1. Principales accidentes geográficos

Los accidentes geográficos son las características físicas, naturales, de la superficie del planeta, o de paisaje; se clasifican por características tales como elevación, pendiente, orientación, estratificación, formación rocosa y tipo de suelo.

- Orografía: Guatemala es un país ubicado en la región subtropical del hemisferio norte con un relieve marcadamente montañoso en casi el 60 por ciento de su superficie; el país cuenta con la cordillera de Los Cuchumatanes, que es la mayor elevación de Centroamérica y cordillera de La Sierra Madre, que forma la altiplanicie central del país, la cual marca la divisoria de aguas.

La parte central de la sierra es más o menos plana, denominada altiplano, donde se encuentran las ciudades más importantes. Derivado del sistema de la Sierra Madre se desprenden varios ramales, entre los más importantes están las sierras de las Minas y de Santa Cruz.

- Volcanes: la cumbre más elevada del país es el volcán Tajumulco (4 220 msnm); destacan también el Tacaná (4 092 msnm) entre la frontera de Guatemala-México, el Santa María (3 772 msnm), el de Agua (3 766 msnm), el de Fuego (3 763 msnm), el volcán Atitlán (3 537 msnm), situado junto al bellissimo lago de su mismo nombre, y el volcán de Pacaya (2 552 msnm) situado junto al lago de Amatitlán, en el departamento de Guatemala, que es uno de los volcanes más activos del mundo.
- En Guatemala se han identificado 324 focos eruptivos, de estos, 11 volcanes están clasificados como activos en el Catálogo de los Volcanes Activos del Mundo, y tres de estos: Santiaguito, Fuego y Pacaya han registrado erupciones en los últimos diez años.
- Hidrografía: el territorio cuenta con numerosos lagos y lagunas, muchos de origen volcánico, en lo que se refiere a los lagos son cinco los principales: Amatitlán, Atitlán, Güija, Izabal y Petén Itzá, sin mencionar al

gran número de lagunas y lagunetas. Los sistemas montañosos determinan dos grandes regiones hidrográficas, la de los ríos que desembocan en el océano Pacífico, y los que lo hacen en el Atlántico, que a su vez se dividen en dos vertientes: la del Caribe, por el Golfo de Honduras y la del golfo de México.

- Los ríos que desembocan en el golfo de Honduras son extensos y profundos, entre los más importantes están el Motagua o río Grande, el río Dulce, desagüe natural del lago de Izabal; el Polochic y Sarstún.
- De la cuenca hidrográfica del golfo de México sobresalen el río La Pasión y el Chixoy o Negro, todos estos son afluentes del Usumacinta, el río más largo y caudaloso de Centroamérica.
- Los ríos de la cuenca hidrográfica del Pacífico se caracterizan por ser cortos, de curso rápido e impetuoso; estos son: Coatán (nace en Guatemala y entra en México), Suchiate (sirve de frontera con México), Naranjo, Ocosito, Samalá, Sisican, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acome, Achiguate, María Linda, Paso Hondo, Los Esclavos, Paz y Ostua-Guija (nacen en Guatemala y entran a El Salvador) y Olopa, que sirve de frontera con El Salvador.

1.2.2.5. Vulnerabilidad a desastres naturales

La exposición de las personas a riesgos varía en función de su grupo social, sexo, origen étnico u otra identidad, edad y otros factores; normalmente, en los países más ricos, las personas poseen una capacidad mayor para resistir a los efectos de un peligro.

A continuación se presentan algunos conceptos y consideraciones sobre el tema de vulnerabilidad a desastres naturales.

1.2.2.5.1. Definiciones

Para identificar la vulnerabilidad y los riesgos a los que se exponen las poblaciones así como las medidas de prevención y mitigación, es necesario conocer las siguientes definiciones importantes:

- “Desastre: puede definirse como un evento o suceso de origen natural, antrópico o socio natural, que en la mayoría de los casos ocurre en forma repentina e inesperada, que causa alteraciones intensas sobre los elementos afectados, tales como pérdidas de vidas y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes y servicios de una colectividad, y/o daños y alteraciones severas en el ambiente y la sociedad”.³
- “Vulnerabilidad: grado de daño o pérdida susceptible de experimentar por un elemento o grupo de elementos bajo riesgo (personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, bienes, ambiente) resultado de la probable ocurrencia de un evento de una magnitud e intensidad dada, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 100 (pérdida total)”.⁴

³ *Gestión del riesgo a desastres naturales*. JIMÉNEZ O. Francisco p. 11.

⁴ *Ibid.*

1.2.2.5.2. Antecedentes

Guatemala se encuentra en una ubicación intercontinental entre dos océanos, por lo cual está expuesta a fenómenos climáticos causantes de sequías, inundaciones, deslizamientos y derrumbes; procesos cíclicos cada vez más recurrentes.

La situación del medio ambiente se continúa deteriorándose rápidamente (cada año se pierden 149 millones de toneladas métricas de suelo cultivable), incrementándose la velocidad de dicho deterioro en las últimas décadas, además la marcada influencia de tres placas tectónicas (de Cocos, del Caribe y la de Norteamérica), que tienen su punto de encuentro en el territorio nacional y que al interactuar entre sí, han dado origen a la abrupta topografía, así como al permanente reajuste de la corteza terrestre; son factores que propician que el país sea cada vez más vulnerable, a desastres naturales.

A continuación se presentan algunos datos que ilustran la vulnerabilidad de Guatemala a desastres naturales:

- El país posee aproximadamente un 5 por ciento o lo que es lo mismo 5 500 kilómetros cuadrados de su territorio, en las categorías de: “muy alta y extremadamente alta” amenaza por sequía.
- Según MAGA aunque el país se encuentre incluido en la faja subtropical, posee una superficie de 7 622 kilómetros cuadrados 7 por ciento del total de la superficie nacional, tiene una probabilidad anual superior al 50 por ciento de sufrir los efectos de una helada, sobre todo en áreas por encima de los 2 200 metros sobre el nivel del mar de la Sierra Madre y los Cuchumatanes.

- Según MAGA en un análisis realizado sobre los puntos de inundación registrados por CONRED durante 1996 al 2000, obtuvieron los siguientes resultados:
 - Existe una consistencia en la ocurrencia de eventos basados en la pendiente del área afectada, un 82,4 por ciento de los eventos ocurrieron en áreas con pendientes menores al 8 por ciento.
 - La vertiente del Pacífico presenta la mayor ocurrencia de eventos (60%), seguido por la vertiente del mar Caribe con un 36 por ciento y el 4 por ciento restante ocurrió en la vertiente del Golfo de México.
 - La mayor cantidad de eventos ocurrieron en la segunda mitad del invierno, el 65,6 por ciento entre los meses de agosto y noviembre.
 - Las cuencas más afectadas fueron las del río María Linda, río Motagua, río Achiguate y río Coyolate.
- Según MAGA el 9 por ciento de las carreteras asfaltadas (393 km) tenían un grado de amenaza de medio a alto y en las de terracería el 4 por ciento (426 km).

Tabla VI. **Resumen posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos**

Tipo de impacto	Tipo de desastre			
	Terremotos	Huracanes/ Inundaciones	Tsunamis	Tornados
Daños a estructuras y obras civiles	Daños severos	Daños fuertes	Daños fuertes	Daños mínimos
Fallas en el transporte	Daños severos	Daños severos	Daños severos	Daños fuertes
Reducción de equipamiento	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos fuertes
Reducción de personal	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos
Contaminación desuelo, agua y aire	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos

Leyenda:

- **Daño severo:** colapso de estructuras o vías/**Efecto severo:** consecuencias graves sobre algún componente.
- **Daño fuerte:** estructuras afectadas parcialmente/**Efecto fuerte:** algún componente ha sido afectado parcial.
- **Efecto mínimo:** sin mayores trastornos o consecuencias.

Fuente: *Serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 11.

1.3. **Sistema institucional para la gestión del riesgo de desastres en Guatemala**

Es muy importante establecer líneas claras de coordinación y comunicación para interactuar con el equipo director de la atención del desastre, la participación interinstitucional deberá estar necesariamente coordinada a través del mando general del desastre y las actividades se distribuirán de acuerdo con la disponibilidad de recursos y competencias.

Guatemala se encuentra en proceso de construcción de un sólido sistema nacional para la respuesta y reducción de los desastres de origen natural; el Acuerdo Gubernativo 443-2000 aprobó el Reglamento de la Ley de Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales (CONRED), y el Decreto 109-96 definió el marco de actuación y el funcionamiento de la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE–CONRED) como instancia nacional responsable legalmente de la coordinación para la reducción de riesgos a desastres.

CONRED es una institución que a nivel nacional está en la capacidad legal, científica y tecnológica de coordinar, planificar, desarrollar y ejecutar las acciones destinadas a reducir los efectos que causan los desastres naturales, socionaturales o antropogénicos, así como a evitar la construcción de nuevos riesgos, mediante acciones de prevención.

Tiene entre otras funciones, la responsabilidad de elaborar planes de emergencia de acuerdo con la ocurrencia y presencia de fenómenos naturales o provocados y su incidencia en el territorio nacional; así como el elaborar planes y estrategias en forma coordinada con las instituciones responsables para garantizar el restablecimiento y la calidad de los servicios públicos y líneas vitales en casos de desastres.

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres está integrada por:

- Consejo Nacional para la Reducción de Desastres
- Junta y Secretaría Ejecutiva para la Reducción de Desastres
- Coordinadoras Regionales, Departamentales, Municipales y locales

En coordinación con las actividades que dirige, planifica y ejecuta la CONRED, existen otras instituciones que funcionan como brazos operativos de dicha institución, en acciones de prevención, mitigación y respuesta ante las emergencias que puedan ocurrir, entre éstas están las siguientes:

- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
- Bomberos Municipales y Voluntarios.
- La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), como entidad responsable de liderar los procesos de planificación nacional y en coordinación con actores vinculados al tema, impulsa la incorporación de la gestión de riesgo en los procesos de inversión pública para que éstas sean seguras. Se requiere incrementar y reforzar los programas de prevención y gestión de riesgo para minimizar las pérdidas de vidas humanas y reducir el impacto en la infraestructura.
- Por mandato institucional, le corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) promover y concentrar los esfuerzos nacionales en reducir la vulnerabilidad y adaptarse a los impactos negativos del cambio climático y la variabilidad climática, para lo cual deberá impulsar iniciativas orientadas a fortalecer y desarrollar la capacidad nacional, incluyendo la transformación nacional requerida para abordar el tema de adaptación al cambio climático.

- El Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres PNPMD, es un mecanismo de coordinación destinado a hacer frente a los riesgos de desastre de una forma integral, fue diseñado con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) e incluye cuatro líneas de acción:
 - La identificación y el monitoreo de la información
 - La reducción del riesgo
 - La planificación y el fortalecimiento institucional
 - La estrategia financiera

Para atender esta necesidad es necesario fortalecer el marco institucional, incluyendo la capacidad de monitoreo y análisis, con el propósito de definir lineamientos que permitan la identificación y la reducción de la vulnerabilidad de la población ante los efectos de la variabilidad climática en salud, agricultura, ganadería, seguridad alimentaria, los recursos forestales, recursos hídricos; los suelos e infraestructura.

A nivel regional el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC) nació en 1987 como una instancia para la promoción de la cooperación en la prevención de los desastres; como resultado de la Reunión de Presidentes Centroamericanos (Guatemala 1993) se establece el CEPREDENAC como un organismo regional; en el período siguiente 1993-98 se transformó en una institución intergubernamental, parte del Sistema de Integración Centroamericano (SICA).

En el 2012 con el objetivo de reducir la cantidad de pérdidas humanas por desastres naturales en el departamento de Guatemala, las municipalidades de Amatitlán, Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa, Mixco, Santa Catarina

Pínula y Guatemala, acordaron junto con la sociedad civil integrar la Plataforma Metropolitana para la Gestión de la Reducción del Riesgo a los Desastres, las cuales trabajarán en conjunto con la Coordinadora Nacional Para la Reducción de Desastres (CONRED).

Su objetivo principal es que cada comunidad haga conciencia en una variedad de temas como el manejo de desechos sólidos y drenajes, además de reforzar la autorización de construcciones en zonas que podrían ser de constante peligro, para poder lograr una buena gestión de riesgos dentro de cada región.

Figura 4. **Integración de la Plataforma Metropolitana para la Gestión de la Reducción del Riesgo a los Desastres (12 de abril de 2012)**



Fuente:

El periódico. www.elperiodico.com.gt. Fecha de publicación: 12 de abril de 2012.

Consulta 22 de junio de 2012.

2. DESECHOS SÓLIDOS

2.1. Definición

El manejo inadecuado de los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales urbanos más severos en Guatemala; el problema se agrava por la deficiente recolección, el inadecuado destino final, la poca disposición de pago por el servicio y el poco conocimiento y aplicación de la separación de basura.

- “Desechos: son cualquier escoria, resto de materiales o materia descartada, recipientes o depósitos; sea en estado sólido, líquido, gaseoso o en cualquier fase, que resulte de cualquier actividad y cuyo destino debe ser la disposición final”.⁵
- “Desecho sólido (DS): cualquier material incluido dentro de un gran rango de materiales sólidos, también algunos líquidos, que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor. Normalmente, no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento”.⁶
- “Desecho sólido urbano (DSU): es aquel desecho sólido que incluye al residuo de origen residencial, comercial, institucional y de industrias ligeras, recogidos por la municipalidad, o por los recolectores contratados bajo la responsabilidad de la municipalidad”.⁷

⁵ *Propuesta Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos*. Guatemala 2010.

^{6,7} *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. 2003.

2.2. Características

Cada ciudad es un caso único y las decisiones sobre su desarrollo y administración deberían reflejar un alto grado de participación local, existe una compleja relación entre la conservación ambiental, la economía y el desarrollo de cada país.

Tabla VII. **Resumen generación de desechos sólidos domiciliarios en Guatemala (2002)**

Generación de desechos sólidos domiciliarios 2002							
Departamento	Zonas urbanas			Zonas rurales			Total Generado %
	Población	Generación		Población	Generación		
		t/día	t/año		t/día	t/año	
Guatemala	2186669	1091,77	398,494,98	354,912	158,87	57,988,8	29,48
Quetzaltenango	344,858	148,33	54,140,95	279,858	85,95	31,372,28	5,52
Escuintla	256,972	110,61	40,372,92	281,774	10,51	36,684,59	4,98
Chimaltenango	217,922	90,83	33,152,71	228,211	75,94	27,717,59	3,93
Sacatepéquez	208,876	98,27	35,869,46	39,143	17,04	6,218,5	2,72
Huehuetenango	192,099	71,98	26,272,27	654,445	193,03	70,454,61	6,25
San Marcos	173,332	61,65	22,501,16	621,619	171,61	62,639,38	5,5
Suchitepéquez	165,871	68,16	24,877,33	238,074	76,75	28,013,92	3,42
Alta Verapaz	163,012	59,47	21,706,32	613,234	174,37	63,646,33	5,51
El Quiché	161,591	52,00	18,978,90	493,919	127,12	46,398,81	4,22
Sololá	150,134	50,31	18,362,94	157,527	41,52	15,154,82	2,16
Totonicapán	121,617	36,49	13,317,06	217,637	54,41	19,859,38	2,14
El Petén	110,399	50,42	18,404,76	256,336	90,64	33,081,92	3,33
Jutiapa	105,648	45,29	16,529,82	283,437	102,20	37,034,45	3,48
Santa Rosa	105,061	44,31	16,172,48	196,309	70,20	25,621,38	2,70
Izabal	90,508	40,44	14,759,79	223,798	79,83	29,139,13	2,84

Continuación de la tabla VII.

Retalhuleu	87,749	41,39	15,106,96	153,662	57,33	20,925,41	2,33
Chiquimula	78,631	30,30	11,058,58	223,854	68,99	25,181,78	2,34
Zacapa	77,935	37,02	13,511,01	122,232	49,62	18,111,03	2,04
Jalapa	76,689	28,77	10,502,24	166,237	52,85	19,291,89	1,92
Baja Verapaz	58,962	25,12	9,169,8	156,953	55.08	20,104,23	1,89
El Progreso	50,300	22,25	8,119,93	89,190	32.76	11,958,08	1,3
Total	51184,835	2305,16	841,382,37	61052,361	1936,63	706,868,31	100

Fuente: *Informe Nacional Sobre Desarrollo Sostenible. Décimo Octava Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*, New York, USA. Guatemala, Noviembre de 2009. p. 74.

2.3. Clasificación

La naturaleza de los desechos sólidos urbanos es enormemente variada y debe estudiarse en cada localidad, ya que estos varían de acuerdo al criterio que se considere:

- Según su origen, de acuerdo a su estructura química (pueden ser peligrosos o no peligrosos):
 - Desechos sólidos orgánicos
 - Desechos sólidos inertes

- Según el lugar de procedencia
 - Desechos sólidos urbanos
 - Desechos de construcción (residuos sólidos inertes)
 - Desechos agropecuarios

- Desechos clínicos o sanitarios
- Desechos sólidos de depuradoras de agua (lodos)
- Desechos de incineración
- Desechos industriales

Tabla VIII. **Tipos de desechos sólidos**

Tipo desecho	Clasificación
Desechos sólidos urbanos	Domiciliarios
	Voluminosos
	Comerciales
	Sanitarios
	Construcción y demolición
	Asimilables a urbanos
Desechos industriales	Inertes
	Asimilables a urbanos
	Residuos tóxicos y peligrosos
Desechos hospitalarios	Residuos tóxicos y peligrosos
Desechos de actividades mineras	
Desechos forestales	
Desechos agrícolas	
Desechos ganaderos	
Desechos radiactivos	

Fuente: elaboración propia.

2.4. Gestión

Se entiende por gestión (manejo) todas aquellas actividades relacionadas con la generación, almacenamiento, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, de manera acorde con los mejores principios de salud pública, economía, ingeniería y otras que promueve el bienestar y confort de la población.

La falta de un manejo adecuado de los residuos sólidos provoca contaminación, derivando de ella el deterioro y degradación del ambiente y la limitación del uso posible de los recursos naturales existentes además el mal manejo de los desechos sólidos tiene un impacto negativo en la salud de la población, en los ecosistemas y en la calidad de vida; la gestión integral de los DS busca ser compatible con las preocupaciones ambientales y la salud pública, y con la conciencia pública respecto a la reutilización y el reciclaje de materiales residuales.

Los organismos internacionales, entre ellos Organización Panamericana de la Salud (OPM)/Organización Mundial de la Salud (OMS), Centro Integral de Evaluación de Informes de Evaluación (CARE), Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Agencia Española de Cooperación internacional (AECI), realizan actividades con el aporte de recursos o el apoyo a través de crédito para la asistencia técnica o la búsqueda de modelos operativos en el manejo de los residuos sólidos.

2.5. Desechos sólidos en Guatemala

De acuerdo a la información existente sobre la cobertura del servicio de recolección, indica que a nivel urbano el departamento de Guatemala tiene un 72 por ciento (basureros autorizados del Trébol y de AMSA) de cobertura y el resto del país presenta en promedio un 23 por ciento de cobertura (basureros municipales del interior de la República).

Guatemala, como país contribuye anualmente al problema de contaminación por residuos sólidos con una generación de 81 203,153 toneladas de basura domiciliar.

Tabla IX. **Resumen evolución generación de desechos sólidos urbanos (DSU) en el municipio de Guatemala 1990-2003**

Año	Tasa de crecimiento (PIB)	Tasa de crecimiento económico	Tasa de crecimiento de desechos
1990	0	1	1
1991	3,7	1,04	1,02
1992	4,8	1,09	1,05
1993	4	1,13	1,08
1994	4	1,17	1,10
1995	5	1,22	1,14
1996	5	1,27	1,17
1997	5,2	1,32	1,20
1998	5,5	1,37	1,23
1999	5,9	1,42	1,26
2000	5,9	1,47	1,29
2001	6,1	1,52	1,32
2002	6,2	1,57	1,35
2003	6,5	1,62	1,38

Fuente: INE 2004.

De acuerdo a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, la población de Guatemala es de 15 400 000; la información existente en Guatemala sobre los volúmenes de generación de desechos por habitante se estiman en alrededor de 0,5 kilogramos al día (JICA, 1991), lo que da un total de 7 700 toneladas diarias de basura generadas a nivel nacional.

2.5.1. Antecedentes

Desde principios del presente siglo, la municipalidad capitalina trató de realizar la recolección de basuras en la ciudad capital sin lograr los niveles de cobertura deseables; a partir de la revolución de 1944 y por la falta de cobertura del servicio municipal, surgen los recolectores privados que complementan parcialmente la labor de la municipalidad en lo correspondiente a la fase de recolección.

Desde 1917, la basura era llevada al crematorio de la zona 5, ubicado al sur del Batallón Matamoros, el cual funcionó hasta 1961, en ese año, se inició la actual disposición de los residuos en el sitio conocido como: El Trébol, ubicado entre las zonas 3 y 7.

En agosto de 2004, el Acuerdo Gubernativo 234-2004 crea la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos (CONADES), encargada de coordinar y ejecutar las acciones técnicas y legales adecuadas en el manejo de desechos sólidos del país, derogando la antigua entidad CONADESCO.

2.5.2. Características DS

Dado el alto nivel de pobreza en el área rural del país, es de esperar una pequeña producción de basura domiciliar con alto contenido de materia orgánica, en el área urbana la situación es diferente.

- En Guatemala diariamente se generan desechos sólidos por un monto de entre 6 000 a 7 000 toneladas (54 % zonas urbanas, 46 % en zonas rurales).
- En el área rural únicamente se disponen anualmente 36 738,69 toneladas (\pm 5,2 % de lo generado), el volumen respectivo en las zonas urbanas, colectado en los botaderos municipales es de 500 874,49 toneladas (\pm 60 % de lo generado).
- Para el área metropolitana del departamento de Guatemala, un estudio desarrollado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) en 1991, presenta una composición de la basura donde se identifica un elevado contenido de materia orgánica (63,3 % en peso) y consecuentemente elevada humedad (61,8 %). El poder inferior que interpreta la composición física mencionada es 1 039 kilocalorías por kilogramo, base húmeda.
- Según estudio de Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA 1991), datos para toda la república sobre la composición de los desechos sólidos, reflejan gran contenido de materia orgánica: vidrio, metales y plásticos (23,5 %); papel (29 %); goma, cuero, madera y textiles (8 %); desechos de comida (17,8 %); hierba, hojas, etc. (20,2 %); varios (1,5 %).

2.5.3. Gestión

En Guatemala la gestión ambiental es abordada por diferentes actores, cada uno con diferentes funciones, intereses y áreas geográficas de acción, estos pertenecen al sector público integrado por los tres poderes del Estado y los gobiernos locales, el sector privado que se ve representado por la sociedad civil organizada (empresarios y organizaciones de diferentes tipos), el sector académico y la cooperación internacional.

Desde un punto de vista del potencial de contaminación ambiental que presentan los residuos sólidos en áreas urbanas y rurales resulta claro, que en el área rural un servicio de recolección se dificulta por el grado de dispersión que presentan las viviendas y por la posibilidad que tienen los vecinos de disponer sus residuos en sus propiedades.

El modelo de economía de mercado imperante en Guatemala considera que la generación de residuos es parte del proceso económico de producción y consumo, dicho proceso asigna al medio ambiente la función de fuente de recursos naturales y reservorio de desechos. Aunque existen normas contenidas en el Código Municipal, Código de Salud, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en algunos reglamentos municipales y en otra normativa bastante dispersa dentro del ordenamiento jurídico, las mismas no se cumplen.

Como se puede ver en la siguiente tabla, la generación de residuos es parte del proceso productivo y del consumo y por lo tanto deben ser los generadores quienes asuman la responsabilidad por los impactos ambientales producidos; la mayor cantidad de industrias se concentran en el departamento de Guatemala, mientras que los departamentos de Santa Rosa, Quetzaltenango

y Escuintla presentan un número grande de industrias respecto del resto del país, pero en cantidades menores.

Tabla X. **Distribución geográfica de la industria en Guatemala**

DEPARTAMENTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Guatemala	1,558	1,529	1,504	1,511	1,431	1,815
Progreso	18	17	17	17	19	21
Sacatepéquez	67	67	68	68	68	84
Chimaltenango	49	49	49	48	48	48
Escuintla	106	107	108	108	106	113
Santa Rosa	216	216	218	217	216	217
Sololá	2	2	2	2	2	2
Totonicapán	21	21	21	21	21	21
Quetzaltenango	137	137	138	138	137	139
Suchitepéquez	39	39	39	39	39	41
Retalhuleu	32	32	32	32	30	31
Quiché	8	8	8	8	8	8
Baja Verapaz	18	18	19	19	19	19
Alta Verapaz	48	48	49	49	46	46
Petén	22	22	22	22	23	23
Izabal	26	26	27	27	27	27
Zacapa	39	39	39	39	39	39
Chiquimula	30	29	29	29	29	29
Jalapa	16	26	26	16	16	16
Jutiapa	26	26	26	27	26	26
TOTAL	2,566	2,535	2,517	2,525	2,438	2,852

Fuente: *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala*. p. 13.

2.5.3.1. Capital

En Guatemala los desechos se trasladan a los basureros autorizados del Trébol y de AMSA (llega un 72 % del total generado), la basura no recolectada presenta el mayor impacto ambiental porque se acumula en los basureros clandestinos casi siempre dentro del área urbana, donde el impacto visual, el mal olor, proliferación de vectores de enfermedades y marginalidad social se da en toda su intensidad.

Por mandato legal, el servicio de limpieza pública le corresponde a la Municipalidad y el Departamento Metropolitano de Limpieza Pública (DMLP) es quien ejecuta, además de la limpieza y barrido de calles, la recolección en mercados, hospitales nacionales, guardería municipal, dispensario municipal, escuelas nacionales y la operación del sitio de disposición final de los residuos ubicado en El Trébol.

En caso de desastres o emergencias, los vehículos y equipo son utilizados por la Municipalidad como apoyo a las actividades que sean establecidas como necesarias (palas, cargadoras, camiones de volteo y tractores). El sector privado ejecuta la recolección domiciliaria, industrial, comercial y de hospitales privados.

2.5.3.2. Interior

Si bien el servicio de aseo urbano es una de las pocas funciones descentralizadas que compete directamente al municipio, en la mayoría de las alcaldías que prestan el servicio no se cuenta con el personal necesario y capacitado técnicamente para realizarlo con eficiencia o idoneidad. La municipalidad tiene la facultad para otorgar a personas individuales o jurídicas la concesión para la prestación del servicio de aseo y limpieza municipal, mediante contrato de derecho público que debe cumplir con las normas contenidas en la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.

En promedio un 23 por ciento de la basura urbana generada llega a los basureros municipales del interior de la República, lo que refleja que en el área rural el servicio de recolección es bajo, la disposición final de la basura a nivel rural se hace, en promedio nacional: quemándola en un 36 por ciento,

enterrándola en un 18 por ciento y tirándola en cualquier parte en un 44 por ciento.

De acuerdo al Perfil Ambiental 2006, en el 2002 una mayor proporción de los hogares urbanos contaba con un servicio de recolección (58 % frente al 47 % de 1994), mientras el 95 por ciento de los hogares rurales no contaba con un servicio de recolección.

En la actualidad existen sistemas de tratamiento para los desechos sólidos; funcionan adecuadamente: la Planta del Instituto de Recreación de los Trabajadores (IRTRA) en Retalhuleu y el Relleno Sanitario del kilómetro 22,5 en Villa Nueva. Los sistemas ubicados en Almolonga (Quetzaltenango) y San Antonio Aguas Calientes (Sacatepéquez) funcionan parcialmente, mientras que las ubicadas en Flores y San Marcos no se utilizan debido problemas de presupuesto y falta de interés de las autoridades de cada municipio.

Tabla XI. **Sistemas de disposición final de los desechos sólidos en algunos departamentos del país**

Sistemas de Disposición Final de los Desechos Sólidos que se encuentran construidos y en proyecto en algunos departamentos del país				
No.	Departamento	Municipios beneficiados	Sistema	Estado actual
1	Chimaltenango	San Martín Jilotepeque	Incinerador	
2	El Peten	MAMMUNISURP: Poptún, Dolores y San Luís.	Relleno sanitario	
		San Benito, Santa Elena y Flores	Relleno sanitario	Abandonado
3	Escuintla	MANCOSUR: La Democracia, Santa Lucía, Siquinalá y La Gomera	Planta de tratamiento	
		Puerto de San José, Iztapa, Managua y Champerico.	Relleno sanitario	
	Las Verapaces	Santa Cruz, San Cristóbal Verapaz, Tactic, Tamahú y Purulhá.	Relleno sanitario	
		Rabinal	Relleno sanitario	

Continuación de la tabla XI.

5	Sololá	San Juan La Laguna y Santiago Atitlán	Construcción de sistemas de tratamiento	En proyecto
		MANKATITLAN: Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina y San Antonio Palopó.	Relleno sanitario	En proyecto
		Sololá, Santa Lucía Utatlán y San José Chacayá.	Relleno sanitario	En proyecto
		San Pedro La Laguna		
6	Sacatepéquez	San Antonio Aguas Calientes	Sistema de manejo de desechos sólidos	Operando parcialmente

Fuente: *Décimo Octava Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, New York, USA. Informe Nacional Sobre Desarrollo Sostenible. Guatemala, Noviembre de 2009.*

p. 73.

2.5.4. Legislación aplicable

El marco legal de los aspectos vinculados con desechos sólidos en Guatemala se caracteriza por una normativa dispersa contenida en leyes, códigos, reglamentos y otros instrumentos. El orden jerárquico de las normas jurídicas es el siguiente:

- Constitución Política de la República de Guatemala, ley suprema del país.
- Legislación contenida en leyes, decretos y códigos emitidos por el Congreso de la República.

- Normas contenidas en acuerdos gubernativos emitidos por los Organismos del estado de Guatemala.
- Normas de los reglamentos municipales y otros de similar categoría.
- Disposiciones administrativas y otras normas técnicas emitidas por diferentes entidades de la administración pública.

Dentro del sistema jurídico del país, la municipalidad es una institución autónoma de derecho público, tiene personalidad y capacidad jurídica para adquirir derechos y contraer obligaciones y, en general, para el cumplimiento de sus fines en los términos legalmente establecidos.

Tiene como fin primordial la prestación y administración de los servicios públicos de las poblaciones bajo su jurisdicción territorial, con competencia para establecerlos, mantenerlos, mejorarlos y regularlos, garantizando su funcionamiento eficiente, seguro, continuo, cómodo e higiénico a los habitantes y beneficiarios de dichas poblaciones y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. (Artículo 30 del Código Municipal).

La responsabilidad de los municipios en el manejo de las basuras aparece en forma explícita en 1979, con el Código de Salud, Decreto 42-79, específicamente en los artículos 38, 39, 40 y 41, que señalan que los municipios deben incorporar las normas que promulgue el Ministerio de Salud y Asistencia Social en lo relativo a los servicios de limpieza, recolección, tratamiento y disposición de basuras.

A continuación se presenta información sobre la principal legislación existente en Guatemala sobre el tema de los desechos sólidos.

Tabla XII. Principal legislación existente en Guatemala, sobre el tema de los desechos sólidos

LEY	DECRETO – ACUERDO	RESPONSABLE APLICAR	APLICACIÓN
Código Civil	Decreto ley 106 del Congreso de la Republica	De general observancia	Sanciona por arrojar basura, animales muertos, sustancias fétidas, insalubres o peligrosas o escombros en las calles o sitios públicos o fuentes o abrevaderos
Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente	Decreto 68-86 del 19 de diciembre de 1986	Ministerio de ambiente y recursos naturales	Exige las evaluaciones de impacto ambiental para las actividades productivas y vela por localidad ambiental a nivel nacional
Código municipal	Decreto 12-2002 del 9 de mayo del 2002	Municipalidades del país	Asigna la principal responsabilidad por la buena gestión de los desechos sólidos a las municipalidades
Consejo nacional para el manejo de los desechos sólidos CONADESCO	Acuerdo gubernativo 700-97 del 10 de septiembre de 1997	Ministerio de ambiente y recursos naturales, Ministerio de salud pública, INFOM, ANAM, CACIF, ERIS USAC, INGUAT, AMSA Y SEGEPLAN.	Comisión interinstitucional de carácter asesor al ministerio en materia de gestión de desechos sólidos
Decreto 1004 del Congreso de la República	Decreto 1004 del Congreso de la República	Ministerio de agricultura	Prohibición de descargar aguas servidas, sustancias vegetales o químicas y desechos en los ríos y lagos
Código de salud	Decreto 90-97	Ministerio de salud	En la sección IV capítulo IV regula todo lo relativo al manejo de los desechos sólidos
Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala	Aprobado por el concejo municipal el 26 de septiembre de 2002	Municipalidad de Guatemala	El reglamento se emite en cumplimiento de lo preceptuado en la Constitución de la Republica, código de salud, código municipal y ley de protección y mejoramiento del medio ambiente
Reglamento para el manejo integral de los desechos sólidos municipales	En discusión en CONADESCO	Ministerio de ambiente y recursos naturales, Ministerio de salud pública	El reglamento tiene como objetivo dar cumplimiento al código de salud y ley de protección y mejoramiento de medio ambiente
Reglamento para el manejo de residuos sólidos hospitalarios	Acuerdo gubernativo 509-2001 del 20 de diciembre del 2001	Ministerio de salud pública	El reglamento tiene como objetivo cumplir con el artículo 105 del código de salud y de otras leyes de la materia.
Reglamento de gestión de desechos radiactivos	Acuerdo gubernativo 559-98 del 4 de septiembre de 1998	Ministerio de energía y minas	Regula las obligaciones de toda persona natural o jurídica sobre el uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes

Fuente: Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala. p. 26.

A nivel internacional existen disposiciones contenidas en diferentes cuerpos tales como convenios, tratados y acuerdos, así como en documentos como la Agenda 21, que establecen parámetros y lineamientos para ser adoptados por los países en cuanto al manejo de los desechos sólidos y brindan recomendaciones específicas, lamentablemente Guatemala suscribe estos instrumentos sin la real voluntad de implementar las disposiciones y recomendaciones.

3. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE

3.1. Antecedentes

No siempre es posible establecer una frontera tajante entre los riesgos naturales y los de origen humano, sin embargo las causas naturales de los desastres no han cambiado, pero el impacto humano de los mismos se ha incrementado a medida que ha crecido la población; los factores más importantes que contribuyen a la ocurrencia y la severidad de los desastres son:

- Vulnerabilidad humana que resulta de la pobreza y de la inequidad social.
- Degradación ambiental que resulta del mal uso de la tierra.
- Crecimiento rápido de la población, especialmente entre los más pobres.
- Algunos países presentan alta vulnerabilidad física por sus características geológicas, geomorfológicas, geográficas y climáticas.

Los desastres afectan las comunidades en diversas formas, los efectos que provocan pueden clasificarse como pérdidas directas e indirectas; América Central es una región altamente propensa a amenazas naturales, las medidas de gestión y prevención contra los efectos de los desastres deben considerarse como parte fundamental de los procesos de desarrollo integral al nivel regional, urbano y rural, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente.

La lucha contra los desastres debe ser responsabilidad de todos e involucra la inversión de los sectores público y privado, cambios en las actitudes sociales y mejoras en los hábitos de los individuos.

La selección de una estrategia apropiada debe guiarse por medio de la evaluación y consideración de costos y beneficios (en términos de las pérdidas futuras ahorradas) de una gama de medidas posibles; la diferencia más grande que posiblemente se encuentre entre los diversos países y entre las diversas sociedades amenazadas por desastres, son las restricciones presupuestarias para realizar gastos en la gestión de desastres naturales.

3.2. Aspectos de gestión para el manejo de residuos sólidos en situaciones de desastre

Durante los desastres se evidencian y agudizan las amenazas contra la vida, los bienes y las oportunidades de los miembros de las comunidades afectadas, el impacto de estos fenómenos sobre los servicios de saneamiento es, por lo general grave, los desastres demandan inmediata atención a fin de minimizar los riesgos para la salud de la población, ya de por sí afectada.

Uno de los servicios de saneamiento más afectado (por lo general no atendido con la prioridad requerida) es el manejo de los residuos sólidos domésticos (de tipo municipal), los residuos peligrosos, los escombros y los restos de demolición, los lodos, las malezas, las cenizas y otros restos que puedan representar un riesgo para la salud de la población afectada. Los desastres naturales tienden a afectar de distinta manera los sistemas de manejo de residuos sólidos.

Las inundaciones pueden poner al descubierto los residuos enterrados y arrastrarlos a los ríos o a otras fuentes de agua potable. Es probable que ocurra la generación adicional de residuos por malezas (plantas y árboles), escombros, cadáveres y animales muertos, e inclusive la remoción de residuos sólidos de puntos de disposición final existentes.

Algunos eventos como las erupciones volcánicas generan en el ambiente gran cantidad de cenizas, que al depositarse requieren un manejo especial. Los puntos de disposición final podrían quedar fuera de uso por estar inaccesibles. Asimismo, la existencia de tierras para la disposición final puede ser un problema que se tornará crítico en ambientes insulares.

A continuación se describen de manera sencilla las diversas formas en que un desastre natural afecta al sistema de gestión de residuos sólidos de una localidad, así como las pautas y acciones básicas para restablecer de la mejor manera posible el servicio de limpieza pública después de inundaciones, huracanes, terremotos y otros eventos adversos de esta naturaleza. Además permitirá establecer criterios y ejecutar las acciones básicas para desarrollar un manejo adecuado de los residuos sólidos después de un desastre natural.

3.2.1. Organización

En Guatemala las estadísticas indican que aproximadamente el 40 por ciento de los desechos son de origen doméstico, si se adoptan algunas prácticas sencillas relacionadas con la teoría de las 3 R's (Reduce, Reutiliza, Recicla), se puede contribuir a reducir el problema de la contaminación por desechos sólidos.

El sistema convencional utilizado para un correcto manejo de los residuos sólidos comprende las siguientes fases:

- Generación
- Organización
- Almacenamiento o acondicionamiento
- Recolección y transporte
- Transferencia
- Aprovechamiento
- Tratamiento
- Disposición final

Durante situaciones de desastres y luego de la activación del sistema de respuesta, es recomendable que la autoridad a cargo del mando designe a un equipo mixto especializado para el manejo de los aspectos de saneamiento básico. Deberá estar constituido por representantes del gobierno municipal, de las instituciones gubernamentales, organizaciones de apoyo especializadas entre otros, debiendo designar a los responsables del manejo de los residuos sólidos.

Es responsable de analizar la situación, determinar las necesidades y establecer los mecanismos y canales de coordinación y comunicación, además, obtendrá los recursos necesarios y brindará apoyo logístico para el desarrollo de otras actividades propias de la atención del desastre.

3.2.1.1. Aspectos de organización y logística

El manejo y disposición final inadecuados de los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales urbanos más severos que enfrentan muchos países de Latinoamérica.

Como actividad previa del equipo de residuos sólidos, es recomendable que se desarrollen las siguientes acciones:

- Aspectos de logística: identificación preliminar de organizaciones que puedan apoyar después del desastre, recursos humanos disponibles, maquinaria pesada, materiales y equipos, incluidas las vías de comunicación y la coordinación (bomberos, policía, militares, servicios médicos y paramédicos, organizaciones de salud pública y de control ambiental, entre otros).
- Inventario de suministros y equipos: se deben considerar en detalle y de manera separada la maquinaria y las herramientas y equipos existentes, incluidos los que están disponibles en tiendas comerciales.
- Programa de auditoría: necesario para la fiscalización de ayudas y donaciones.

3.2.1.2. Aspectos técnicos y operativos

Los desechos sólidos obstruyen los sistemas de drenajes, provocando inundaciones de calles, proliferación de plagas de zancudos, cucarachas, ratas y otros. El problema se agrava por la deficiente recolección, el inadecuado

destino final, la poca disposición de pago por el servicio y el poco conocimiento y aplicación de la separación de basura.

- Identificar los principales generadores de residuos que serán atendidos: es necesario precisar su ubicación, cantidad, tipo, características y condiciones de manejo. Se elaborará un inventario de contactos relacionados con los generadores de residuos, para preparar con ellos los mecanismos y procedimientos del servicio durante la emergencia.
- Elaborar un mapa de riesgos de la zona afectada: para lograr un mayor impacto con la implementación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- Evaluación física de la infraestructura relacionada con el sistema de manejo de residuos sólidos: los organismos competentes deben evaluar los rellenos, plantas de tratamiento, otros, y su capacidad instalada para recibir o procesar desechos.

3.2.1.3. Análisis de vulnerabilidad

Identificar los aspectos vulnerables después del desastre: potenciales deslizamientos, edificios por colapsar, puntos de acumulación de residuos sólidos, ubicación de campamentos. También las posibles fuentes generadoras de residuos peligrosos, los sitios donde se manejan sustancias químicas, hospitales y albergues públicos.

3.2.1.4. Plan de trabajo

De acuerdo a las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos (generación, transportación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), son necesarias acciones que permitan un mejor manejo de los mismos.

Para esto se elaborará un plan de trabajo: el mapa de riesgos facilitará un adecuado manejo de los residuos sólidos porque permitirá definir de manera preliminar lo siguiente:

- Cantidad de residuos generados.
- Número y la localización de recipientes.
- Frecuencia y tipo de recolección.
- Posibilidad de acceso y salida del punto central de la comunidad.
- Tipo de vehículos recolectores.
- Sitios de almacenamiento temporal, de transferencia y disposición final.
- Personal disponible y las fuentes de financiamiento.
- Distintos centros operativos de apoyo (garajes, talleres, bodegas, entre otros).

Este plano (mapa de riesgos) deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Asignación de recursos y presupuesto: de acuerdo con los puntos críticos identificados y las prioridades, se optimizarán las zonas de mayor impacto (apertura de vías, distribución de material de almacenamiento de residuos, implementación de puntos de disposición final).

- Transporte: definición de medios de transporte del personal que va atender la emergencia desde los diferentes centros operativos.
- Alimentación: se deberá garantizar la alimentación y la dotación de agua del personal asignado.
- Protección del personal: equipamiento adecuado para el personal que participa en el sistema, de preferencia el que atiende los puntos de generación de residuos potencialmente peligrosos. La población que participa también deberá contar con vestimenta de protección personal.
- Especificaciones de las medidas de emergencia: se deberán definir prioridades de atención para los sectores de la población más afectada (albergues, hospitales) mediante planes de emergencia específicos, así como la inmediata remoción de escombros para el acceso de equipos de socorro.
- Elaboración de fichas de control para cada uno de los flujos de residuos por manejar: se debe indicar en estas fichas cómo deben almacenarse, recolectarse y disponerse los residuos. Se señalarán los posibles riesgos generados por un mal manejo, así como las medidas preventivas para proteger la salud de la población y evitar daños al ambiente.
- Especificación de medidas de recuperación: se incidirá en el restablecimiento y acondicionamiento de los sistemas existentes, para llenar vacíos en el sistema de manejo de residuos.
- Mejora de la capacidad: progresivamente, se tratará de implementar el sistema hasta los niveles existentes antes del desastre.

3.2.2. Establecimiento de mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento

Para un mejor manejo de los desechos sólidos se deben implementar mecanismos de coordinación y seguimiento; desde el punto de vista social, los problemas sanitarios emergen como consecuencias del mal manejo de la basura.

- **Acuerdos de coordinación:** es muy importante establecer líneas claras de coordinación y comunicación para interactuar con el equipo director de la atención del desastre. Se deberá conocer sus necesidades, atender sus requerimientos y coordinar la parte operativa de la prestación del servicio. La participación interinstitucional deberá estar necesariamente coordinada a través del mando general del desastre y las actividades se distribuirán de acuerdo con la disponibilidad de recursos y competencias.
- **Comunicaciones:** definir el sistema de comunicación que se va a utilizar entre los centros operativos y el personal asignado, de acuerdo con el equipamiento existente; debe establecerse un medio de retroalimentación.
- **Gestión social:** es necesario establecer un programa de comunicación tanto con la comunidad como con el personal que está prestando el servicio. Debido a las condiciones mismas de la emergencia, la prestación del servicio será variable y difícilmente podrá obedecer a un programa preestablecido, por lo cual se debe mantener informada a la comunidad y al personal involucrado acerca de las interferencias en el servicio.

3.2.3. Agentes participantes

Para una adecuada gestión de los desechos sólidos es necesario identificar a los agentes participantes en cada etapa de la emergencia, de manera que funcionen y trabajen de manera conjunta.

- **Población:** durante una emergencia a veces no se cuenta con la participación de especialistas y del equipo necesario, por lo que deben utilizarse primero los materiales y recursos humanos locales. Se procurará la participación activa de los habitantes del lugar. La mayoría de actividades que se plantean van a requerir la participación de la población, para que los desechos sean almacenados adecuadamente o, en su defecto, enterrados con criterio sanitario. La organización de brigadas de limpieza es un aspecto muy importante para incorporar a la población en la recuperación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- **Gobierno local:** la autoridad política local, que por lo general está a cargo del manejo de desechos, será responsable de identificar y poner operativas las capacidades existentes. Para ello deberá definir claramente las necesidades, a fin de implementar el sistema en todos sus componentes, aun cuando sea a nivel preliminar. Es el sector idóneo para determinar los requerimientos locales y de este modo hacer efectivo el servicio de manejo de residuos sólidos.
- **Gobierno central:** a través de la organización nacional, proporcionará la ayuda mediante personal especializado (sector salud, instituciones estatales de asistencia), de maquinaria (sectores de obras públicas, transportes, construcción, vivienda, ejército), además de canalizar las posibles fuentes de asistencia externa y fiscalización.

- Universidades: el aporte de las instituciones académicas es fundamental y valioso. Generalmente, se orienta a acciones de promoción, capacitación y educación sanitaria, además de proveer recursos humanos calificados (artículo 82 Constitución Política de Guatemala).
- Empresas: la participación de las empresas privadas es fundamental para el suministro de equipo y materiales necesarios en el manejo adecuado de los residuos generados después de un desastre.
- ONG e instituciones de cooperación: además de participar con personal especializado según el tipo de emergencia, complementan la atención a la población en aspectos de educación sanitaria, promoción de la salud preventiva y aspectos sociales. Existen también organizaciones especializadas en la implementación de albergues o levantamiento de campamentos.
- Medios de comunicación: son la herramienta que facilita la comunicación masiva. También participan informando y orientando a la población afectada.
- Especialistas: que pongan a disposición las instituciones de apoyo (gubernamentales, privadas o de asistencia) serán destacados por el mando central de la emergencia mediante un equipo coordinador y equipos de trabajo para tareas específicas.

Estas personas deberán tomar en cuenta que a pesar de las presiones a las que están expuestas cuando ejecutan medidas urgentes de corto plazo, no deben perder de vista la necesidad última de rehabilitación y mejoramiento de los servicios de saneamiento a largo plazo.

Debe recordarse también que no constituirá un objetivo inmediato mejorar las condiciones después del desastre a niveles que superen los anteriores a su ocurrencia, por lo menos en los períodos inmediatamente posteriores. Se recomienda sopesar con prudencia el asesoramiento de expertos que no estén familiarizados con los servicios preexistentes.

3.2.4. Acciones iniciales

Durante la emergencia provocada por los desastres naturales se deben identificar y definir las acciones iniciales necesarias. Con el fin de lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos en la zona afectada, se recomienda seguir las siguientes acciones iniciales:

Figura 5. **Acciones iniciales manejo DS en situaciones de desastre natural**



Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 17.

3.3. Manejo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural

A continuación se presentan los procedimientos que se deben seguir en cada etapa del manejo de los residuos sólidos domésticos, después de la ocurrencia de un desastre natural.

Se deben de tener en cuenta los aspectos de organización indicados anteriormente, además de que la participación de todas las organizaciones presentes, incluida la población del lugar afectado, es un factor fundamental para tener éxito en la intervención.

3.3.1. Generación

Se desconocen algunos aspectos de interés respecto a la generación de residuos sólidos de tipo doméstico en situaciones de desastre, aunque se puede prever una gran variabilidad en su composición y cantidad, de acuerdo con la localidad, la rapidez de la respuesta, los usos y costumbres locales y el tipo de desastre natural ocurrido.

En general, la ocurrencia de desastres modifica la habitual generación de residuos, se incrementan los restos de envases y embalajes (papeles, plásticos y cartones), provenientes de la ayuda externa y se reduce la generación de materia orgánica. Con el fin de reducir el volumen de residuos, debe evitarse la distribución de productos que generen grandes cantidades de desechos debido a su embalaje o preparación; asimismo, en tanto no existan riesgos para la salud y siempre que sea una práctica conocida, se deberá alentar el reciclaje de los residuos sólidos.

La producción de residuos sólidos puede incrementarse especialmente por la donación de grandes cantidades de productos enlatados, procesados y perecederos, muchos de los cuales deben transportarse en ocasiones directamente al sitio de disposición final, sin haberse consumido.

Tabla XIII. **Indicadores de generación de residuos después de la ocurrencia de un desastre natural**

Tamaño de la población o asentamiento humano	Indicador
Ciudades pequeñas, zonas rurales, refugios, albergues y campamentos.	200 a 400 gramos por habitante (indicador utilizado tras el paso del huracán Mitch en Nicaragua, octubre y noviembre de 1998).
Ciudades o poblaciones mayores	2 a 4 m ³ de residuos por día/1000 habitantes (equivale a 300-600 gramos por persona).

Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 20.

3.3.2. Almacenamiento

Con el fin de almacenar adecuadamente los desechos generados por la población, se utilizarán recipientes impermeables y con tapa hermética, de preferencia plásticos o metálicos, e instalados en lugares inaccesibles a insectos, roedores u otros animales (sobre tarimas o superficies elevadas respecto al nivel del suelo); se orientará a la población para utilizar bolsas plásticas o de papel, a fin de facilitar la recolección y la limpieza.

En caso que no se cuente con estos recipientes, que la población tiende a destinar para almacenar agua, se recomienda utilizar alternativas limpias y siempre tapadas.

La capacidad de los recipientes deberá ser suficiente para el almacenamiento de los residuos por lo menos durante cuatro días y se podrá ajustar la capacidad de almacenamiento si se aumenta el número de recipientes.

Los recipientes deberán poder ser manipulados por dos personas fácilmente y se ubicarán en lugares alejados no más de 15 metros de las viviendas.

Para el caso de albergues y campamentos, o cuando se dificulte la ejecución de las rutas de recolección y la población esté debidamente sensibilizada respecto a los riesgos sanitarios, se podrán utilizar contenedores de almacenamiento intermedio de uno a doce metros cúbicos de capacidad, siempre que se mantengan en condiciones higiénicas y se pueda tapar los residuos adecuadamente. En este sentido, la disposición de los residuos se hará con el criterio de facilitar su recolección y evitar la presencia de insectos o roedores, malos olores e impacto visual, sobre todo para los residentes en las cercanías.

Tabla XIV. **Volumen requerido para almacenamiento de DS según la población**

Cantidad de habitantes	Volumen requerido
10 a 20 familias	100 a 200 litros ^a
25 a 50 personas	50 a 100 litros ^b

Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 21.

3.3.3. Recolección y transporte

Durante y después de un desastre natural, el servicio regular de recolección se ve directamente afectado, tanto por la reducción del personal como por el empleo de unidades en las tareas inmediatas de remoción de escombros en zonas críticas, en la distribución de alimentos, frazadas, menajes y transporte de equipos de atención, además, por lo general, las vías se encuentran dañadas u obstruidas. Se debe organizar y movilizar, a brigadas conformadas por pobladores de la zona afectada para cubrir los vacíos de recursos humanos.

Antes de iniciar el servicio de recolección, se deberá determinar la cantidad de residuos sólidos por recolectar y la proyección de generación, la frecuencia de la recolección, la cantidad y el tamaño de los vehículos recolectores, el personal adicional necesario, el método de disposición final y los lugares donde esta se realizará. La flota por utilizar estará debidamente identificada y se tendrá especial cuidado en la asignación de funciones de los vehículos.

Se recomienda destinar 2,5 trabajadores por cada 1 000 residentes de albergues o campamentos; este personal realizará las tareas de limpieza dentro de la población o el campamento. Se tendrá como prioridad utilizar al personal más familiarizado con los servicios de manejo de residuos sólidos y con mayor conocimiento de la localidad afectada. Con el fin de complementar el servicio existente, se dispondrán las siguientes acciones:

- La recolección deberá realizarse, en lo posible, cada cuatro días como máximo.

- En el caso de poblaciones pequeñas, rurales, ámbitos focalizados de una zona urbana o para atender albergues y campamentos, puede hacerse la recolección manual de los residuos sólidos, con carretas o vehículos similares (triciclos) de un metro cúbico de capacidad.
- En caso de que el servicio no llegue a estos lugares, se debe organizar el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos con intervención de las personas que habitan el albergue o campamento.

Se establecerán rutas y frecuencias de acuerdo con los estimados de generación de desechos, las que serán comunicadas a la población con prontitud. En la medida de lo posible, las rutas y frecuencias serán las mismas que funcionan en condiciones normales pues es a ellas que está habituada la población.

En zonas rurales o semiurbanas, en caso de que el servicio de recolección no se encuentre operando, los residuos sólidos deberán ser dispuestos sanitariamente, mediante alguno de los métodos descritos a continuación.

En el caso de las zonas urbanas es preferible el uso de contenedores y en último caso, la incineración controlada, tal como se señala más adelante.

3.3.4. Tratamiento y disposición final

Después de implementar las anteriores acciones debe darse una adecuada disposición de los DS. Para esto la eliminación (tratamiento o disposición final) siempre debe realizarse en lugares y condiciones que impidan la generación posterior de problemas sanitarios y ambientales.

Las técnicas aplicables para ello implican la disposición en suelo mediante la operación de relleno sanitario o previa aplicación de procesos de incineración controlada o compostaje; en última instancia, podrá considerarse la disposición en suelo al aire libre, conjuntamente con la quema controlada de residuos. A continuación se presentan algunas consideraciones para la aplicación de estas técnicas.

3.3.4.1. Rellenos sanitarios

En la mayoría de los casos, el uso de rellenos sanitarios será el preferido para la eliminación definitiva de los residuos domésticos; sin embargo, es común que los rellenos existentes queden inutilizados o se vuelvan inaccesibles. Por tanto, se hace necesario establecer nuevas localizaciones para restablecer el servicio.

La situación favorable ocurre cuando se dispone de sitios previamente seleccionados de acuerdo con estudios preliminares realizados. De no contarse con estos, se propone hacerlo teniendo en cuenta los siguientes aspectos, que constituyen criterios mínimos para la localización de un nuevo relleno sanitario en situaciones de emergencia:

- El nuevo relleno sanitario debe estar fuera del radio urbano, a una distancia mínima de 500 metros de cualquier asentamiento humano.
- Accesibilidad.
- Suelos firmes y eriazos (sin ningún tipo de uso), de preferencia de baja capacidad de infiltración.

- Ubicación en depresiones naturales, con pendientes suaves de preferencia, que en el futuro no representen riesgos para la población.
- Área suficiente de acuerdo con la generación estimada y la proyección de vida útil.
- La dirección del viento debe ser contraria a cualquier asentamiento humano o habilitación urbana.
- Aspectos de impacto ambiental (calidad de las aguas superficiales y subterráneas).
- Evitar lugares ubicados en fallas geológicas (por ejemplo, quebradas).
- Evitar humedales, manglares, pantanos y marismas.
- Evitar las cercanías de los aeropuertos.
- Evitar las cercanías a corrientes de agua con caudal continuo, cuerpos receptores o pozos de agua (a una distancia de 500 metros como mínimo) y zonas de recarga de acuíferos.
- Baja vulnerabilidad ante deslizamientos, terremotos o inundaciones.
- Usar toda la información ambiental disponible y la reglamentación local.

La selección debe realizarse con el máximo cuidado, puesto que los nuevos rellenos sanitarios suelen convertirse en lugares permanentes de disposición final.

Se debe tomar en cuenta que sean áreas con capacidad para una futura disposición. Si en la zona existe una fuerte precipitación, los rellenos necesitan una celda especial de trabajo a la cual se llegue a través de un camino resistente a fenómenos climatológicos (*all weather road*); se recomienda el uso de material de construcción para aumentar la capacidad de carga del terreno.

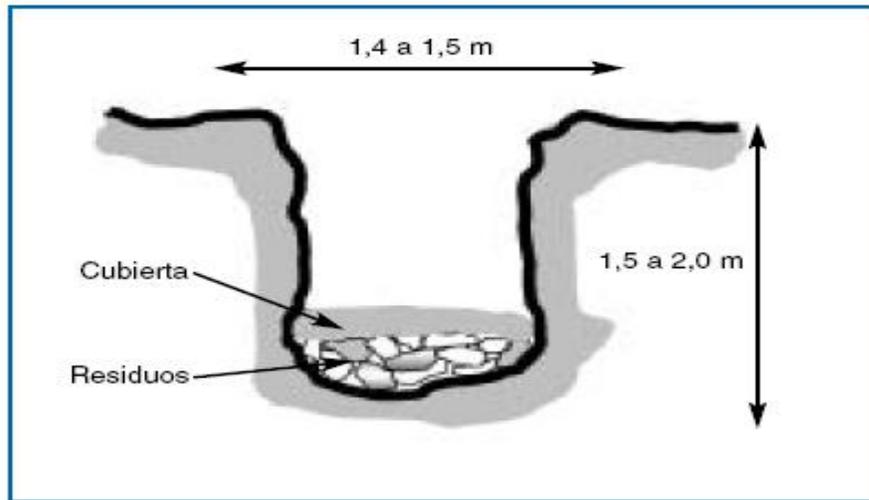
3.3.4.2. Enterramiento de volúmenes menores

Este método es apropiado en poblaciones pequeñas, rurales o campamentos implementados para atender a la población, siempre que no existan facilidades para la recolección de los residuos, no se cuente con recursos o los lugares de disposición final se encuentren en puntos alejados y no se cuente con medios de transporte.

Se adapta el método de trinchera mediante zanjas de 1,5 a 2 metros de profundidad por 1,4 a 1,5 metros de ancho; se estima 1,0 metro de largo de zanja por cada 200 personas. Al final de cada día se cubren los residuos con 20 a 30 centímetros de tierra, previa compactación, la capa final será de 40 centímetros de grosor.

- La zanja tiene una vida útil de siete días y pueden usarse las que sean necesarias.
- Hay que tomar en cuenta que la descomposición de los residuos tomará de cuatro a seis meses.
- No se recomienda usar esta opción en albergues con instalaciones permanentes, a menos que no exista otra alternativa de eliminación.

Figura 6. Zanja típica disposición final DS



Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 23.

3.3.4.3. Quema al aire libre

Se utiliza este método en pequeñas poblaciones, villas y campamentos donde la generación es poca y no hay impacto sobre zonas urbanas; usualmente, se añade un combustible como el querosene (o querosén) para facilitar la incineración.

Pueden disponerse puntos pequeños de incineración si se adaptan cilindros o barriles metálicos; la basura quemada será enterrada en hoyos o zanjas con una capa de tierra no menor de 40 centímetros. Antes de la incineración, deberán removerse los envases de materiales peligrosos como aerosoles, fijadores o solventes y similares, los que serán dispuestos junto con las cenizas, preferentemente en un hoyo de disposición final, de acuerdo con las recomendaciones señaladas para el enterramiento de volúmenes menores.

3.3.4.4. Terreno para compostaje

Conforme se vaya superando la emergencia, se pueden instalar pequeñas plantas de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos para convertirlos en compost (abono orgánico). Se pueden establecer zanjas de 3 a 4 metros de ancho y de 2 a 3 metros de profundidad, cuya longitud estará determinada por la cantidad de residuos orgánicos que se generen (se estima un metro de longitud por cada 1 000 personas); la zanja no estará abierta por más de 5 días, después de los cual los residuos serán tapados con 30 centímetros de tierra luego de ser compactados y la superficie será cubierta para evitar vectores y continuamente controlada durante las dos semanas posteriores.

El compost obtenido se utilizará en la recuperación de áreas verdes o las designadas con anterioridad.

3.3.4.5. Disposición al aire libre

Este será el método que se emplee como último recurso aceptable debido a la emergencia, no es recomendable como práctica habitual debido a que los lugares en los que se realiza suelen convertirse en hábitat de agentes patógenos, además de contaminar el ambiente. Los residuos se transportan a un sitio adecuado (depresión en el terreno u hondonada) para disponerlos y quemarlos; luego bajo la supervisión de personal de saneamiento, las latas y latones se aplastarán para impedir la cría de mosquitos y los residuos quemados serán recubiertos para eliminar moscas y roedores.

Figura 7. **Manejo inadecuado de residuos sólidos en campamentos**



Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 24.

3.4. Manejo de desechos de construcción y demolición después de un desastre natural

El impacto y la gravedad de los desastres naturales difiere de acuerdo con sus características, la mayoría genera escombros en cantidades que superan la capacidad de los sistemas operativos de manejo de residuos sólidos. La remoción de escombros es un componente prioritario de las acciones posteriores a los desastres, gran parte de estos residuos no son peligrosos y algunos pueden ser reciclados.

Para el manejo de escombros después de un desastre natural, debe tomarse en cuenta que en la fase inicial todos los esfuerzos estarán concentrados en el rescate de personas, si se considera que para el ser

humano es posible sobrevivir hasta siete días en estas condiciones, es necesario, entonces, seleccionar métodos de demolición rápidos y efectivos que faciliten el rescate de personas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el manejo de los escombros se puede enfocar desde dos puntos de vista:

- Definir las obras o acciones de mitigación y de corrección de impactos generados por los escombros.
- Definir las acciones para el manejo integral de los escombros por remover.

Las dos tareas más importantes que se deben realizar como parte del manejo integral de los escombros son:

- El aprovechamiento de los materiales valorizables que se encuentran en ellos.
- La definición de escombreras, lugares técnicamente viables para disponer adecuadamente aquellos residuos que no se pueden aprovechar, ya que descargar los escombros en el sitio de disposición final de la basura de la localidad no es conveniente, pues esto ocasiona problemas en la prestación del servicio de aseo y propicia que la vida útil de los rellenos sanitarios o los botaderos de basura se acorte considerablemente.

- Por otra parte, si no se planifican las escombreras y no se controla su manejo, pueden proliferar montículos callejeros que posteriormente se convierten en basureros.

3.4.1. Generación

La evaluación inicial de las áreas afectadas y la estimación de la cantidad que se va a retirar son elementos básicos para las acciones de demolición y manejo de residuos. Estas evaluaciones serán rápidas y se realizarán sobre la base de estimaciones gruesas, ya que las investigaciones detalladas tienden a demorar la respuesta.

En zonas con elevado desarrollo urbano se estima una generación de 1-2 toneladas por metro cuadrado construido, con un promedio de 1,5 toneladas por metro cuadrado; en zonas residenciales, la proporción es sumamente variable, de 0,5 a 1 tonelada por metro cuadrado construido, lo que depende siempre de la proporción de materiales empleados en cada localidad. Para estimaciones de volumen, se considera que se generan 0,5 metros cúbicos de materiales por cada metro cuadrado de construcción.

Frecuentemente, es difícil decidir cuáles de las edificaciones dañadas deben ser demolidas, por las consideraciones de costo, políticas, riesgo estructural, entre otras. Debe evitarse la eliminación de escombros espontánea y sin criterio técnico que la población suele realizar en la vía pública.

- En situaciones de inundaciones, la acumulación de lodos tanto en el interior de las viviendas como en las vías públicas se convierte en un aspecto crítico.

- En el caso particular de la generación de cenizas por erupciones volcánicas.
- Casos especiales son los aludes torrenciales, por la cantidad de sedimentos que pueden arrastrar, y los huracanes, por los daños que causan en las viviendas.

Tabla XV. **Desechos generados por tipo de desastre**

Tipo de desecho	Escombros de edificaciones dañadas	Sedimentos del suelo	Residuos de maleza	Restos de propiedad particular	Cenizas y maderas
Tipo de desastre					
Huracanes	X	X	X	X	
Terremotos	X	X	X	X	X
Tornados	X		X	X	
Inundaciones	X	X	X	X	X
Erupciones volcánicas		X			X

Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 27.

3.4.2. Aprovechamiento de residuos valorizables

Las acciones de recolección de escombros y de los restos de las demoliciones buscarán aprovechar los residuos o materiales valorizables; se debe realizar un programa de reciclaje que permita conocer cuáles serán los materiales que se puedan aprovechar, el equipo necesario para la recolección y transporte de estos materiales.

Además el valor aproximado de los materiales recuperados o reciclados y el mercado para colocarlos, la participación de la comunidad y la viabilidad económica, social y ambiental del programa de aprovechamiento, para esto se requiere una identificación y un manejo selectivo de los principales componentes de los residuos de escombros y de los restos de demolición.

- Materiales o subproductos valorizables en buen estado que se pueden reusar (ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y sanitarios).
- Materiales o subproductos valorizables que se pueden reciclar (metales, concreto, madera).

3.4.3. Almacenamiento temporal

En situaciones de desastre es posible que se requieran lugares para el acopio o almacenamiento temporal de escombros, debido a la saturación de los puntos de disposición final, al excesivo tiempo de espera en dichos puntos para la descarga de los residuos y al insuficiente equipo para la recolección y el transporte.

A continuación se presenta aspectos importantes sobre el análisis de desastres, daños y materiales generados de acuerdo al tipo de desastre.

Tabla XVI. **Análisis de desastres, daños y materiales generados**

Evento	Daño	Residuos generados	Impactos secundarios
Incendios forestales	Sin viento, arrasan con árboles, arbusto y maleza. Con viento dejan árboles muertos en pie, estructuras y vehículos incendiados, fogatas	Metal, ladrillos, cimientos, concreto, sedimentos, árboles caídos, madera y troncos chamuscados, bolsas de arena, plásticos	Problemas de erosión
Inundaciones, tsunamis, fallas de diques (inundaciones de estructuras y flujo de aguas a altas velocidades)	Daños en viviendas: pisos, maderas de paredes, muebles. Sedimentos depositados en propiedades públicas o privadas. Escombros de deslizamientos (suelo, grava, rocas, material de construcción). Residuos sólidos peligrosos domésticos.	Árboles caídos, madera de paredes, carpetas, madera de muebles, metales de electrodomésticos, residuos peligrosos, residuos de maleza, bolsas de arena, plástico, residuos orgánicos.	Deslizamiento de suelos.
Terremotos (ondas de choque y desplazamiento a lo largo de fallas geológicas).	Daños en infraestructura, autopistas de concreto y asfalto, pasos a desnivel. Bloques de concreto armado. Asfalto de lugares de parqueo. Restos de edificios, propiedades privadas, sedimentos.	Concreto, ladrillos, cimientos, asfalto, madera de paredes, vidrio, carpetas, asbesto, restos de maleza, plásticos, residuos orgánicos.	Daños secundarios como incendios o explosiones. Residuos generados por nuevas construcciones y reparaciones.

Continuación de la tabla XVI.

Huracanes (vientos de altas velocidades que elevan el nivel de las mareas en los océanos y crean olas en cuerpos de aguas interiores)	Daños y destrucción de estructuras, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, residuos peligrosos domésticos, madera, restos de maleza, bolsas de arena, plásticos, residuos orgánicos.	
Tornados (vientos en rotación a altas velocidades)	Daños y destrucción de estructuras, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, madera, restos de maleza, bolsas de arena, plásticos, residuos orgánicos.	
Erupciones volcánicas	Destrucción de estructuras por acumulación de cenizas, flujos de lava o lodos.	Cenizas y lava	

Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 33.

3.4.4. Disposición final

Para la eliminación de los restos de demolición no aprovechables y los escombros (materiales inertes) es preferible utilizar áreas naturales de acuerdo con los criterios señalados anteriormente para la selección de rellenos sanitarios, aunque en este caso los aspectos de impacto ambiental como la dirección del viento y la contaminación de aguas subterráneas no son significativos, debido a las características inertes de los materiales; no se recomienda el uso de los rellenos sanitarios operativos para la disposición de escombros debido a que las cantidades generadas fácilmente pueden colmatar (llenar) el volumen que normalmente debe utilizarse para los residuos orgánicos.

En la localidad afectada debe averiguarse si existen catastros o puntos identificados previamente para la eliminación de estos residuos, lo que facilitará la tarea. Estos lugares (escombreras) serán los sitios destinados para la disposición final de los escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Se deben localizar principalmente en áreas cuyo paisaje se encuentra degradado, tales como minas y canteras abandonadas.

3.5. Manejo de residuos sólidos peligrosos en situaciones de desastre

Un desastre natural se define como la ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitado que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, situaciones en las que se descuida el manejo de los desechos sólidos y de manera especial los desechos sólidos peligrosos.

De acuerdo a las características de los DSP se debe de implementar las acciones necesarias para su manejo.

3.5.1. Residuos sólidos generados en establecimientos de salud

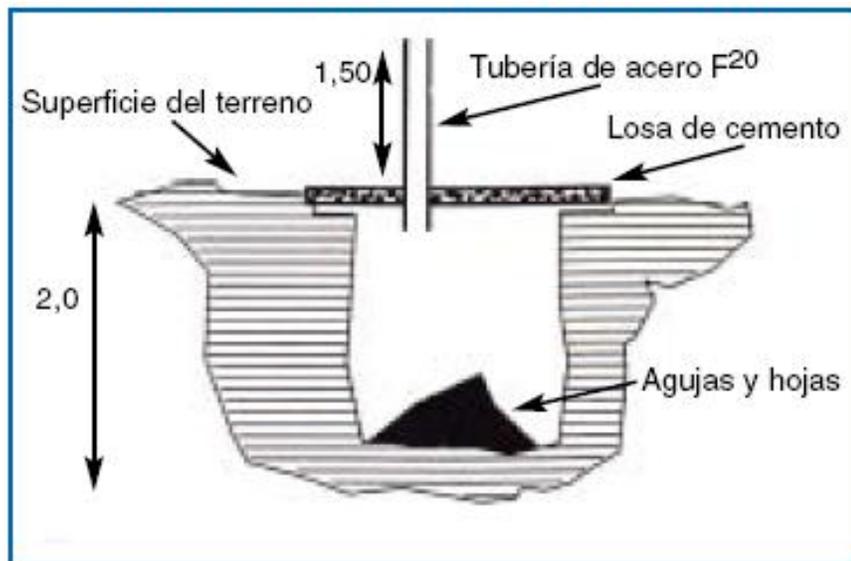
En situaciones de emergencia por desastre natural, el manejo de los residuos sólidos generados en establecimientos de salud y otros desechos, es un factor prioritario durante la emergencia provocada por desastres naturales.

- Etapa de clasificación de víctimas (*triage*): es una fuente significativa de generación de residuos peligrosos por su potencial infeccioso, que usualmente no se toma en cuenta (materiales biocontaminados). Por ser una actividad de rápida respuesta, se recomienda que todos los residuos generados en esta etapa de la atención y en los primeros auxilios, sin excepción, sean almacenados en recipientes debidamente identificados como "residuos biocontaminados", de preferencia en bolsas de color rojo. Se evitará el contacto directo con estos residuos.
- Etapa de atención de víctimas: la generación de residuos en establecimientos de salud de primera categoría (hospitales) puede sufrir grandes variaciones (la clasificación depende del tamaño, complejidad y capacidad asistencial del establecimiento).
 - Puede disminuir debido a que gran parte de su personal asistencial es destinado al trabajo de campo, a la evacuación de pacientes y a que se restringe la atención primaria.

- Puede incrementarse notablemente por el aumento de la demanda de atención cuando hay gran cantidad de damnificados.

El manejo de los residuos sólidos será similar al que se realiza en condiciones normales; el tratamiento se hará de acuerdo con el tipo de residuos.

Figura 8. **Fosa para eliminar objetos punzocortantes**



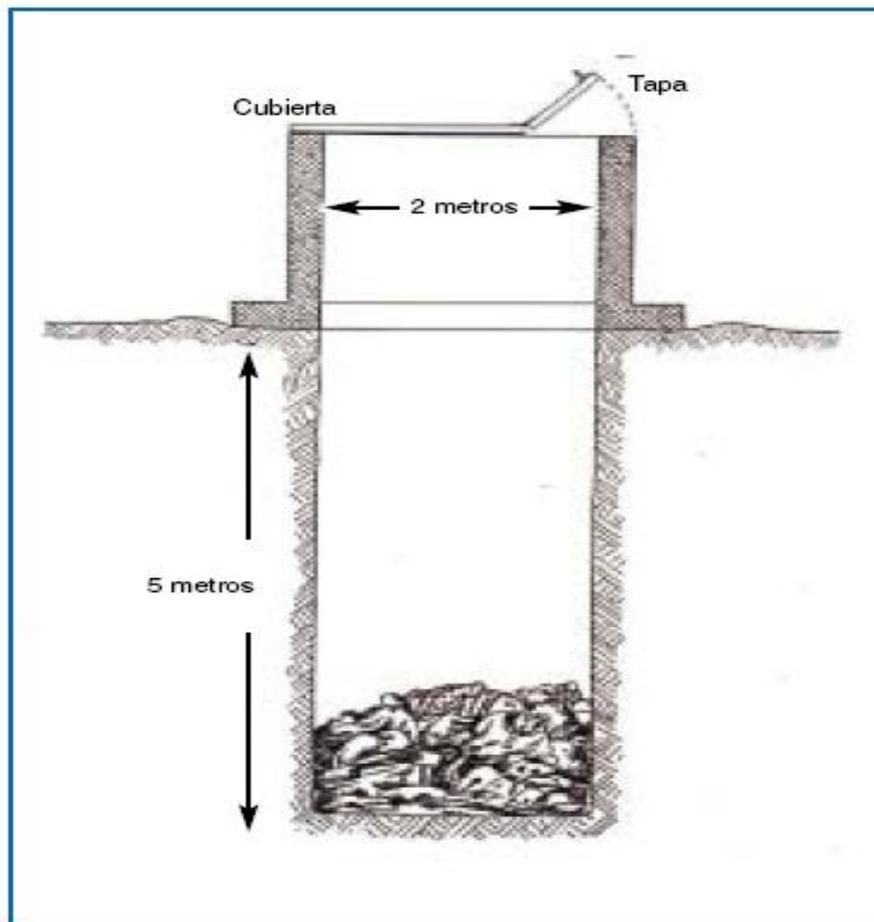
Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 39.

3.5.2. Medicamentos

El manejo adecuado de las donaciones es importante, pues en muchos casos, lejos de ser útiles, son perjudiciales. Algunos medicamentos no son apropiados para tratar situaciones generadas por la tragedia, otros son desconocidos, algunos tienen rotulación inadecuada y otros contienen

dosificaciones incompletas. Su eliminación debe realizarse con estricta fiscalización, para evitar un mal uso de los mismos. Será recomendable la incineración directa o la disposición en celdas de seguridad.

Figura 9. **Sitio para la disposición de DS de establecimientos de salud**



Fuente: *serie Salud Ambiental y Desastres, No. 1 - Gestión de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre* (OPS; 2003). p. 39.

3.5.3. Otros desechos peligrosos

La ocurrencia de desastres afecta ocasionalmente instalaciones industriales, depósitos o comercios en los que se almacenan productos peligrosos para la salud, entre los cuales destacan las sustancias corrosivas, las explosivas, las inflamables o tóxicas, como los plaguicidas, los solventes y los insumos químicos.

En caso de que estos productos queden expuestos, deberán tomarse las siguientes medidas:

- Contactar y convocar a personal especializado en el manejo de estos residuos.
- Aseguramiento del área: se establecerá una zona de peligro, marcada y vigilada para mantener a la población alejada.
- Aproximación cuidadosa: el personal destacado para atender la emergencia con residuos de este tipo no debe apresurarse en acercarse a la zona. Se debe tomar las mayores precauciones, como ir a favor del viento para evitar el contacto con vapores. Es necesario recordar que existen gases o vapores peligrosos sin olor ni color, más densos que el aire y con tendencia a acumularse en zonas bajas.
- Identificación de productos: las etiquetas o empaques pueden proporcionar información sobre el tipo de producto con el que nos enfrentamos.

- Debe evitarse el contacto con el producto y su manejo si este no se ha identificado convenientemente.

4. RESULTADOS ESPERADOS

De acuerdo a los objetivos planteados se realizaron actividades de campo y gabinete, las que permitieron recopilar la información necesaria para el desarrollo del trabajo; se utilizaron las siguientes herramientas y técnicas:

- Revisión de bibliografía existente
- Visitas y entrevistas con autoridades en el tema
- Visitas y entrevistas con autoridades y vecinos en municipios de interés
- Uso de cuestionarios
- Tabulación y análisis estadístico información

Con la información generada se elaboró una base de datos, lo que facilitó realizar las gráficas y tablas necesarias; su análisis permitió conocer de manera parcial la situación sobre el manejo de desechos sólidos durante desastres naturales en la República de Guatemala, lo que generó las conclusiones y recomendaciones sobre el tema.

A continuación se presentan algunos aspectos considerados dentro del trabajo y la encuesta realizados en las municipalidades.

4.1. Gestión desechos sólidos desastres naturales

Se entiende por gestión todas aquellas actividades relacionadas con la generación, almacenamiento, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, acorde con los mejores principios de salud

pública, economía, ingeniería y otras que promueve el bienestar y confort de la población.

Los desastres naturales suelen producir graves daños a las instalaciones sanitarias y sistemas de manejo de desechos sólidos, situación que tiene un efecto directo sobre la salud de las poblaciones que dependen de esos servicios, existen grandes variaciones dentro de las propias zonas afectadas por los desastres.

En Guatemala las condiciones socioeconómicas de la mayoría de la población, su ubicación geográfica y condiciones climáticas lo hacen vulnerable a que se produzcan diferentes desastres poniendo en riesgo a sus habitantes. El Código de Salud señala en su artículo 38 que las municipalidades deben incluir las normas que provea el Ministerio en lo relativo a la organización de los servicios de limpieza.

En los municipios de la República existen diferencias en la forma como las autoridades y vecinos enfrentan la problemática del manejo de los desechos sólidos, esta situación se complica más durante la ocurrencia de desastres los que afectan la prestación de este servicio en sus localidades.

Tabla XVII. **Municipalidades de Guatemala que cuentan con reglamento para el manejo de los desechos sólidos**

Nombre	Municipalidad
Reglamento para la administración, operación y mantenimiento del servicio de recolección de basura municipal.	Amatitlán
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Zacapa
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Chichicastenango
Reglamento de limpieza y saneamiento ambiental	Cobán
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Huehuetenango
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	San Lucas Sacatepéquez
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	San Pedro Sacatepéquez
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Esquipulas
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	San Marcos
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	San Pedro Necta
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Quiche
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura	Guatemala

Fuente: *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala.* p. 28.

Con el objetivo de conocer diferentes aspectos sobre esta situación se realizó una encuesta a una muestra de municipalidades del país, lo que permitió:

- Identificar las prioridades de la comunidad y la ubicación del manejo de sus desechos.
- Conocer el estado del componente ambiental y su relación con los desechos sólidos en situaciones de desastres.
- Establecer los mecanismos importantes en la elaboración de los planes de aseo urbano en situaciones de desastres en cada municipio; enfocado dentro de un marco metropolitano y urbano.

4.1.1. Manejo desechos sólidos domésticos

Las instalaciones residenciales, comerciales e industriales generan desechos generales, desechos especiales de diferentes características. Durante situaciones de desastres la cantidad y tipos de desechos que se generan pueden cambiar de acuerdo al tipo de desastres que se trate.

Frecuentemente el manejo de los desechos sólidos supone un problema especial en situaciones de emergencia; tras un desastre, las autoridades no solo han de enfrentarse a las basuras y desechos, sino también a los escombros de edificios, servicios públicos, árboles, plantas y animales muertos.

4.1.1.1. Almacenamiento

Almacenamiento es la disposición temporal que se le da a los desechos antes de la disposición final; durante situaciones de desastres naturales el almacenamiento ineficiente resulta en impactos negativos para la salud pública, por lo general, atrae insectos y vectores para la diseminación de enfermedades; además dificulta la recolección efectiva.

4.1.1.2. Recolección y transporte

Durante situaciones de desastres naturales el transporte de los desechos hacia lugares donde se concentran para su disposición final, es un importante componente de su gestión; la recolección de desechos en las zonas afectadas debe restablecerse lo antes posible.

4.1.1.3. Tratamiento

Es difícil asegurar que existe un proceso de tratamiento de desechos único y adecuado para utilizarse en cualquier circunstancia, pues el proceso varía según las condiciones físicas, naturales, económicas y sociales que presente cada municipio; en Guatemala los sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos más utilizados son: la disposición libre o incontrolada, la disposición controlada o relleno sanitario y la quema.

Durante desastres naturales se recomienda un tratamiento de acuerdo al tipo de desecho, pudiéndose mencionar:

- Desechos orgánicos: es recomendable enterrar o quemar los desechos sólidos orgánicos, evitando su acumulación a cielo abierto. Los cadáveres de animales que esperan ser enterrados deben ser rociados con queroseno como protección frente a los depredadores. El tratamiento a través de plantas de compost, es el idóneo, ya que los residuos se convierten en abono de alta importancia para la fertilización de suelos erosionables o para cultivos.
- Desechos inorgánicos: con un manejo adecuado, son susceptibles a reciclaje o reutilización.
- Desechos peligrosos: todos estos desechos deben recolectarse y depositarse por separado en un sitio especialmente destinado para ese fin, sin mezclarlos con los demás desechos sólidos.

4.1.1.4. Disposición final

Durante la ocurrencia de un desastre natural, si el sitio para la disposición de los desechos sólidos domésticos es suficientemente seguro desde el punto de vista ambiental, tiene capacidad adicional adecuada y no se encuentra afectado por el desastre ocurrido en la región se puede seguir utilizando durante la crisis; es esencial la participación de los vecinos. Si es el caso de un sitio temporal para la disposición final, deben desarrollarse planes de cierre y post-cierre.

4.1.2. Manejo desechos construcción y demolición

En Guatemala a menudo durante la ocurrencia de desastres naturales se generan desechos de construcción y demolición, los que constituyen un problema (volumen y los costos de transportarlos).

4.1.2.1. Almacenamiento

Para retirar los escombros, recoger los desechos sólidos y operar los sitios de eliminación, será necesario disponer de equipo pesado. Los acuerdos previos establecidos con los propietarios de estos equipos pueden facilitar su uso después de un desastre.

4.1.2.2. Recolección y transporte

Las carencias y deficiencias en infraestructura y equipo son un denominador común de acuerdo a la encuesta, casi sin excepción, las municipalidades cuentan con pocos vehículos destinados al transporte de los desechos sólidos, en la mayoría de los casos, sirven simultáneamente para otros usos de las municipalidades

4.1.2.3. Tratamiento

Respecto a los recursos humanos capacitados, no existe todo el personal que pueda hacerse cargo de los sistemas de manejo de residuos de la construcción a nivel operativo, administrativo y profesional en las instituciones.

Los convenios para devolver los materiales de construcción no utilizados, la recuperación de todos los materiales reutilizables y reciclables y la separación de estos en el sitio en que se encuentren para facilitar su reutilización son las prácticas más convenientes para la protección del medio ambiente.

4.1.2.4. Disposición final

Durante la ocurrencia de desastres naturales, los escombros y desechos de construcción y demolición no contaminados, no deben depositarse junto con los desechos sólidos municipales puesto que reducirán en gran medida la vida útil de estos sitios. La elección de estos nuevos lugares debe hacerse con el máximo cuidado, pues tan pronto como comienzan a depositarse los desechos en una zona, esta suele convertirse en un lugar de vertido permanente.

Para realizar la encuesta se seleccionaron los municipios de acuerdo a las condiciones de ubicación, accesibilidad y facilidad para su realización, fueron los siguientes:

- Guatemala, departamento Guatemala
- Mazatenango, departamento Suchitepéquez
- Pachalum, departamento Quiché
- San Juan Sacatepéquez, departamento Guatemala
- San Pedro Sacatepéquez, departamento Guatemala
- Santa Bárbara Huehuetenango, departamento Huehuetenango

Para realizar esta actividad se elaboró un cuestionario el que incluía preguntas abiertas y cerradas; la información obtenida permitió identificar problemas por baja prioridad otorgada al manejo de desechos, desconocimiento

técnico de los administradores del servicio y de la población en general, baja cobertura del servicio municipal y privado.

A continuación se presentan las secciones en las que se dividió el cuestionario utilizado para la encuesta realizada en las municipalidades así como el análisis de resultados de las principales preguntas:

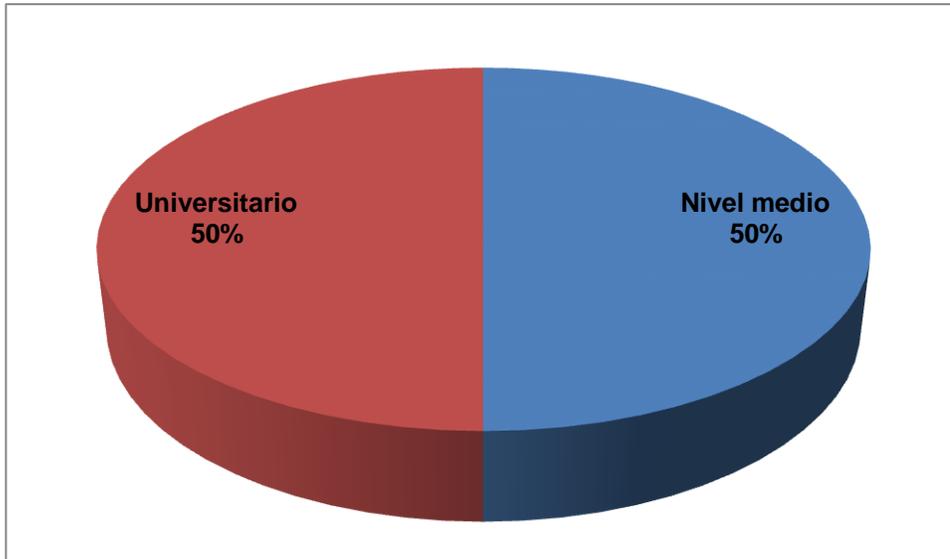
- Generales entrevistado

Tabla XVIII. **Resumen de resultados de ítem 1.iii.**

	Ítem: estudios realizados		
	Primaria	Nivel medio	Universitario
Resultados	-	50 %	50 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: estudios realizados por
entrevistados



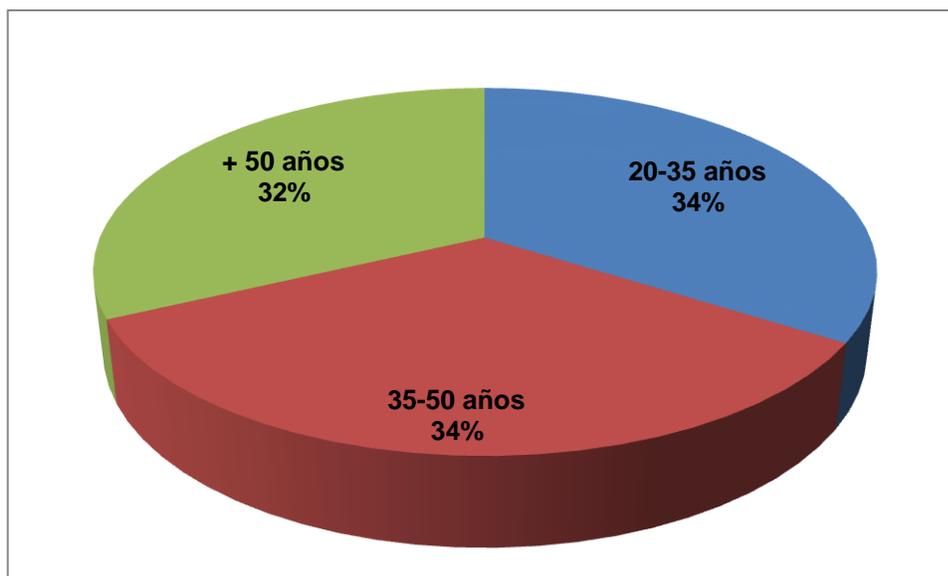
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Resumen de resultados**
de ítem 1.iv.

	Ítem: edad entrevistado		
	20-35 años	35-50 años	+ 50 años
Resultados	34 %	34 %	32 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: edad del entrevistado



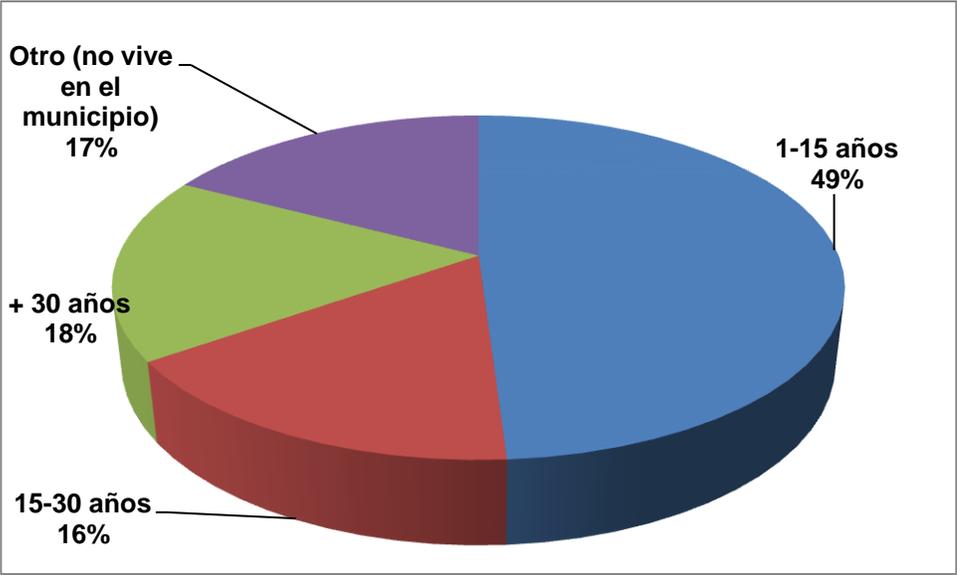
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Resumen de resultados**
de ítem 1.v.

Ítem: tiempo de vivir en el municipio					
	1-15 años	15-30 años	+ 30 años	Otro (no vive en el municipio)	Interpretación
Resultados	48 %	16 %	17 %	17 %	De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que la mayoría de los entrevistados viven en el municipio (83%), un 17% no.

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: tiempo de vivir en el municipio



Fuente: elaboración propia.

- Datos municipio
 - Generales

Tabla XXI. **Resumen de resultados de ítem 2.A.iii.**

		Tipo servicio/instalación							
		Hospital o centro de salud	Mercado	Rastro	Escuela o instituto	Relleno sanitario	Basurero controlado	Basureros no autorizados	Sistema de tratamiento de aguas residuales
Municipio encuestado	Guatemala	X	X	X	X	X			X
	Mazatenango	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pachalum	X	X	X	X		X		
	San Juan Sacatepéquez	X	X		X			X	X
	San Pedro Sacatepéquez	X	X		X		X	X	X
	Santa Bárbara Huehuetenango	X	X		X			X	

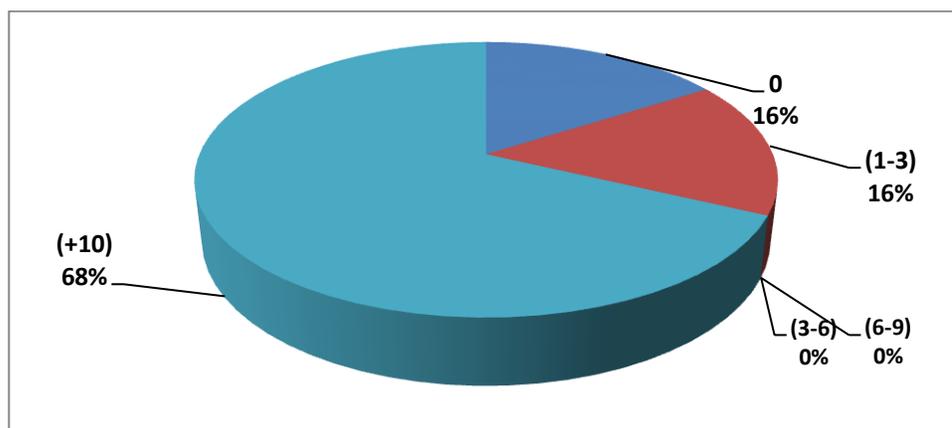
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Resumen de resultados de ítem 2.A.iv.**

Ítem: señale el número de industrias que operan en el municipio						
Municipio encuestado	0	1-3	3-6	6-9	+ 10	Interpretación
Guatemala					X	De acuerdo a los resultados obtenidos, en la mayoría de los municipios funcionan industrias (83%), solamente en uno no (17%).
Mazatenango					X	
Pachalum	X					
San Juan Sacatepéquez					X	
San Pedro Sacatepéquez					X	
Santa Bárbara Huehuetenango		X				

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: número de industrias que operan en el municipio



Fuente: elaboración propia.

- Desastres naturales
 - Saneamiento

Tabla XXIII. **Resumen de resultados de ítem 2.B.i.**

Ítem: tipos de desastres naturales afectan al municipio de manera recurrente					
Municipio encuestado	Tipo desastre				Interpretación
	Sismos	Inundaciones	Deslizamientos	Erupciones	
Guatemala	X				De acuerdo a los resultados obtenidos, los sismos son el tipo de desastres que con mayor frecuencia se presentan, seguidos por los deslizamientos, inundaciones y erupciones respectivamente.
Mazatenango	X	X			
Pachalum			X		
San Juan Sacatepéquez	X	X	X		
San Pedro Sacatepéquez	X		X		
Santa Bárbara Huehuetenango	X			X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Resumen de resultados de ítem 2.B.ii.**

¿Existe alguna organización local que se implemente al momento de que ocurra algún desastre natural en el municipio?			
	Si	No	Interpretación
Resultados	100 %	-	De acuerdo a los resultados obtenidos, en todos los municipios cuentan con algún tipo de organización al momento de ocurrir un desastre natural.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Resumen de resultados de ítem 2.B.iv. e ítem 2.B.v.**

Ítem: último desastre natural ocurrido, cantidad de personas afectadas y si cuentan con servicio de extracción de basura domiciliar								
Municipio encuestado	Tipo desastre	Cantidad de personas afectadas				Servicio de extracción de basura		Interpretación
		<100	<1000	< 5000	+ 5000	Si	No	
Guatemala	Tornado agosto 2012		X			X		De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa lo siguiente: ● Todos los municipios han sufrido algún desastre, lo que evidencia la vulnerabilidad de Guatemala en este tema. ● El número de personas afectadas es variable. ● El 84% de los municipios cuenta con servicio de extracción de basura, el 16% restante no.
Mazatenango	● Tormenta tropical Agatha 2010 ● Terremoto noviembre 2012		X			X		
Pachalum	● Deslizamientos en Trapichitos y El Ciprés, octubre 2012 ● Terremoto noviembre 2012	X				X		
San Juan Sacatepéquez	Tormenta tropical Agatha 2010		X			X		
San Pedro Sacatepéquez	Terremoto noviembre 2012	X				X		
Santa Bárbara Huehuetenango	Terremoto noviembre 2012	X					X	

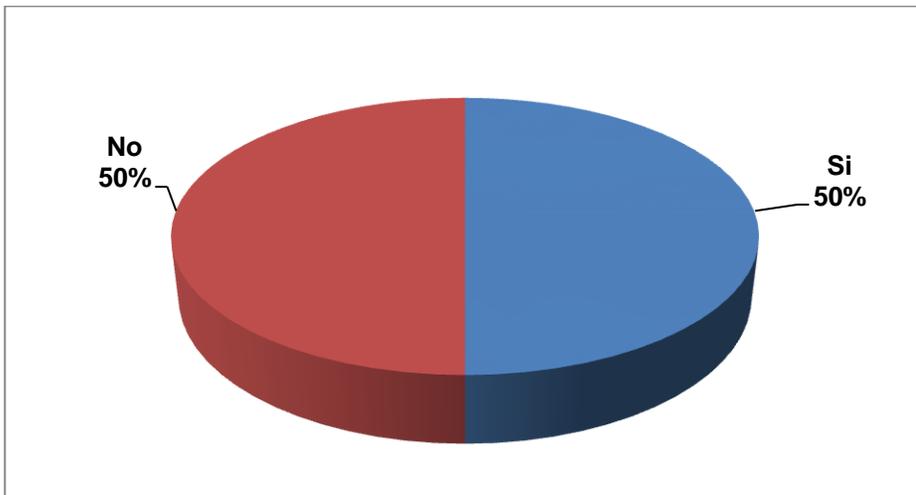
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Resumen de resultados**
de ítem 3.i. e ítem 3.ii.

¿Existe información sobre el tipo, características y cantidad de desechos sólidos en el municipio, cuenta con servicio de barrido en calles y parques?					
Municipio	Existe información sobre el tipo, características y cantidad de DS en el municipio		Cuenta con servicio de barrido en calles y parques		Interpretación
	Si	No	Si	No	
Guatemala	X		X		De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • En el 50% de los municipios conocen el tipo, características y cantidad de DS. • En todos los municipios cuentan con servicio de barrido en calles y parques.
Mazatenango		X	X		
Pachalum	X		X		
San Juan Sacatepéquez	X		X		
San Pedro Sacatepéquez		X	X		
Santa Bárbara Huehuetenango		X	X		

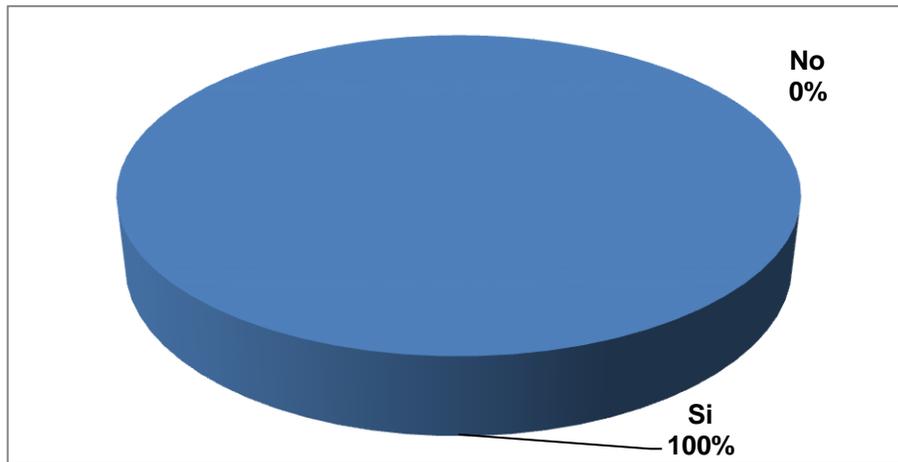
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: **¿Existe información sobre el tipo, características y cantidad de DS en el municipio?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: ¿Cuenta con servicio de barrido en
calles y parques?



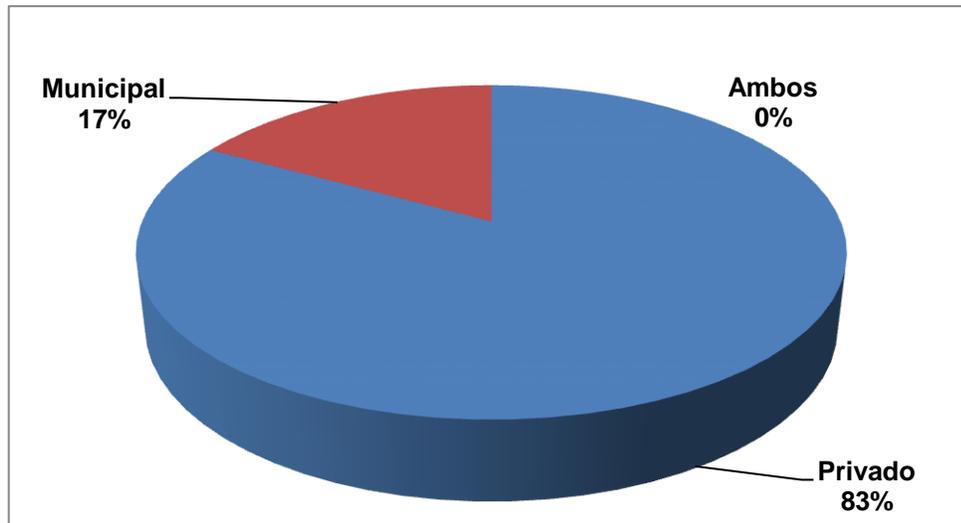
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Resumen de resultados de ítem 3.iii. e ítem 3.iv.**

¿Tipo de servicio de extracción domiciliar de basura existente y si cuenta con servicio privado de extracción domiciliar de basura cobertura del mismo?								
Municipio	Tipo de servicio de extracción domiciliar de basura existente en el municipio			Cobertura servicio privado de extracción domiciliar de basura				Interpretación
	Privado	Municipal	Ambos	< 20%	< 50%	< 75%	< 100%	
Guatemala	X						X	<p>De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el 84% de los municipios cuentan con servicio de extracción domiciliar de basura privado, el 16% restante no. • La cobertura del servicio privado de extracción de basura es variable en cada municipio.
Mazatenango	X						X	
Pachalum	X					X		
San Juan Sacatepéquez	X			X				
San Pedro Sacatepéquez	X				X			
Santa Bárbara Huehuetenango		X		X				

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: tipo de servicio de extracción
domiciliar de basura existente



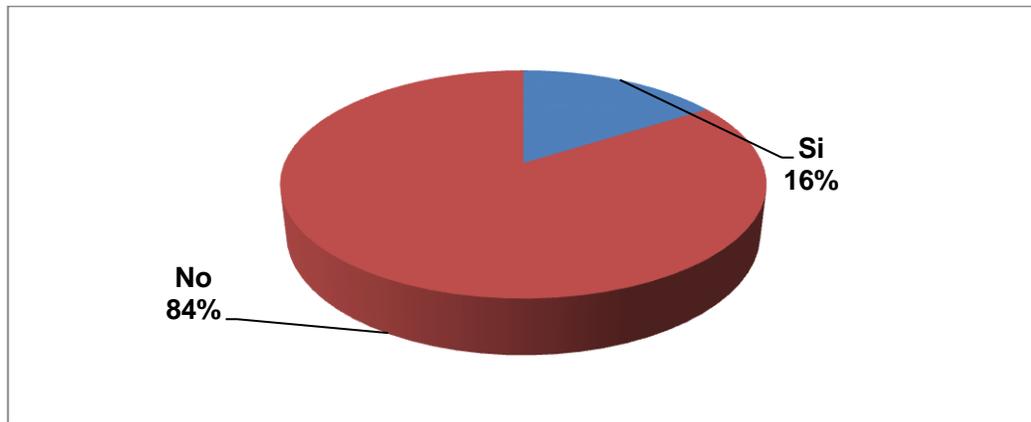
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Resumen de resultados de ítem 3.v., ítem 3.vi. e ítem 3.vii.**

Municipio	Reciben algún tipo de apoyo de las instituciones relacionadas con la gestión de DS		Cuentan con algún método y/o instalación para la clasificación, reciclamiento o reutilización de los DS		Métodos normales de disposición final de los DS en el municipio				
	Si	No	Si	No	Relleno sanitario	Basurero controlado	Basurero no controlado	Quema	Otro
Guatemala		X		X	X				
Mazatenango		X		X	X				
Pachalum	X			X		X	X		
San Juan Sacatepéquez		X		X			X	X	
San Pedro Sacatepéquez	X			X		X	X	X	
Santa Bárbara Huehuetenango		X	X				X		

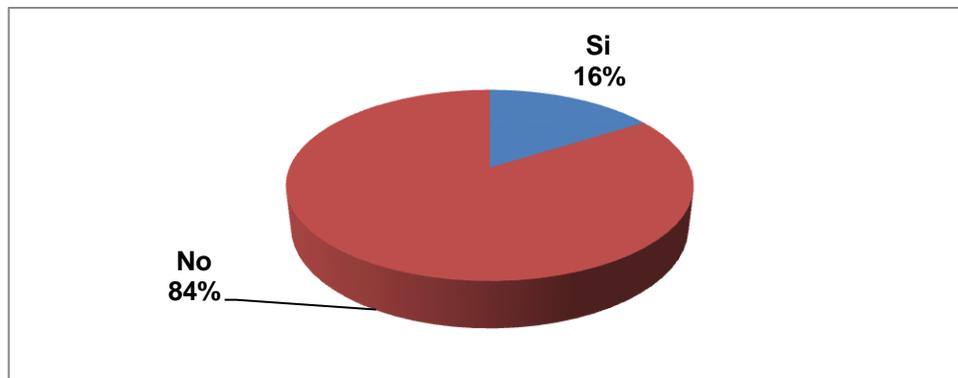
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: **¿Reciben algún tipo de apoyo de las instituciones relacionadas con la gestión de DS en el municipio?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: **¿Cuentan con algún método y/o instalación para la clasificación, reciclamiento o reutilización de los DS?**



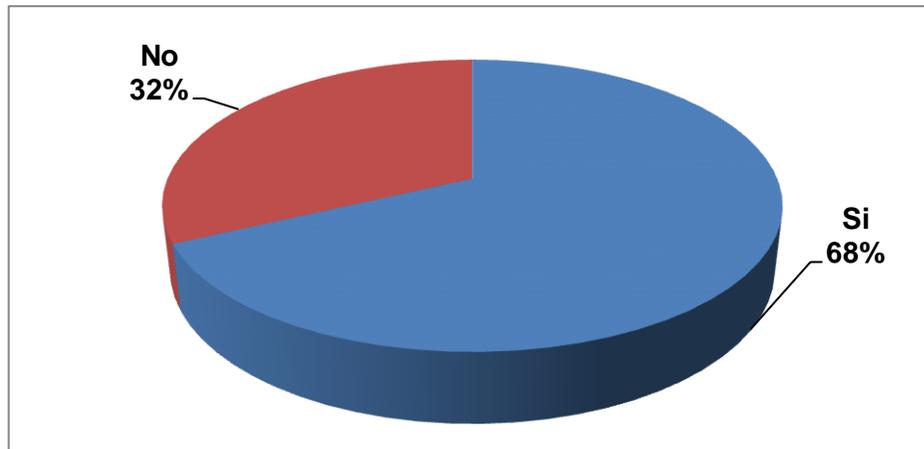
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Resumen de resultados**
de ítem 3.ix., ítem 3.x. e ítem 3.xi

¿Conoce si en el municipio se generan desechos sólidos peligrosos, los DS de construcción reciben manejo y disposición final particulares, señale el impacto que produjo el último desastre natural ocurrido en el municipio sobre el manejo de DS?								
Municipio	Conoce si se generan DS peligrosos		Los DS de construcción reciben manejo y disposición final particulares		Impacto que produjo el último desastre natural ocurrido en el municipio sobre el manejo de DS			Interpretación
	Si	No	Si	No	Grave	Regular	Poco	
Guatemala	X		X		X			De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa lo siguiente: • El 68 % conoce si en el municipio se generan DS peligrosos, el 32% no. • El 32 % de los municipios le dan manejo especial a los DS construcción, el 68 % restante no.
Mazatenango		X		X		X		
Pachalum	X		X				X	
San Juan Sacatepéquez	X			X	X			
San Pedro Sacatepéquez	X			X		X		
Santa Bárbara Huehuetenango		X		X			X	

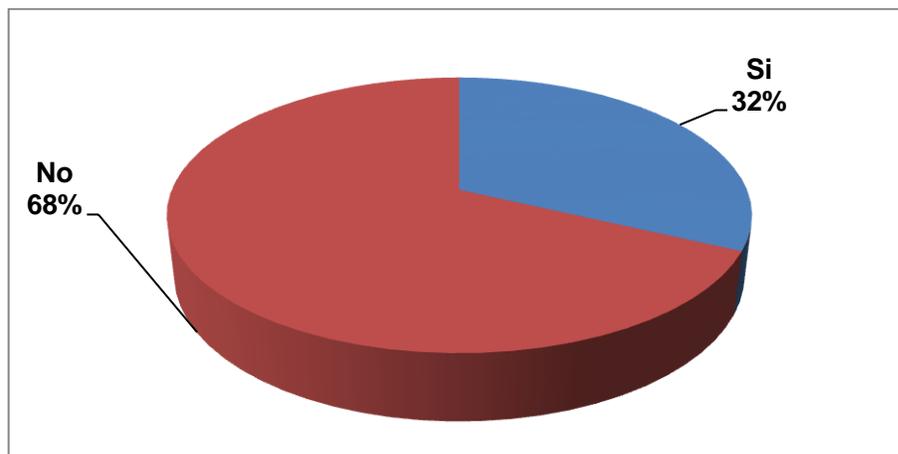
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: ¿Conoce si se generan desechos sólidos peligrosos?



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: ¿Los DS de construcción reciben manejo y disposición final particulares?



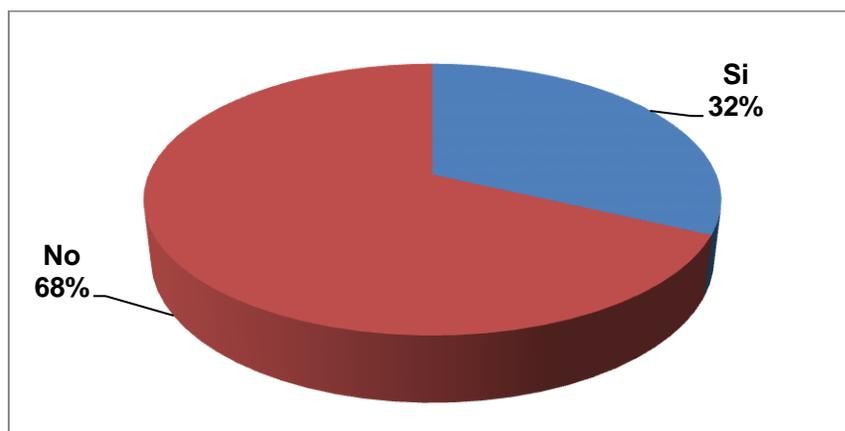
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Resumen de resultados de ítem 3.xiii.**

¿Cuenta la municipalidad con algún plan de emergencia para la gestión de desechos sólidos durante la ocurrencia de desastres naturales?			
Municipio	Si	No	Interpretación
Guatemala	X		De acuerdo a los resultados obtenidos, únicamente los municipios de Guatemala y San Pedro Sacatepéquez cuentan con algún plan de emergencia durante la ocurrencia de desastres naturales.
Mazatenango		X	
Pachalum		X	
San Juan Sacatepéquez		X	
San Pedro Sacatepéquez	X		
Santa Bárbara Huehuetenango		X	

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Análisis de resultados en encuestas**
Ítem: ¿Cuenta la municipalidad con algún plan de emergencia para la gestión de desechos sólidos durante la ocurrencia de desastres naturales?



Fuente: elaboración propia.

4.2. Impacto ambiental manejo desechos sólidos

La falta de un manejo adecuado de los residuos sólidos provoca contaminación, derivando de ella el deterioro y degradación del ambiente y la limitación del uso posible de los recursos naturales existentes. Durante la ocurrencia de desastres naturales, para un manejo integrado de desechos sólidos que no perjudique el medio ambiente, los programas deben procurar:

- Minimizar la cantidad de desechos que debe depositarse en los rellenos sanitarios mediante la eliminación, recuperación, reutilización, reciclaje, reprocesamiento, elaboración de compost y otros métodos similares.
- Manejar por separado y de manera adecuada los desechos no peligrosos

y los especiales.

- Recolectar y transportar todos los desechos de manera efectiva y eficiente.

Uno de los instrumentos que busca establecer esta relación entre desarrollo y ambiente es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que representa una vía para facilitar la toma de decisión informada, al permitir el análisis previo a la ejecución de este tipo de proyectos, indicando sus posibles consecuencias.

4.2.1. Definición impacto ambiental

“Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”.⁸

4.2.2. Tipos de impactos generados

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo a su origen, de acuerdo a sus atributos.

- Cuando se producen grandes movimientos de población, espontáneos u organizados, se crea una necesidad urgente de proporcionar asistencia humanitaria.
- Debido a la destrucción de las viviendas, los terremotos pueden provocar

⁸<http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>. Consulta: septiembre de 2012.

numerosas defunciones y lesiones, lo que se relaciona con el tipo de vivienda.

- Las erupciones volcánicas afectan a la población y a la infraestructura de muchas formas. Las cenizas que se acumulan son un serio problema durante estos eventos, la contaminación ambiental con cenizas volcánicas altera las condiciones de salud ambientales, y ese efecto se complica cuando se debe evacuar a la población y alojarla en albergues.
- Durante las inundaciones se pueden producir brotes de enfermedades transmisibles como consecuencia de la interrupción de los servicios básicos de salud pública y el deterioro general de las condiciones de vida.
- La deforestación intensa, la erosión del suelo y la construcción de asentamientos humanos en zonas propensas a experimentar deslizamientos de tierra provocaron varios episodios catastróficos en los últimos años, tanto en zonas urbanas como en rurales. Cuando existen estructuras para el manejo de desechos sólidos en el camino del deslizamiento, estas quedaron gravemente dañadas o destruidas.

4.2.3. Aspectos de interés manejo desechos sólidos

La importancia del sector de los desechos sólidos radica en las repercusiones que su manejo tiene sobre la salud pública, las actividades relacionadas con su manejo pueden:

- Incrementar el contagio de enfermedades o amenazar de alguna otra

forma la salud pública.

- Contaminar las aguas freáticas y superficiales.
- Contribuir al efecto de invernadero.
- Dañar los ecosistemas acuáticos.
- Dañar otros valiosos y delicados ecosistemas.
- Crear contaminadores del aire.
- Causar inundaciones.
- Ocasionar lesiones a personas y propiedades.

La ausencia de programas de capacitación y formación para líderes comunales, programas de concientización y modelos educativos que contemplen la variable en estudio, no garantiza una participación social efectiva, ni ésta puede ser canalizada a través de una coordinación concertada entre la alcaldía y las diferentes organizaciones existentes.

Se deben identificar y estudiar el contenido de los programas educativos (formales e informales) y formular propuestas y lineamientos de coordinación interinstitucional para el fortalecimiento de procesos educativos a nivel comunitario.

4.2.3.1. ¿Cuáles son las actividades adversas significativas causadas por el proyecto?

Los desastres naturales ocurren con frecuencia en el país, Guatemala es afectada en forma recurrente por una variedad de fenómenos que se traducen en amenazas, debido a su ubicación geográfica en el istmo centroamericano y la marcada influencia de tres placas tectónicas que tienen su punto de encuentro en el territorio nacional y que al interactuar entre sí, han dado origen a la abrupta topografía, así como al permanente reacomodo de la corteza terrestre.

Debido a estas condiciones se identifica la importancia del sector de residuos sólidos que radica en las repercusiones que su manejo tiene sobre la salud pública; debido a esto los impactos ambientales adversos asociados con el manejo de los desechos sólidos durante estos eventos son el resultado de su recolección incompleta o inadecuada de los lugares donde se generan y de las calles, o de la ubicación, diseño, operación o mantenimiento inadecuados de los botaderos o rellenos sanitarios.

La ingeniería civil aporta elementos para ayudar a las diferentes instituciones que intervienen en caso de ocurrencia de estos eventos; debe considerarse que en nuestro país se tienen distintos tipos de riesgos de desastres como sismos, ciclones y huracanes en las costas; en otras regiones inundaciones por desbordamientos de ríos y deslaves; erupciones de volcanes e incendios forestales, así como incendios industriales en zonas de combustibles y productos químicos.

Tabla XXXI. **Impactos ambientales manejo desechos sólidos en vertedero a cielo abierto o basurero clandestino**

Orden	Causa	Efectos
1	Producción de gases	Principalmente metano y anhídrido carbónico; gases productores de olores ofensivos.
2	Producción de humos y polvo	Producidos por incendios naturales o provocados
3	Presencia de materiales inertes en el agua	Incremento de la concentración de sedimentos, sólidos disueltos y suspendidos en aguas superficiales
4	Presencia de sustancias biodegradables en el agua	Todas aquellas sustancias que incrementen la demanda bioquímica oxígeno en los cuerpos de agua.
5	Presencia de tóxicos en el agua	Sustancias que pueden producir intoxicación a seres vivos que viven o utilicen el agua superficial o subterránea.
6	Recurso agua	Reducción o pérdida de acceso al recurso, pérdida de calidad y cantidad
7	Deterioro del patrimonio cultural o natural	Depreciación de sitios arqueológicos, históricos, paisajístico ecológicos.
8	Emanación de olores ofensivos	Cambios perceptibles en el aire por la presencia de sustancias volátiles
9	Vectores de enfermedades	Insectos, roedores transmisores de enfermedades.
10	Paisaje	Cambios en la percepción espacial de la relación entre las construcciones, vegetación y tratamiento de superficies en el entorno.
11	Usos del suelo	Modificación de los usos del suelo por la presencia de basureros clandestinos.

Continuación de la tabla XXXI.

11	Usos del suelo	Modificación de los usos del suelo por la presencia de basureros clandestinos.
12	Valor de la tierra	Depreciación del valor de los terrenos por la presencia de basureros.
13	Arraigo	Alteración de las condiciones de comodidad y adaptabilidad al entorno por la presencia de basureros.
14	Seguridad	Alteración de la tranquilidad del vecindario por la presencia de <i>guajeros</i> en el basurero.

Fuente: *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala*. p. 22.

El manejo de residuos sólidos en situaciones de desastre se complica ya que las autoridades a cargo tienen que enfrentar no solamente a los residuos comunes y desperdicios, sino también elementos nuevos como escombros, restos de demolición, plantas y árboles, cadáveres y animales muertos. Aunque no se han realizado estudios respecto a la generación de residuos sólidos de tipo doméstico en situaciones de desastre, se prevé una gran variabilidad de acuerdo a la localidad, rapidez de la respuesta, usos y costumbres locales y de acuerdo al tipo de desastre natural.

Como indicador general se puede aproximar una generación de 2 a 4 metros cúbicos de residuos por día por cada 1 000 personas (WHO, 1991).

4.2.3.2. ¿Cuáles son las actividades que los originan?

La acelerada expansión de las poblaciones urbanas y el consiguiente desarrollo urbanístico no planificado hacen que el incremento de la generación de desechos sea mucho más rápido que la capacidad de recolectarlos y eliminarlos; durante la ocurrencia de desastres se ven alteradas las actividades normales del manejo de los desechos sólidos. Solo un pequeño porcentaje de estos se deposita en rellenos sanitarios; la mayoría se lleva a botaderos abiertos o a rellenos sanitarios, semicontrolados, no recubiertos sin protección de aguas freáticas, recuperación de lixiviados ni sistemas de tratamiento.

La deficiencia en el manejo de los residuos sólidos es producto de la serie de problemas que se presentan a continuación:

- No se reconoce como un sistema o sector al de residuos sólidos.
- Baja disponibilidad de recursos.
- Mínimos niveles de información y educación.
- Incapacidad de gestión y bajos niveles de cobertura.

Existe una muy estrecha relación entre el manejo deficiente de residuos sólidos y alrededor de 20 enfermedades humanas, principalmente aquellas que son transmitidas directamente o indirectamente por las moscas y vectores de otros tipos.

Tabla XXXII. **Tipos de impactos ambientales, manejo desechos sólidos en vertedero a cielo abierto o basurero clandestino**

Orden	Causa	Tipo impacto
1	Producción de gases	Negativo
2	Producción de humos y polvo	Negativo
3	Presencia de materiales inertes en el agua.	Negativo
4	Presencia de sustancias biodegradables en el agua.	Negativo
5	Presencia de tóxicos en el agua	Negativo
6	Recurso agua	Negativo
7	Deterioro del patrimonio cultural o natural.	Negativo
8	Emanación de olores ofensivos	Negativo
9	Vectores de enfermedades	Negativo
10	Paisaje	Negativo
11	Usos del suelo	Negativo
12	Valor de la tierra	Negativo
13	Arraigo	Negativo
14	Seguridad	Negativo

Fuente: *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala.* p. 24.

En los basureros, generalmente existe una gran variedad de insectos, aves de rapiña, roedores y animales domésticos (perros, gallinas, gatos, cerdos y otros) que han hecho de este sitio su hábitat y, a su vez, se convierten en vectores de enfermedades transmisibles.

Los gases provenientes de la quema de desechos sólidos pueden causar algunas enfermedades respiratorias, por otro lado, los residuos sólidos mal manejados contribuyen a la proliferación de cucarachas, moscas y otros insectos; en el período inmediatamente posterior a un desastre natural, resulta casi imposible controlar satisfactoriamente moscas y roedores.

La contaminación del agua (subterránea y superficial) es otro resultado del manejo inadecuado de los residuos sólidos. En conclusión la basura acumulada representa el principal impacto ambiental porque se acumula en los basureros clandestinos casi siempre dentro del área urbana, en predios baldíos, cauces de ríos, puentes, vía pública, entre otras; donde el impacto visual, el mal olor, proliferación de vectores de enfermedades y marginalidad social se da en toda su intensidad.

Las instalaciones residenciales, comerciales e industriales generan desechos comunes (residuos de alimentos y plantas, papel, plástico, vidrio y metales), desechos especiales (desechos domésticos peligrosos, desechos de los centros de atención médica, aceite y fluidos de motor usados, baterías de ácido de plomo, desechos industriales y desechos provenientes de los mataderos) así como escombros de trabajos de construcción y demolición; la composición de los residuos de construcción y demolición varía sustancialmente, especialmente durante y después de un desastre natural.

Tabla XXXIII. **Guatemala: población afectada, por la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Agatha, mayo-septiembre de 2010**

Población	Total
Afectada	559 923
Evacuada	207 845
Albergada	142 775
Desaparecidos	42
Heridos	223
Fallecidos	235
Tasa de impacto (%) (con respecto a población total)	3,9

Fuente: *Guatemala: evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales, y estimación de necesidades a causa de la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Agatha, mayo-septiembre de 2010.* p. 15.

Durante el 2010 Guatemala se vio afectada por diferentes desastres naturales, entre los que destacaron la tormenta Ágatha y la erupción del volcán de Pacaya, sobre los que se presentan los siguientes datos:

- Una cifra importante la constituyó la remoción de arenas volcánicas en la ciudad de Guatemala, donde se estimó que el volumen manejado alcanza los 12 000 000 de metros cúbicos, los que a un costo de 30,00 quetzales por metro cúbico removido (que incluye costo por uso de maquinaria, combustible, personal y transporte), según reporte municipal, da una cifra de pérdidas de aproximadamente 360 millones de quetzales.

Un porcentaje significativo de estos 12 000 000 de metros cúbicos de arena incluye viviendas, comercios, industria ente otros. La remoción de arena se hizo por cuenta de los entes afectados, lo que reduce el costo público.

- Otro aspecto significativo lo constituyó la remoción de los acopios de basura en la zona del lago Amatitlán, cuyo costo se ha estimado en 1,5 millones de quetzales, derivados de la acumulación de cerca de 50 000 metros cúbicos de desechos y residuos sólidos.

El análisis sectorial realizado permitió identificar la falta de atención hacia el manejo de los desechos sólidos por parte de las autoridades gubernamentales y municipales; uno de los principales problemas en los municipios visitados es el nivel de compromiso y educación ambiental de los habitantes. Aunque eventualmente, se realizan algunas actividades de educación no formal; éstas son aisladas y no existe representatividad de la población en dicha modalidad; además:

- La producción institucional de materiales didácticos para el manejo de residuos es mínima.
- La ausencia en la producción, adecuación y divulgación de materiales que reflejen la cultura del país es evidente.
- La ausencia de una tecnología educativa a nivel gráfico que muestre y concientice a la población sobre el manejo de los desechos sólidos tampoco permite su mejor formación.

4.2.3.3. ¿Qué alternativas tecnológicas y de localización existen?

La importancia del sector de residuos sólidos radica en las repercusiones que su manejo tiene sobre la salud pública, en Guatemala no se le identifica como un sector propiamente dicho: está considerado como un componente más del sector salud. Las instituciones que realizan actividades de saneamiento ambiental consideran que es importante la implementación de acciones educativas y de participación en la comunidad para dar un adecuado manejo a los desechos sólidos.

La ingeniería civil participa de forma primordial para que las obras de infraestructura cuenten con la máxima seguridad y así prevenir el riesgo de desastres; verificando que se cumpla con los lineamientos establecidos en su normatividad de cálculo, especificaciones técnicas de construcción y control de calidad.

Debido a que la mayoría de municipios no cuentan con un sistema adecuado de manejo de desechos sólidos debido a la ocurrencia de un desastre natural, muchas de las municipalidades no tienen capacidad económica para establecer el sistema de manejo de sus residuos sólidos. La tendencia generalizada de los municipios del país es no cobrar por los servicios relacionados con el manejo de residuos sólidos, en consecuencia, éstos no generan recursos para cubrir los gastos involucrados en su manejo.

Las autoridades deben disponer de un presupuesto para las actividades de preparación y respuesta a los desastres, deben adoptarse mecanismos que permitan la rápida movilización de los recursos después del desastre, en lugar

de recurrir a los procedimientos administrativos normales que suelen ser excesivamente burocráticos y lentos.

Cuando se produce un desastre, los medios de comunicación desempeñan un papel importante pues suministran información crítica a la audiencia nacional e internacional. También tienen un importante papel en educar a la comunidad sobre medidas sencillas pero esenciales que se pueden adoptar para reducir los efectos de los desastres.

Al no contarse con centros de información sobre el tema a disposición de las municipalidades del interior, ni programas nacionales establecidos para atender al manejo de DS desde el punto de vista técnico, administrativo y financiero, la accesibilidad a las tecnologías, al equipamiento y a la información se hace poco menos que imposible para esas municipalidades.

El desconocimiento de las autoridades municipales, sus intereses políticos y otras situaciones más, pueden desembocar fácilmente en malas escogencias en estos renglones y aún dirigir las soluciones tecnológicas del conjunto hacia derroteros poco aceptables para el adecuado manejo de los desechos sólidos.

De acuerdo a la información recopilada y los resultados de la encuesta se observa lo siguiente:

- En algunos municipios no conocen el detalle y estado, de la maquinaria y las herramientas y equipos existentes, para el manejo y disposición de residuos sólidos.

- En cinco de los municipios existen basureros no autorizados (Mazatenango, Pachalum, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Santa Bárbara Huehuetenango).
- En tres de los municipios existen basureros controlados (Mazatenango, San Juan Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez).
- En dos de los municipios existen rellenos sanitarios (Guatemala y Mazatenango).
- En los municipios donde anualmente ocurren inundaciones, los proyectos relacionados con el manejo de desechos sólidos se diseñan y ubican teniendo en cuenta este factor. El tipo y la velocidad de gestación de un desastre natural es una variable importante ya que condiciona el período de alerta.
- En la mayoría de los municipios encuestados, el equipo mínimo para el manejo y disposición final de desechos consiste en:
 - Equipos y herramientas: ganchos para recolectar residuos, escobas, palas, rastrillos, pilones de apisonar, barras, carretilla de mano.
 - Contenedores de diferentes capacidades.
 - Cargadores frontales de diferentes capacidades.
 - Camiones volquetes de diferentes capacidades.

- Compactadoras.

A continuación se presentan diferentes alternativas de equipo, tecnología o procesos que se pueden aplicar durante la ocurrencia de desastres naturales en el manejo de los desechos sólidos.

Tabla XXXIV. **Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos domésticos, durante situaciones de desastres naturales**

Tipo residuo	Equipo y/o tecnología			
	Generación	Almacenamiento o acondicionamiento	Recolección y transporte	Disposición final
Residuos sólidos domésticos	<ul style="list-style-type: none"> • Debe evitarse la distribución de productos que generen grandes cantidades de desechos (embalaje o preparación) • En tanto no existan riesgos para la salud, impulsar el reciclaje de los residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar recipientes impermeables y con tapa hermética (plásticos o metálicos). • Orientar a la población para utilizar bolsas plásticas o de papel. • Otros (alternativas limpias y siempre tapadas). • Para el caso de albergues y campamentos, se podrán utilizar contenedores de almacenamiento intermedio (1 a 12 m³). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe determinar la cantidad y el tamaño de los vehículos recolectores. • De preferencia utilizar al personal más familiarizado con los servicios de manejo de residuos sólidos. • De acuerdo a las condiciones locales y tipo de evento, puede utilizarse todo tipo de camiones (preferible el uso de camiones volquete). • En poblaciones pequeñas, albergues y campamentos, con carretas o vehículos similares de 1m³ de capacidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar el reciclaje de los residuos sólidos que lo permitan. • Terreno para compostaje (abono orgánico). • El uso de tecnología sofisticada para el tratamiento de los residuos, requiere contar con las facilidades necesarias y el personal capacitado para su operación.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (generados en establecimientos de salud), durante situaciones de desastres naturales**

Tipo residuo	Equipo y/o tecnología				
	Generación	Almacenamiento o acondicionamiento	Recolección y transporte	Aprovechamiento	Disposición final
Residuos sólidos peligrosos	Generados en establecimientos de salud	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda que todos los residuos generados en esta etapa de la atención y en los primeros auxilios, sin excepción, sean almacenados en recipientes debidamente identificados como "residuos biocontaminados", de preferencia en bolsas de color rojo. Se evitará el contacto directo con estos residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> El manejo de los residuos sólidos será similar al que se realiza en condiciones normales. 	<ul style="list-style-type: none"> El tratamiento de estos residuos aún no es un procedimiento común en Guatemala, debido a los costos de operación de los sistemas y a las dificultades técnicas. Los residuos domésticos, incluidos los biocontaminados ya tratados, serán entregados al servicio normal de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> Los residuos biocontaminados tratados serán eliminados como residuos domésticos. De preferencia los residuos punzocortantes serán desinfectados. Los residuos químicos que hayan podido segregarse serán dispuestos en el relleno sanitario en un área especial de seguridad (celdas de seguridad). Existen distintas opciones para la disposición final de estos residuos, en caso de no contarse con celdas de seguridad en rellenos sanitarios o si estas son inaccesibles.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (generados en establecimientos de salud), durante situaciones de desastres naturales**

Tipo residuo	Equipo y/o tecnología				
	Generación	Almacenamiento o acondicionamiento	Recolección y transporte	Aprovechamiento	Disposición final
Residuos sólidos peligrosos	Medicamentos	<ul style="list-style-type: none"> El manejo adecuado de las donaciones es importante. 	<ul style="list-style-type: none"> Su manejo y eliminación deben realizarse con estricta fiscalización, para evitar un mal uso de los mismos. 		<ul style="list-style-type: none"> Es recomendable la incineración directa o la disposición en celdas de seguridad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para residuos sólidos peligrosos (provenientes de actividades productivas), durante situaciones de desastres naturales**

Tipo residuo	Equipo y/o tecnología				
	Generación	Almacenamiento o acondicionamiento	Recolección y transporte	Aprovechamiento	Disposición final
Residuos sólidos peligrosos	Provenientes de actividades productivas	<ul style="list-style-type: none"> Contactar y convocar a personal especializado en el manejo de estos residuos. Su manejo y eliminación deben realizarse con estricta fiscalización, para evitar un mal uso de los mismos. 			<ul style="list-style-type: none"> Una alternativa para su adecuado manejo consiste en el confinamiento en la zona afectada, para lo cual pueden ser útiles el material inerte y los escombros producidos por el desastre.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Alternativas de equipo y/o tecnología de acuerdo a la fase en la gestión para escombros y restos de demolición, durante situaciones de desastres naturales**

Tipo residuo	Equipo y/o tecnología			
	Generación	Almacenamiento o acondicionamiento	Recolección y transporte	Disposición final
Escombros y restos de demolición	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar métodos de demolición rápidos y efectivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de escombreras, lugares técnicamente viables para disponer adecuadamente aquellos residuos que no se pueden aprovechar. • En el caso de residuos o escombros mezclados, se tratará de efectuar una separación de materiales antes de su disposición final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las acciones de recolección de escombros y de los restos de las demoliciones buscarán aprovechar los residuos o materiales valorizables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para la eliminación de estos residuos, utilizar áreas naturales de acuerdo con los criterios señalados anteriormente.

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.4. ¿Cuáles son las medidas de mitigación que se pueden implementar?

Es imposible evitar la mayoría de los desastres naturales, pero si es posible minimizar o mitigar sus efectos perjudiciales; en gran parte de los casos, el objetivo de las medidas de mitigación es reducir la vulnerabilidad del sistema. Con el propósito de cambiar la situación existente y teniendo como fundamento el análisis de la problemática ya expuesta, sólo pueden resolverse los impactos ambientales adversos del manejo de desechos sólidos mediante el desarrollo y la implementación de programas de manejo integrado de desechos que consideren en conjunto todos los tipos y todas las facetas del proceso de manejo de desechos y mediante un manejo coordinado.

Las medidas de mitigación son el conjunto de acciones y obras a implementarse para reducir, atenuar o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes.

Por ello un elemento fundamental, dentro del sistema propuesto, es el desarrollo de procesos claramente estructurados de educación y sensibilización hacia los productores de desechos que permitan que se opere un cambio de actitud.

Para alcanzar este sistema se requiere, evidentemente, de procesos de discusión y concertación entre la sociedad, el sector productivo y el gobierno, que en el mediano y largo plazo construyan el nuevo sistema de acuerdo a sus características sociales y económicas.

- Educación del público mediante el uso de los medios de comunicación de masas y la participación de los educadores en salud.
- Aspectos y beneficio social y de salud de la gestión de desastres con otros sectores, incluido el sector privado.
- Inclusión de temas relacionados con la salud en los programas de capacitación para la gestión de desastres de otros sectores (por ejemplo, planificación y relaciones exteriores).
- Coordinación con otras instituciones y sectores

Dentro de los temas que se pueden desarrollar durante estas actividades, se incluyen los siguientes:

- Tú en el entorno (relación de los individuos y las comunidades con el entorno donde vivimos).
- La basura que se compra y se tira (quienes generan la basura, productos de usar y tirar).
- ¿Cómo afecta la basura el entorno? (contaminación de agua, aire y suelo por la mala disposición de la basura).
- Lo que se puede hacer con los residuos.
- Alternativas para el manejo de residuos sólidos y el consumo responsable.

4.2.3.5. ¿Qué resultados se pueden obtener al implementar el proyecto?

En la situación actual, son pocas las instituciones que cuentan con personal capacitado en el área de desechos sólidos y aún en la iniciativa privada, es reducida la cantidad de expertos en el tema; es deseable que cada municipalidad y cada institución cuenten con personal capaz de manejar los sistemas de aseo urbano, incluyendo aspectos técnicos, administrativos, legales, financieros y de participación comunitaria.

El objetivo de la preparación para casos de desastres es garantizar que los sistemas, procedimientos y recursos estén preparados para proporcionar una asistencia rápida y efectiva a las víctimas y facilitar las medidas de socorro y el restablecimiento de los servicios. La preparación es una actividad

multisectorial permanente; forma parte integral del sistema nacional encargado de establecer los planes y programas para la gestión de desastres.

Es necesario que las municipalidades establezcan sistemas de información que permitan contar con datos confiables y actualizados sobre el tema de los desechos sólidos en cada población. Es recomendable establecer algunos indicadores que permitan contar con información y monitorear la situación sobre la generación, manejo y disposición final de los residuos.

El monitoreo tiene el propósito de establecer la tendencia en el manejo de los desechos sólidos, generar información para alimentar los indicadores propuestos por lo que debe contarse con una persona responsable de su realización, análisis y cálculo.

Es necesario que se proporcionen algunas recomendaciones acerca de la metodología a desarrollar para el manejo de desechos sólidos durante la ocurrencia de desastres naturales dirigidos a un uso técnico administrativo en las municipalidades; el énfasis está en los peligros asociados a terrenos inestables, inundaciones, el volcanismo, la sismicidad, huracanes, incendios y sequías. Se espera alcanzar los siguientes objetivos:

- Fortalecimiento del sistema municipal: en forma planificada, establezca el manejo de los desechos sólidos a nivel municipal y defina las líneas de acción de tipo legal, financiero y de formación de recurso humano en el marco nacional.

- Sistema financiero: su objetivo es crear, con las instituciones nacionales y externas, un sistema que dé soporte económico financiero a las municipalidades en el establecimiento de sus sistemas de aseo urbano aprovechando, además, los fondos propios de la municipalidad local.
- Participación de la iniciativa privada y la población: busca crear conciencia en la población para una participación activa, así como la aceptación del pago por el servicio. A la vez, busca involucrar a la iniciativa privada en la prestación del servicio de manera eficaz y eficiente desde el punto de vista empresarial.
- Capacitación del recurso humano: para asegurar el funcionamiento en el tiempo de los sistemas de manejo de residuos sólidos, es necesario formar recurso humano capaz de manejar aspectos técnicos, económicos, legales, administrativos y de comunicación social, en los niveles operativos, administrativos y profesionales.
- Se promoverá la participación de la iniciativa privada en la capacitación para que puedan prestar la asistencia técnica y servicios de consultoría a las municipalidades.

Tabla XXXIX. **Resumen tipos, características indicadores propuestos monitoreo manejo desechos sólidos**

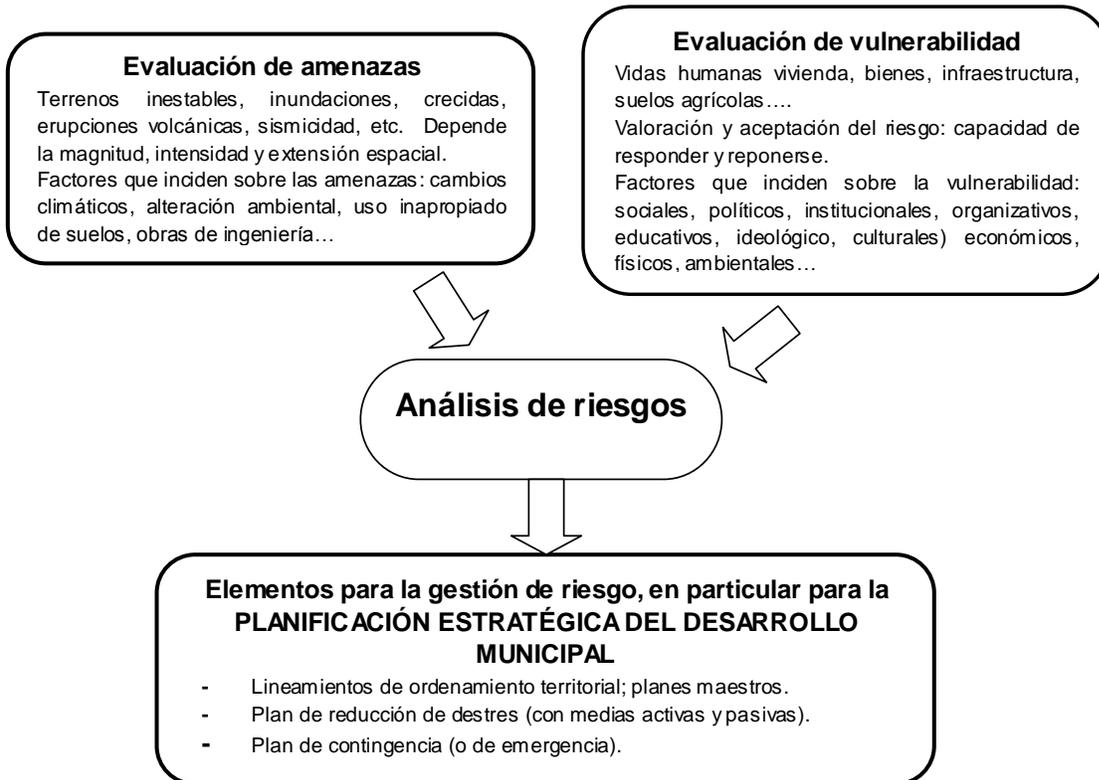
Tipo indicador	Nombre indicador	Características
Presión	<ul style="list-style-type: none"> • Generación <i>per cápita</i> de residuos sólidos por localidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es fundamental para la gestión de los DS, permite la cuantificación del problema a varios niveles. • Representa la cantidad de residuos que una persona genera al día. • Para evaluarlo se requieren insumos y personal capacitado. • Se determina en base a muestreos que involucran encuesta, pesaje de basura y cálculos. • Para que sea útil debe actualizarse regularmente (anual).
Estado	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura del servicio de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador básico, permite conocer el número de hogares con servicio de recolección de desechos en el municipio o población. • Su cálculo e interpretación son sencillos. • Para su funcionamiento se requieren insumos y personal capacitado. • Debe proporcionar información confiable a nivel municipal urbano. • Para que sea útil debe actualizarse regularmente (anual).
	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de la disposición sanitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un indicador necesario debido a los sistemas de disposición actual (vertederos a cielo abierto o vertederos no autorizados) • Se mide la cantidad de basura que ingresa al vertedero se divide entre la cantidad total generada. • Se requieren insumos y personal calificado. • Debe proporcionar información confiable a nivel municipal urbano. • Para que sea útil debe actualizarse regularmente (anual).
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersión y concentración de la disposición final de los DS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su importancia radica en que da una medida directa del problema causado por los desechos que no se recolectan. • Es fácil de medir e interpretar, es necesario realizar un inventario de basureros clandestinos y determinar su área y el área del vertedero municipal, luego dividir el total entre la superficie urbana. • Se requieren insumos y personal capacitado. • Es necesaria supervisión en la toma de medidas y que sean cubiertos todos los basureros clandestinos. • Debe proporcionar información confiable a nivel municipal urbano. • Para que sea útil debe actualizarse regularmente (anual).
Respuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación presupuestaria para el funcionamiento del servicio de aseo urbano en relación al presupuesto anual en la municipalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un indicador fundamental de repuesta, determina de manera directa la solución al problema de los DS. • Es necesario que se lleve una contabilidad por departamento lo que puede dificultar su implementación. • Se requiere la participación de la tesorería de la municipalidad. • Para que sea útil debe actualizarse regularmente (anual).

Fuente: elaboración propia.

La metodología de trabajo sugerida plantea el análisis a partir de tres pasos fundamentales que son:

- Evaluación de amenazas: se desarrolla a través de inventarios de fenómenos realizados de forma participativa con las municipalidades, los líderes comunales y la población; observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información científica disponible con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica, tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas.
- Evaluación de la vulnerabilidad: es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica.
- Evaluación del riesgo: un análisis de riesgo consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.

Figura 22. Estructura general de un análisis de riesgos



Fuente: *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales.* p. 7.

Al preparar los planes para el manejo de los desechos sólidos en situaciones de desastres, debe considerarse que una vez identificado un sitio de coexistencia de vulnerabilidad y amenazas y evaluado el riesgo asociado se pueden elaborar las correspondientes recomendaciones para la reducción de riesgos.

En particular, las evaluaciones de riesgo sirven como base para incorporar medidas de mitigación, lineamientos de uso del suelo y otras recomendaciones a los planes estratégicos de desarrollo a nivel nacional, municipal, de cuencas e

inclusive a nivel micro en el diseño de proyectos de construcción o infraestructura.

Tabla XL. **Tipos de análisis cuantitativos de amenazas**

RECURRENCIA Y VARIABILIDAD ESPACIAL DEL FENOMENO	TIPO DE ANÁLISIS
Impactan siempre en la misma área	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de frecuencia en función o no de la magnitud del fenómeno - Simulaciones a través de métodos probabilísticos o determinísticos
Impactan en áreas diferentes	<ul style="list-style-type: none"> - Espacial en función o no de la magnitud - Espacial y frecuencial en función o no de la magnitud - Simulación / Modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos
Impacta una vez solamente	<ul style="list-style-type: none"> - Simulación / Modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos

Fuente: *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales*. p. 8.

Como resultado de la evaluación de amenazas (o peligros) se generan dos tipos de mapas; los mapas topográficos a escala 1: 50000 son indispensables, porque son los únicos que cubren prácticamente todo; según las condiciones en cada municipio, los mapas factibles de realizar son:

- Mapas de inventario de fenómenos: señalan la existencia de fenómenos o procesos o zonas susceptibles de ser escenario un evento catastrófico. Deben delimitar lo más preciso posible los fenómenos naturales, incluyendo las zonas afectadas.

- Mapas indicativos de amenazas o peligros: indican el grado o nivel de peligro de los diferentes fenómenos naturales identificados así como su evolución a través del tiempo. Deben delimitar lo más preciso posible, de las zonas de amenaza alta, media y baja para los diferentes fenómenos evaluado, ubicar e indicar los sitios críticos y elementos expuestos.

El análisis de riesgos naturales tiene como objetivo brindar elementos para la realización de planes municipales de reducción de desastres, estos son documentos de uso administrativo a nivel municipal (urbano y rural), que están dirigidos a mitigar o evitar los efectos que puedan causar los eventos peligrosos identificados sobre la vida y la economía del municipio, se realizan tomando como base o referencia los estudios de evaluaciones de amenazas y sus mapas indicativos, así como las propuestas de zonificación territorial realizadas.

La degradación ambiental provocada por la actividad humana contribuye en gran medida a acelerar los fenómenos peligrosos e incrementar los riesgos, especialmente aquellos relacionados a la inestabilidad de terrenos, inundaciones y procesos torrenciales, ya que la deforestación, el manejo de las cuencas sin planificación, el uso intensivo del suelo, las prácticas agrícolas inadecuadas, la ocupación de las llanuras de inundación de los ríos entre otros, incrementan la intensidad y la probabilidad de los fenómenos, o la vulnerabilidad, según el caso.

En síntesis los resultados que se esperan obtener en base a la investigación realizada son:

- Conocer y resaltar la importancia del manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la república de Guatemala.

- Apoyar la participación y proyección de la Universidad de San Carlos de Guatemala en proponer soluciones a problemas nacionales.
- Identificar los campos de acción del ingeniero civil en el manejo y la gestión de los desechos sólidos.
- Identificar el tipo de residuo sólido generado de acuerdo al tipo de desastre natural que afecte en cada caso.
- Conocer las condiciones de algunas municipalidades del país, en lo referente al manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la república de Guatemala.
- El documento puede ser utilizado como referencia durante la planificación de las acciones necesarias para el manejo de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales.

4.3. Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales

Los desechos tienen diversas características físicas, químicas y biológicas, por esta razón deben de manejarse de manera adecuada durante situaciones de desastres naturales. Dentro de la propuesta se consideró la capacidad técnica y económica de cada municipalidad para atender las necesidades de recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos.

4.3.1. Alcance

La presente propuesta se basa en el contenido del marco teórico que se desarrolló con anterioridad en este documento. Deberá aplicarse de acuerdo a las condiciones y características de cada municipio.

4.3.2. Contenido

El aspecto ambiental del manejo de desechos sólidos lo constituyen todos los elementos de las actividades, productos y servicios relacionados. El contenido de la propuesta, está de acuerdo a lo presentado en el capítulo III: gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre, los resultados y análisis de la encuesta realizada.

4.3.3. Programación e implementación

De acuerdo a las condiciones y características de cada municipio, determinadas en el diagnóstico inicial. Para la programación se tomó en cuenta las distintas fases que se presentan en los desastres naturales así como las actividades necesarias en cada una.

Tabla XLI. Propuesta para el manejo adecuado de DS durante situaciones de desastres naturales (A)

Fase	Area actividad	Descripción actividades	Responsable	Resultados
Inter desastres (de acuerdo a lo indicado en el documento condiciones locales)	Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Nombrar responsable • Identificar actores • Priorización del tema 	Municipalidad Municipalidad/organización local Municipalidad/organización local	Designar persona responsable implementación y seguimiento propuesta. Conocer sectores relacionados con el tema. Generar un cambio de actitud en la comunidad
		<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar la organización de la población 	Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la capacidad de respuesta y participación de la población
		<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar tema de ambiente, desechos sólidos, desastres naturales. 	Municipalidad/organización local	<ul style="list-style-type: none"> • Generar un cambio de actitud de la población y autoridades.
		<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo presupuesto y recursos. 	Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el nivel de conocimientos en el tema.
		<ul style="list-style-type: none"> • Establecer alianzas estratégicas. 	Municipalidad/organización local	Contar con los recursos mínimos para desarrollar sus actividades. Fortalecer las actividades desarrolladas
		<ul style="list-style-type: none"> • Gestión apoyo externo; desarrollo de proyectos 	Municipalidad/organización local	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar la transferencia de tecnologías en el tema. • Aprovechar financiamiento nacional e internacional.
	Administración	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del personal. 	Municipalidad	Fortalecer el conocimiento de los trabajadores en el tema.
		<ul style="list-style-type: none"> • Establecer medios de comunicación. 	Municipalidad/organización local	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar campañas de divulgación y concientización a la población. • Contar con medios de alerta temprana
		<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización y cuantificación generación de desechos. 	Municipalidad/comercio e industria local	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a la población durante la emergencia
		<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico gestión desechos domésticos, industriales, otros. 	Municipalidad/comercio e industria local	Conocer sobre tipos, características, volumen generado. Conocer sobre el tipo de gestión que actualmente se realiza, de acuerdo al tipo y características del desecho.
Diagnóstico situación actual	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de recursos existentes 	Municipalidad/organización local	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer sobre el estado y características del equipo existente. • Conocer el personal asignado a tareas de limpieza, recolección y disposición final de desechos. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos locales. 	Municipalidad/instituciones relacionadas con el tema	Contar con la información necesaria para desarrollar la propuesta.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar plan de trabajo funcionamiento de la comisión. 	Municipalidad/organización local	De manera que la comisión pueda funcionar de manera programada.	
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar plan de trabajo para emergencias, de acuerdo al tipo de desastre. 	Municipalidad/comisión	Contar con los documentos que permitan enfrentar la emergencia por desastres naturales.	
Planificación programación	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar campañas de información y prevención en el tema 	Municipalidad/organización local	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la capacidad de respuesta y participación de la población. • Concientizar a población del problema relacionado con la situación de los desechos sólidos. 	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII.

Propuesta para el manejo adecuado de DS durante situaciones de desastres naturales (B)

Fase	Descripción actividades	Responsable	Resultados
	<ul style="list-style-type: none"> Convocar a responsables Coordinación, implementación de los sistemas de comunicación e información a la población. Coordinar al personal involucrado. Implementar plan de trabajo de acuerdo al tipo de desastre. Evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos locales de acuerdo al tipo de desastre. 	<p>Municipalidad/Integrantes comisión DS</p> <p>Municipalidad/Integrantes comisión DS</p> <p>Municipalidad/Integrantes comisión DS</p> <p>Municipalidad/Comisión DS/otros</p> <p>Municipalidad/Comisión DS/otros</p>	<p>Integrar Comisión DS, implementar acciones necesarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> Mantener informada a la población. Elaborar boletines e informes parciales <p>Preparar la capacidad de respuesta de las autoridades</p> <p>Implementar la gestión de los desechos durante la situación del desastre.</p> <p>Mejorar la capacidad de respuesta de las autoridades.</p>
Pre impacto	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y evaluación plan de trabajo de acuerdo al tipo de desastre y condiciones del lugar. 	Municipalidad/Comisión DS/otros	Mejorar la capacidad de respuesta de las autoridades.
Impacto			
Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y evaluación plan de trabajo de acuerdo al tipo de desastre y condiciones del lugar. 	Municipalidad/Comisión DS/otros	Mejorar la capacidad de respuesta de las autoridades.
Pos emergencia	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación final actividades desarrolladas y plan de trabajo. 	Municipalidad/Comisión DS/organización local	<ul style="list-style-type: none"> Generar informe final Mejorar la propuesta
Reconstrucción	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a las condiciones locales y lo indicado en el documento. Apoyo actividades relacionadas con la reconstrucción y el tema de los desechos. 	<p>Municipalidad/Comisión DS/organización local</p> <p>Comisión DS</p>	<p>Apoyo a la población e instalaciones afectadas</p>

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La propuesta presentada deberá ser aplicada de acuerdo a las condiciones de cada municipio, las que deben determinarse al inicio del proceso.
2. Guatemala debido a su ubicación geográfica registra una alta ocurrencia de desastres naturales de diferentes tipos. Los sismos, deslizamientos, erupciones e inundaciones son los más frecuentes.
3. La calidad de los servicios de manejo de desechos sólidos varía de una municipalidad a la otra, lo mismo que los servicios privados de recolección/transporte, la capacidad instalada es deficiente, sin excepción, con poca capacidad técnica.
4. El marco legal de los aspectos vinculados con desechos sólidos en Guatemala se caracteriza por una normativa dispersa contenida en leyes, códigos, reglamentos y otros instrumentos.
5. De acuerdo a los resultados, la mayoría de las municipalidades asumen la responsabilidad total en la administración y gestión de los servicios básicos y de saneamiento en su área de influencia territorial. Exceptuando a la Municipalidad de la ciudad de Guatemala, existen limitaciones sobre la capacidad instalada y los mecanismos generales para atender los servicios de limpieza y manejo de desechos sólidos.

6. La falta de un manejo adecuado de los desechos sólidos provoca contaminación, derivando de ella el deterioro y degradación del ambiente y la limitación del uso posible de los recursos naturales existentes.
7. Debido a la ocurrencia de desastres naturales, se dan movimientos sociales provocados por la migración interna de la población hacia los sectores urbanos, lo que es un factor determinante para la generación descontrolada de desechos sólidos.
8. Durante desastres naturales los desechos provenientes de los centros hospitalarios, los neumáticos y los escombros de las obras de construcción y demolición merecen atención especial por su volumen y por los riesgos que representan.
9. De acuerdo a los resultados, en algunas municipalidades los vertederos establecidos pueden hallarse inutilizados o ser inaccesibles durante períodos prolongados, por lo que quizá sea necesario establecer nuevas localizaciones; los criterios que rigen la ubicación de los botaderos controlados se aplican también a los rellenos sanitarios.
10. Existen organismos internacionales que realizan actividades con el aporte de recursos o el apoyo a través de crédito para la asistencia técnica o la búsqueda de modelos operativos en el manejo de los residuos sólidos. También, actúan instituciones por medio de donaciones de equipo recolector u otras acciones.

11. De acuerdo a los resultados, el servicio de aseo urbano es una de las pocas funciones descentralizadas que compete directamente a los municipios, en la mayoría de las alcaldías que prestan el servicio no se cuenta con el personal necesario y capacitado técnicamente para realizarlo con eficiencia o idoneidad.

RECOMENDACIONES

1. Incluir en el presupuesto de las municipalidades y empresas planes de capacitación en la parte ambiental y de seguridad industrial.
2. Las autoridades municipales y organizaciones interesadas deben mantener constantemente la interacción con la sociedad civil para mantenerla informada y así contar con su consenso, apoyo.
3. El desarrollo de una cultura que tome en consideración la vulnerabilidad como una amenaza al desarrollo en forma global, constituye el primer paso a tomar, y con ello, adquirir un mayor conocimiento sobre los mecanismos que favorecen los estados actuales de vulnerabilidad en cualquiera de sus manifestaciones posibles.
4. El sector académico, agencias de desarrollo, instituciones relacionadas con los recursos naturales y medio ambiente deben propiciar foros de discusión, proyectos pilotos orientados a reducir la vulnerabilidad.
5. A las autoridades responsables impulsar acciones que permitan la reducción, recuperación, reutilización y/o revalorización de desechos sólidos durante desastres naturales.
6. Durante y después de desastres naturales la limpieza rápida de los escombros es muy importante en relación con la posterior rehabilitación, los escombros de los edificios pueden usarse para mejorar las vías de acceso o en otras zonas donde se necesiten rellenos.

7. Para recolectar los desechos en áreas de difícil acceso (por ejemplo, en calles o callejones demasiado estrechos o en vías muy deterioradas) puede considerarse el uso de vehículos alternativos, como carretas semimotorizadas, triciclos de carga frontal, carretas tiradas, carretillas manuales, otros.
8. Mejorar la forma como se valora la función que desempeñan los empleados que realizan las tareas de limpieza como el barrido, la recolección y el transporte hasta su disposición final.
9. Impulsar la generación de información sobre el tema, que permita la accesibilidad a las tecnologías, al equipamiento y a la información.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Municipal del 4 de enero de 1982. Guatemala: *Reglamento de limpieza y saneamiento ambiental para el municipio de Guatemala*. Municipalidad de Guatemala.
2. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Perú: CEPIS, 2002. 144 p.
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico básico para estudios nacionales de caso*. México: CEPAL, 2005. 56 p.
4. _____. *GUATEMALA: evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales, y estimación de necesidades a causa de la erupción del volcán Pacaya y la tormenta tropical Ágatha, mayo-septiembre de 2010*. México: CEPAL, 2011. 182 p.
5. DÍAZ L. F, SAVAGE G. M. y ORTELLADO J. M. *El manejo de residuos de construcción y demolición*. Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. 2000. 66 p.
6. Fundación para la Cooperación y Salud Internacional Carlos III. *Manual de procedimientos, evaluación y respuesta sanitaria a*

emergencias y desastres. España: Impresión: Litografía Arte. Impreso en España. ISBN: 978-84-612-3007-52008. 2008. 305 p.

7. *Impacto ambiental*. [en línea]. Boletín. <http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>. [Consulta septiembre de 2012.]
8. *Informe Nacional Sobre Desarrollo Sostenible. República de Guatemala, C. A.* Guatemala: Décimo Octava Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, New York, USA. Noviembre de 2009. 104 p.
9. *INSIVUMEH. Boletines Meteorológicos*. [en línea]. Boletín. <http://www.insivumeh.gob.gt/principal/alertas.htm>. [Consulta julio de 2012.]
10. Instituto de Incidencia Ambiental. *Amenazas al ambiente y vulnerabilidad social en Guatemala. Documento Técnico del Perfil ambiental de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. 2005. 34 p.
11. _____. *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. 2003. 73 p.
12. _____. *Perfil ambiental de Guatemala 2006*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. 2006. 245 p.
13. JIMÉNEZ O. Francisco. *Gestión del Riesgo a Desastres Naturales*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Maestría en Manejo de Cuencas Hidrográficas. 2006. 253 p.

14. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS). *Análisis sectorial de residuos sólidos en Guatemala*. Guatemala: OPS, OMS; 1995. 171 p.
15. Organización Panamericana de la Salud. *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre*. Estados Unidos: Washington, D.C.: OPS, 2003. pp.102. ISBN 92 75 32467 0. 101 p.
16. _____. *Los Desastres Naturales, y la Protección de la Salud*. Estados Unidos: OPS. 2000. 144 p.
17. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Evaluación de las necesidades ambientales en situaciones post-desastre. Metodología práctica para su ejecución*. Estados Unidos: Marzo 2008. 49 p.
18. *Reporte nacional de manejo de residuos en Guatemala – 2004*. Guatemala: Informe general, CGP+L, PROARCA. 2004.
19. SAMUELS MILSON, Sydney Alexander. *Un modelo de gestión territorial en Guatemala*. Honolulu, Hawái: Universidad Internacional Atlántico. 2011. 49 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario encuesta municipalidades

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala"
Guatemala 2012.

Fecha:

Número de boleta:

Firma/sello entrevistado:



1. Datos generales entrevistado

- i. Nombre: Victor Hugo Sacayón
- ii. Puesto: Coordinador de la COMRED
- iii. Estudios realizados:
Primaria Nivel medio Universitario
- iv. Edad: 65 años
- v. Tiempo de vivir en el municipio: 65 años

2. Datos municipio

A. Generales

- i. Municipio encuestado: Mazatenango.
- ii. Población: _____
- iii. Señale los servicios o instalaciones con que cuenta el municipio:

Hospital o Centro de Salud Mercado Rastro

Escuela o Instituto Relleno Sanitario

Basurero controlado Basureros no autorizados

Sistema de Tratamiento de aguas residuales Solo Poivo

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala" Guatemala 2012.

iv. Señale el número de industrias que operan en el municipio:

1 - 3 3 - 6 6 - 10 + 10

v. Indique el/los sectores a los que pertenecen las industrias que operan en el municipio:

Maquila Alimentos Textiles

Procesadoras y/o almacenamiento

Reciclamiento de desechos

Otro: _____

B. Desastres naturales

i. Que tipos de desastres naturales afectan al municipio de manera recurrente:

Sismos Inundaciones Deslizamientos Erupciones

Otro: _____

ii. Existe alguna organización local que se implemente al momento de que ocurra algún desastre natural en el municipio:

SI NO

iii. Señale tipo y fecha en que el último desastre natural afectó el municipio:

07 de Nov. 2012

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala" Guatemala 2012.

iv. Señale el número de personas que se vieron afectadas durante la ocurrencia del último desastre natural en el municipio:

Menos de 100 Menos de 1000 Menos de 5000 + 5000

v. Indique qué grupo o población que fue el más afectado durante la ocurrencia del último desastre natural en el municipio:

Se contaminarán pozos artesanales en partes bajas comunidad talvesco

C. Saneamiento

i. Indique el tipo de suministro de agua potable en el municipio:

Servicio municipal Pozo municipal Pozos particulares

Otro: _____

ii. Señale la cobertura del servicio municipal de agua potable en el municipio:

0% menor al 20% menor al 50% menor al 75% 100%

iii. Indique el tipo de drenajes existentes en el municipio:

Servicio municipal A flor de tierra Ambos

Otro: _____

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala" Guatemala 2012.

iv. Señale la cobertura del servicio municipal de drenajes en el municipio:

0% menor al 20% menor al 50% menor al 75% 100%

v. En el municipio existe servicio de extracción domiciliar de basura:

SI NO

existe solamente para servicio de mercados 3 en total.

3. Datos desechos sólidos

i. Existe información sobre el tipo, características y cantidad de desechos sólidos en el municipio:

SI NO

ii. Indique si la municipalidad cuenta con servicio de barrido en calles y parques:

SI NO

iii. Señale el tipo de servicio de extracción domiciliar de basura existente:

Privado Municipal Ambos

Otro: _____

iv. Si cuenta con servicio privado de extracción domiciliar de basura, señale la cobertura del mismo:

0% menor al 20% menor al 50% menor al 75% 100%

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala" Guatemala 2012.

- v. Indique métodos normales de disposición final de los desechos en el municipio:
Relleno sanitario
Basurero controlado
Basurero no controlado
Quema
Otro: _____
- vi. Cuentan con algún método, instalación para la clasificación, reciclamiento o reutilización de los desechos sólidos:
SI NO
- vii. Reciben algún tipo de apoyo de las instituciones relacionadas con la gestión de desechos sólidos:
SI NO
- viii. Si la respuesta anterior fue si, señale el tipo de apoyo que reciben:
Capacitación
Infraestructura
Equipo y/o maquinaria
Personal
Otro: _____

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

Trabajo de Graduación:

"Propuesta para el manejo adecuado de desechos sólidos durante situaciones de desastres naturales, en la República de Guatemala" Guatemala 2012.

ix. Conoce si en el municipio se generan desechos sólidos peligrosos:

SI NO se desconoce

x. Los desechos sólidos de construcción reciben manejo y disposición final particulares:

SI NO

xi. Indique tipo de control sobre el manejo y disposición final de desechos sólidos existentes en el municipio:

ningún control.

xii. Señale el impacto que produjo el último desastre natural ocurrido en el municipio, sobre el manejo de desechos sólidos:

Grave Regular Poco

Otro: _____

xiii. Cuenta la municipalidad con algún plan de emergencia para la gestión de desechos sólidos durante la ocurrencia de desastres naturales:

SI NO

COMPROMISO:

La información proporcionada será utilizada únicamente con fines académicos, dentro del trabajo de graduación.