UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO

INGA. JENNIFER WALESKA ZAMORA ARENALES

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRIA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADUACION

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA POR

INGA. JENNIFER WALESKA ZAMORA ARENALES

ASESORADA POR PHD. ING. AGR. MARVIN SALGUERO BARAHONA

PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
Vocal IV	Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez
Vocal V	Br. José Antonio Valdés Mazariegos
Vocal VI	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Examinador	PhD. Ing. Agr. Marvin Salguero Barahona
Examinador	Msc. Arq. Susana Isabel Palma de Cuevas
Examinador	Msc. Arq. Dafne Adriana Acevedo Quintanilla

Guatemala, Noviembre de 2,013

Nací para cuidar
esto que veo:
para cuidar la lluvia,
para cuidar el viento,
para cuidar la tierra,
al ave, al pez y a
lo pequeño.
Nací para cuidar
El Universo.
El Dios de las estrellas
me puso aquí, en el medio:
Quería que yo fuera
su joven jardinero.
Nací para cuidar
esto que veo.

José González Torices

Dedicatoria

A MIS PADRES

Por su amor, apoyo y esfuerzo para la formación de mi educación a lo largo de mi vida.

A MI HIJA

Por ser la luz de mi vida y mi inspiración para ser un mejor ser humano.

Agradecimiento

A todas las personas que material, intelectual y emocionalmente han apoyado mi carrera académica, especialmente para la elaboración de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 1 ..... **2**

1. CAPÍTULO INTRODUCTORIO **3**

1. 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1.1 Delimitación *4*
1.1.2 Justificación *8*
1.1.3 Antecedentes *9*
1.2 OBJETIVOS 10
1.3 METODOLOGÍA 11
1.3.1 Fase de Investigación *11*
1.3.2 Fase Conceptual *12*
1.3.3 Fase de Análisis *12*
1.3.4 Fase de Propuesta *12*

CAPÍTULO 2 ..... **14**

MARCO CONCEPTUAL **14**

2. MARCO CONCEPTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS **15**

2.1 RESIDUO SÓLIDO 15
2.2 DESECHO SÓLIDO 15
2.3 CLASIFICACIÓN DE DESECHOS 15
2.3.1 Desechos Sólidos Orgánicos *15*
2.3.2 Desechos Sólidos Inertes *16*
2.3.3 Desechos Peligrosos *16*
2.3.4 Clasificación por su origen *17*
2.3.5 Categorización de desechos *17*
2.4 DEGRADACIÓN DE LOS DESECHOS EN EL AMBIENTE 17
2.5 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 20
2.5.1 Manejo integral *20*
2.5.2 Generación *21*
2.5.3 Recolección *21*
2.5.4 Disposición Final *22*
2.5.5 Compostaje *22*
2.5.6 Incineración *22*
2.5.7 Rellenos Sanitarios *23*
2.6 DESARROLLO SOSTENIBLE Y RESIDUOS SÓLIDOS 24
2.7 SITUACIÓN DE AMÉRICA LATINA EN EL MANEJO DE DESECHOS 25
2.8 SITUACIÓN NACIONAL DEL MANEJO DE DESECHOS 27
2.9 RIESGOS EN SALUD 27
2.9.1 Población más vulnerable *30*
2.10 IMPACTOS AMBIENTALES 30
2.10.1 Impactos Atmosféricos *30*
2.10.2 Impactos al Suelo *30*
2.10.3 Impactos a los Recursos Hídricos *30*

2.10.4 Impactos Bióticos *31*
2.11 Aspectos Socioculturales 31
2.12 Marco Legal de la Gestión de Desechos en Guatemala 33

CAPÍTULO 3 ..... **47**

CONTEXTO REFERENCIAL DEL MUNICIPIO **47**

3. CONTEXTO REFERENCIAL DEL MUNICIPIO **48**

3.1 Contexto territorial Municipal 48
3.1.1 Antecedentes Históricos de la Comunidad *48*
3.1.2 Factores Territoriales *49*
3.2 Aspectos Biofísicos 51
3.2.1 Clima *51*
3.2.3 Hidrografía *57*
3.2.4 Suelos *61*
3.2.5 Fisiografía *66*
3.2.6 Caracterización biótica *66*
3.2.7 Flora *67*
3.2.8 Fauna *67*
3.3 Factores Demográficos 67
3.3.1 Cantidad de población *67*
3.3.2 Población por lugar de ubicación actual *68*
3.3.4 Población por Etnia *70*
3.3.5 Población por edades *71*
Fuente: XI Censo de Población y VI de Habitación, INE, 2,002 ..... *71*
3.3.6 Población por actividad económica *71*
3.3.7 Población Analfabeta *72*
3.3.8 Esperanza de vida *72*
3.3.9 Número promedio de hijos por familia *72*
3.4 Factores Culturales 72
3.4.1 Idioma *72*
3.4.2 Religión *73*
3.4.3 Fiestas del Municipio *73*
3.4.4 Educación *73*
3.4.5 Formas de disponer de la basura, desde el punto de vista cultural *74*
3.5 Factores económicos 74
3.5.1 Principales actividades y de servicios en el municipio *74*
3.5.2 Artesanías *74*
3.6 Servicios públicos 74
3.6.1 Servicios de alcantarillado y calles *74*
3.6.2 Agua potable *74*
3.6.3 Servicio de energía eléctrica *75*
3.6.4 Vías de Acceso y Transporte *75*
3.6.5 Tele-comunicaciones *75*
3.6.6 Mercado *76*
3.6.7 Rastro *76*
3.6.8 Recreación y Turismo *76*

3.6.9 Cementerio *76*
3.6.10 Estación de bomberos *77*
3.6.11 Sub-Estación de la Policía Civil *77*

CAPÍTULO 4 ..... **78**

ANÁLISIS DE PRÁCTICAS ACTUALES DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS **78**

4. ANÁLISIS DE PRÁCTICAS ACTUALES DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS **79**

4.1 Generación de desechos 79
4.2 Caracterización de los Desechos 80
4.2.1 Metodología utilizada en el Proyecto de Caracterización de Desechos en San Andrés Itzapa 2,007 ..... *80*
4.3 Recolección 82
4.3.1 Servicio de recolección *82*
4.3.2 Cantidad recolectada *83*
4.3.3 Cobertura de Recolección *83*
4.3.4 Transporte de Desechos *83*
4.4 Disposición final 84
4.4.1 Lugar de destino de desechos recolectados *84*
4.4.2 Botadero Municipal a Cielo Abierto *84*
4.4.3 Vertido de desechos en los ríos *85*
4.4.3 Otras formas de disposición *89*
4.5 Prácticas de reciclaje en el Municipio 90
4.6 Razones de la disposición actual de los desechos 91
4.7 Análisis de impactos ambientales 91
4.8 Puntos Críticos de riesgo ambiental y de salud 93
4.9 Análisis FODA de Manejo de Desechos del Municipio de San Andrés Itzapa 96
4.10 Diagrama Causa y Efecto del Manejo de Desechos (Árbol de Problemas) 97

CAPÍTULO 5 ..... **99**

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS **99**

5. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS **100**

5.1 Árbol de Objetivos 100
5.1 Línea estratégica 1: Participación Social 103
5.2 Línea estratégica 2: Diagnóstico y caracterización de los desechos 104
5.3 Línea estratégica 3: Manejo Ambiental de Desechos 105
5.3.1 Medidas Primarias *106*
5.3.2 Medidas Secundarias *107*
5.3.3 Medidas Terciarias *111*
5.4 Línea estratégica 4: Ubicación del Relleno Sanitario Municipal 112
5.4.1 Condiciones para la ubicación de un Relleno Sanitario en San Andrés Itzapa *113*
5.5 Línea estratégica 5: Programa de recolección efectiva de desechos sólidos 116
5.5.1 Transporte de los residuos y desechos *118*
5.5.2 Tipo de recolección planificada: Recolección selectiva *118*
5.5.3 Método de recolección *119*
5.6 Línea estratégica 6: Programas de Sensibilización y Capacitación 120

5.7 Línea estratégica 7: Fortalecimiento Legal y Administrativo 121
5.8 Priorización y cronograma 122

CONCLUSIONES 124

RECOMENDACIONES 125

BIBLIOGRAFÍA 126

ANEXOS 129

Índice de Figuras

Figura 1 Botadero Municipal del Municipio de San Andrés Itzapa 3
Figura 2 Delimitación teórica 5
Figura 3 Ubicación del Municipio de San Andrés Itzapa 6
Figura 4 Vista Satelital de la ubicación del Botadero Municipal 7
Figura 5 Delimitación Temporal 8
Figura 6 Esquema de metodología 13
Figura 7 Formas de eliminación de los desechos 32
Figura 8 Marco conceptual del Plan de manejo de desechos sólidos 33
Figura 9 Marco legal de la gestión de desechos sólidos 34
Figura 10 Ortofoto de localización y colindancias 49
Figura 11 Mapa de líneas de altura 50
Figura 12 Gráfica de Climadiagrama, ICTA Alameda 57
Figura 13 Mapa de microcuenca del río Itzapa 58
Figura 14 Mapa de ríos 59
Figura 15 Mapa de tipo de suelos en la región 62
Figura 16 Gráfica de la distribución del suelo 64
Figura 17 Mapa de usos de la tierra 65
Figura 18 Gráfica de la distribución de la población por sexo 67
Figura 19 Gráfica de la distribución de población por ubicación 68
Figura 20 Mapa de crecimiento de la mancha urbana en San Andrés Itzapa 70
Figura 21 Gráfica de la distribución de población por etnia 70
Figura 22 Gráfica de la distribución por actividad de la población económicamente activa 71
Figura 23 Gráfica de tasas de analfabetismo 72
Figura 24 Caracterización de los desechos 82
Figura 25 Vista frontal del Botadero Municipal, punto crítico 6 85
Figura 26 Convergencia entre el Botadero Municipal y el río de La Virgen, punto crítico 3 86
Figura 27 Botadero clandestino sobre el río de La Virgen, punto crítico 4 87
Figura 28 Propagación de plagas en botadero clandestino, punto crítico 5 88
Figura 29 Evidencia de ratas, punto crítico 11 89
Figura 30 Ortofoto del casco urbano de San Andrés Itzapa con ubicación de puntos críticos 95
Figura 31 Diagrama Causa Efecto 98

Figura 32 Árbol de Objetivos 100
Figura 33 Manejo de desechos 106

Índice de Tablas

Tabla 1 Enfermedades por vectores 29
Tabla 2 Resumen de la normativa legal y competencias en materia de desechos sólidos 39
Tabla 3 Velocidad del viento en promedio mensual durante 10 años 51
Tabla 4 Dirección de viento registrada por mes en 10 años 52
Tabla 5 Temperaturas máximas por mes en 10 años 53
Tabla 6 Temperaturas mínimas mensuales en 10 años 53
Tabla 7 Temperatura media estación ICTA Alameda 53
Tabla 8 Precipitación pluvial mensual en 10 años 54
Tabla 9 Radiación solar extraterrestre 55
Tabla 10 Duración máxima media diaria de horas de brillo solar 55
Tabla 11 Estimación de evapotranspiración, Estación ICTA Alameda 55
Tabla 12 Dinámica poblacional 68
Tabla 13 Distribución de porcentajes por edades 71
Tabla 14 Clasificación de desechos a reciclar 90
Tabla 15 Ponderación de análisis de impactos ambientales 91
Tabla 16 Análisis de Puntos Críticos 93
Tabla 17 Coordenadas de ubicación de puntos críticos 95
Tabla 18 Análisis FODA 96
Tabla 19 Enlace de alternativas de solución y líneas estratégicas 102
Tabla 20 Matriz de Planificación de Manejo de Desechos Sólidos 109
Tabla 21 Clasificación de desechos a recolectar 118
Tabla 22 Priorización y cronograma de ejecución 122

Listado de Siglas

1	**AGREQUIMA**	Asociación del Gremio Químico Agrícola
2	**ANAM**	Asociación Nacional de Municipalidades
3	**CACIF**	Coordinadora de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras
4	**CO2**	Dióxido de Carbono
5	**COCODE**	Consejo Comunitario de Desarrollo
6	**CONAMA**	Comisión Nacional de Medio Ambiente
7	**CONADES**	Comisión Nacional de Desechos Sólidos
8	**DRSU**	Desechos y Residuos Sólidos Urbanos
9	**ENCOVI**	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
10	**FODA**	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
11	**GEI**	Gases de Efecto Invernadero
12	**GIRESOL**	Gestión Integral de Residuos Sólidos
13	**ICTA**	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
14	**INE**	Instituto Nacional de Estadística
15	**INFOM**	Instituto de Fomento Municipal
16	**INSIVUMEH**	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
17	**IPCC**	Índice de Generación de Desechos per Cápita
18	**MARN**	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
19	**ONG**	Organización no gubernamental
20	**PNDS**	Política Nacional de Desechos Sólidos
21	**SEGEPLAN**	Secretaria General de Programación y Planificación
22	**SEMARNAT**	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
23	**SGA**	Sistema de Gestión Ambiental
24	**VIGUA**	Vidriera de Guatemala

Introducción

Un plan de manejo de desechos enmarca diferentes estrategias encaminadas a mejorar los procesos relacionados con los desechos, desde su generación hasta su disposición final. Estas líneas estratégicas son formuladas para sectores o áreas específicas que tienen una relación, ya sea directa, indirecta o bien transversal en todo el ciclo del manejo de los desechos.

Para la elaboración de un Plan de manejo de desechos municipales es de vital importancia profundizar en las diferentes condiciones en las que se manipulan y procesan los desechos, cubriendo todas las etapas de gestión de los mismos, iniciando desde la primera etapa que es la generación. Para el estudio específico de la generación de desechos, se debe priorizar información como lo es la cantidad que se produce, el estimado de desechos generados por habitante en un período de tiempo establecido, como lo es un día, además del tipo de desechos que se generan y porcentaje de los mismos, ello es un parámetro vital para identificar las formas de disposición o tratamientos más adecuados.

Otro aspecto fundamental a analizar para este tipo de plan, es la identificación de la capacidad de recolección de los desechos y la identificación de la población con este tipo de servicio, ya que este puede representar para la misma el principal pago para deshacerse de sus desechos.

Las formas de disposición final de los desechos pueden llegar a ser muy variadas, dependerán de las características propias del lugar, ya sean culturales, económicas, educacionales, sociales, legales o simplemente accesibilidad a botaderos clandestinos, las cuales impulsarán a la población para tomar acciones encaminadas a disponer de sus desechos.

Dadas todas estas características, hacen compleja la temática de la disposición final de desechos, la cual representa el proceso final de una cadena más amplia de gestión de desechos, pues en ello radica la importancia de analizar con claridad y honestidad las condiciones y aspectos específicos del municipio en esta temática, enfocada a la mayor generación de desechos, la cual se concentra en el casco urbano del municipio de San Andrés Itzapa.

El presente trabajo de tesis titulado Plan de Manejo Ambiental de Desechos Sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa, pretende ser un documento de referencia para un proceso adecuado de gestión de desechos, partiendo de principios conceptuales reconocidos a nivel mundial en esta temática, para luego establecer las condiciones generales del territorio estudiado, desde una perspectiva socioeconómica, cultural y ambiental, prosiguiendo con un análisis de las condiciones en las que se realiza el manejo de desechos actual, para culminar con la propuesta de diferentes líneas estratégicas de acción que conforman la base para el Plan de Manejo de Desechos, con el objetivo que sean tomadas en consideración por los actores involucrados para la mejora de la situación actual.

Capítulo 1

Capítulo Introductorio

1. Capítulo Introductorio

Este primer capítulo permite describir de forma general el problema principal que es de interés para la realización de este estudio y análisis, por lo cual se describe bajo una perspectiva de delimitaciones, la primera de ellas es la delimitación teórica, en la cual la teoría del desarrollo sostenible sirve como marco para el plan de manejo de desechos sólidos. Continúa una delimitación espacial, donde se ubica el área que es objeto de estudio, luego la delimitación temporal que permite visualizar las acciones a través de un período de tiempo.

Parte del análisis general de la problemática incluye la presentación de la justificación y los antecedentes del manejo de desechos en el poblado, además se establecen los objetivos que persigue la realización de este documento, para alcanzar los mismos, se plantea la metodología a utilizar, organizada de acuerdo con diferentes fases desde los métodos de investigación hasta la fase de propuesta del Plan de manejo.

1. 1 Planteamiento del problema

Como resultado de diferentes actividades que se desarrollan dentro de la población de San Andrés Itzapa, se genera una alta cantidad de basura, de diferente tipo, ya sean desechos plásticos, papel, vidrio, metal y otros; pero en su mayoría desechos orgánicos, la generación de desechos crece año con año en la misma proporción que crece la población, acrecentándose un problema que es más que evidente, la mala disposición final que se le brinda a esta cantidad de desechos. Ya sea por razones económicas, culturales, falta de infraestructura y una regulación legal fortalecida, los desechos generados tienden a depositarse en lugares inadecuados, en las orillas de los ríos, en las calles, en los sitios baldíos, además existen también prácticas de quema de desechos a nivel domiciliar y en el botadero municipal, el cual es importante mencionar, se ubica a escasas dos cuadras del centro de la población. Dichas formas de disposición final afectan de diferentes formas los recursos naturales, contaminando seriamente los mantos freáticos, el suelo y el aire, elevando con ello la posibilidad de que la población se contagie de diferentes tipos de enfermedades que incluso se puedan transmitir a futuras generaciones.

Figura 1 Botadero Municipal del Municipio de San Andrés Itzapa

Fotografía: Jennifer Zamora

El problema en cuestión se determina de una forma más específica por la relación existente entre su delimitación, justificación y antecedentes, los cuales se describirán a continuación.

1.1.1 Delimitación

La delimitación del problema está conformada por el análisis de la delimitación teórica, espacial y temporal, las cuales a continuación son presentadas.

1.1.1.1 Delimitación Teórica

Para la elaboración del Plan de manejo ambiental de desechos sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa, se toma en consideración como sustentación teórica el enfoque de Gestión Integral de los desechos sólidos elaborado por Tchobanoglous (1,994), en donde esta gestión es defina como "La selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de manejo de desechos, donde se gestiona su reducción, reutilización, reciclado, transformación y vertido". También contempla la administración de los elementos funcionales como su generación, manipulación, recolección, separación, procesamiento, transformación, transferencia, transporte y vertido.

La gestión integral es la base para el manejo de residuos en el que también involucran factores sociales, políticos y técnicos, bajo un esquema de acciones económicamente viables, ambientalmente sustentables y socialmente adaptables en donde se maximiza el aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente que pudieran generarse de este manejo (Tchobanoglous, 1,994).

Partiendo de este enfoque se presenta el siguiente esquema en el que se relaciona el Plan de Manejo de Desechos Sólidos con la teoría de la Gestión Integral de Desechos Sólidos, considerando los diferentes aspectos y acciones en los que se define la temática conceptual de este estudio.

Figura 2 Delimitación teórica

Elaboración propia.

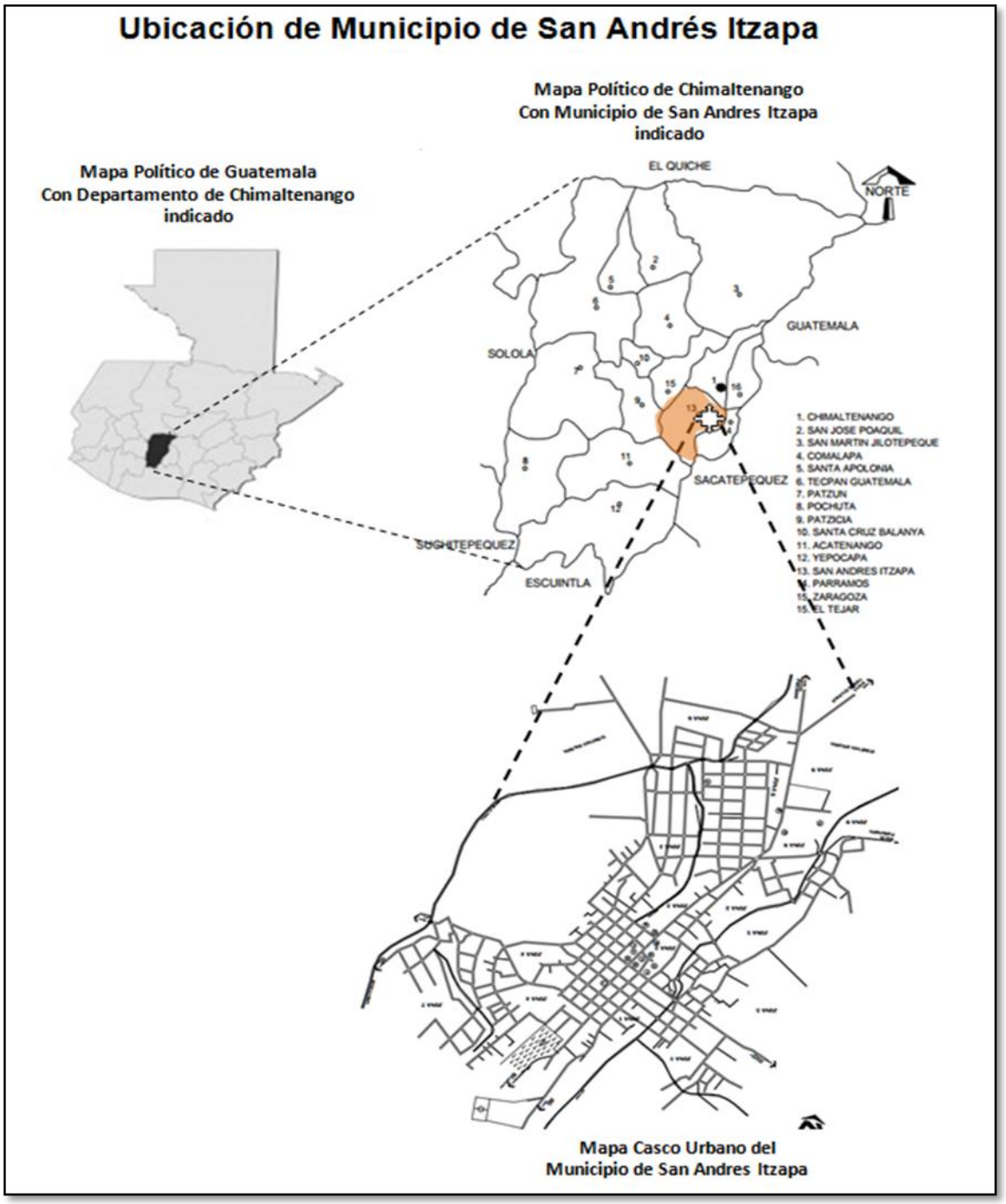
1.1.1.2 Delimitación Espacial

Para el análisis del problema se delimita el espacio de estudio al casco urbano del Municipio de San Andrés Itzapa, siendo la generación de desechos que se produce en dicho centro poblado la que analizará, no se tomará en cuenta la generación de desechos de las aldeas del municipio, ni las áreas rurales que lo conforman.

Sin embargo dado que el estudio tiene un enfoque netamente ambiental es importante considerar los diferentes aspectos y condiciones del municipio que están entrelazados con las condiciones en las que se manejan los desechos en el casco urbano, considerando que en términos ambientales no existe un aislamiento entre aspectos y condiciones en una gestión integral.

Como referencia general se brinda la delimitación del municipio de San Andrés Itzapa, el cual se ubica en el sudeste del departamento de Chimaltenango, a 7 kilómetros de la cabecera departamental y 59 kilómetros de la ciudad capital. Colinda al norte con el municipio de Zaragoza y la cabecera departamental de Chimaltenango, al sur con San Antonio Aguas Calientes y Acatenango, al este con el municipio de Parramos y al oeste con Patzicía. Se puede apreciar mejor esta referencia en la siguiente figura:

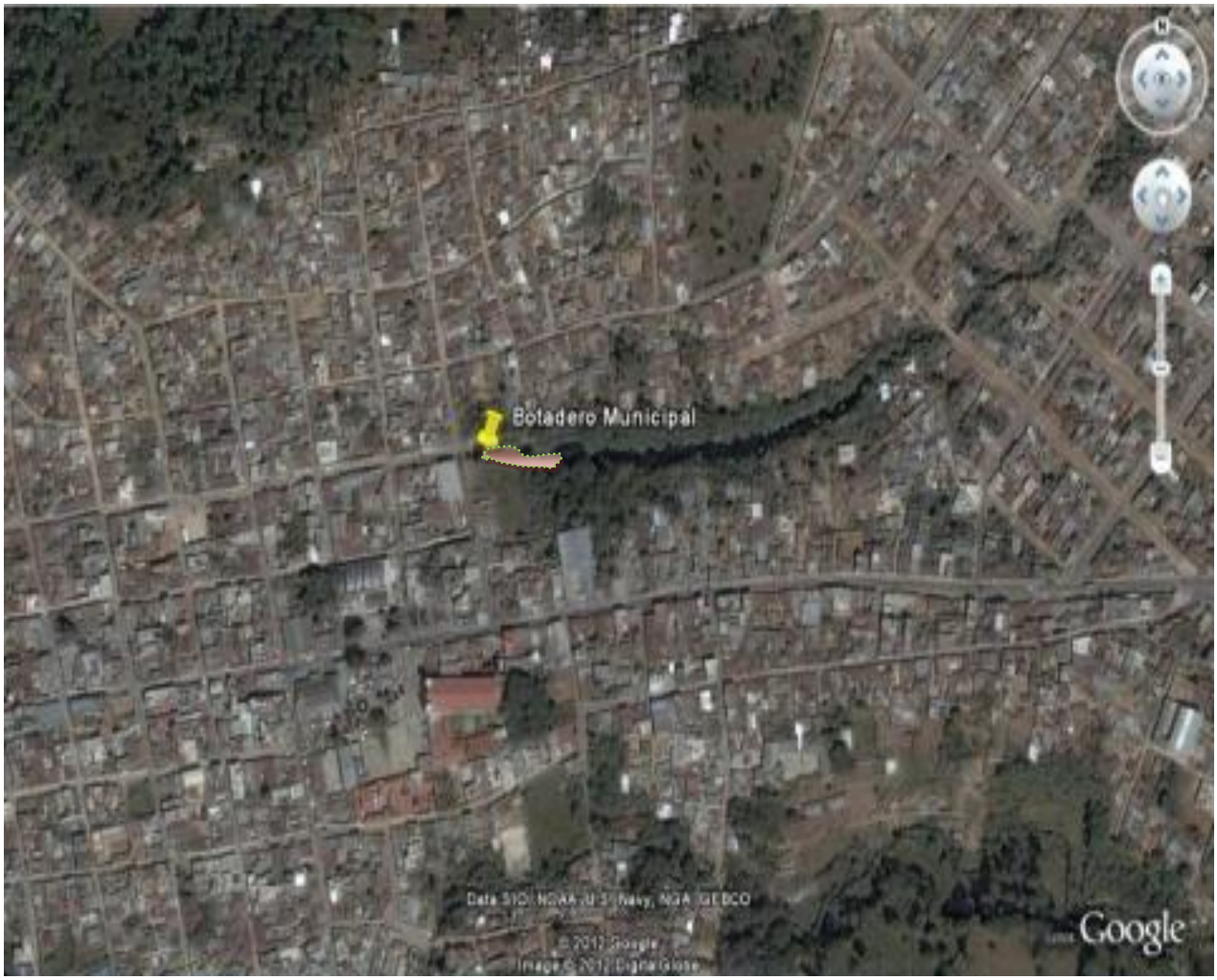
Figura 3 Ubicación del Municipio de San Andrés Itzapa



Fuente: www. Flickr.com fecha ingreso 29 febrero 2013

Como parte de un punto estratégico en la delimitación espacial existe un área de especial interés para el estudio el cual es el botadero municipal el cual se encuentra dentro del casco urbano a 170 metros de distancia del parque municipal, con una extensión de 67 metros cuadrados. Este botadero se ubica en un barranco llamado por los pobladores La Barranca Onda, la cual tiene una extensión de 400 metros de largo y una profundidad de 12 metros. Este barranco se localiza dentro de los cantones Santísima Trinidad y San Cristóbal, los cuales poseen las mayores concentraciones de población en el municipio. Se ubica en las coordenadas geográficas 14.622434 y 90.843474. Ver Figura 4.

Figura 4 Vista Satelital de la ubicación del Botadero Municipal



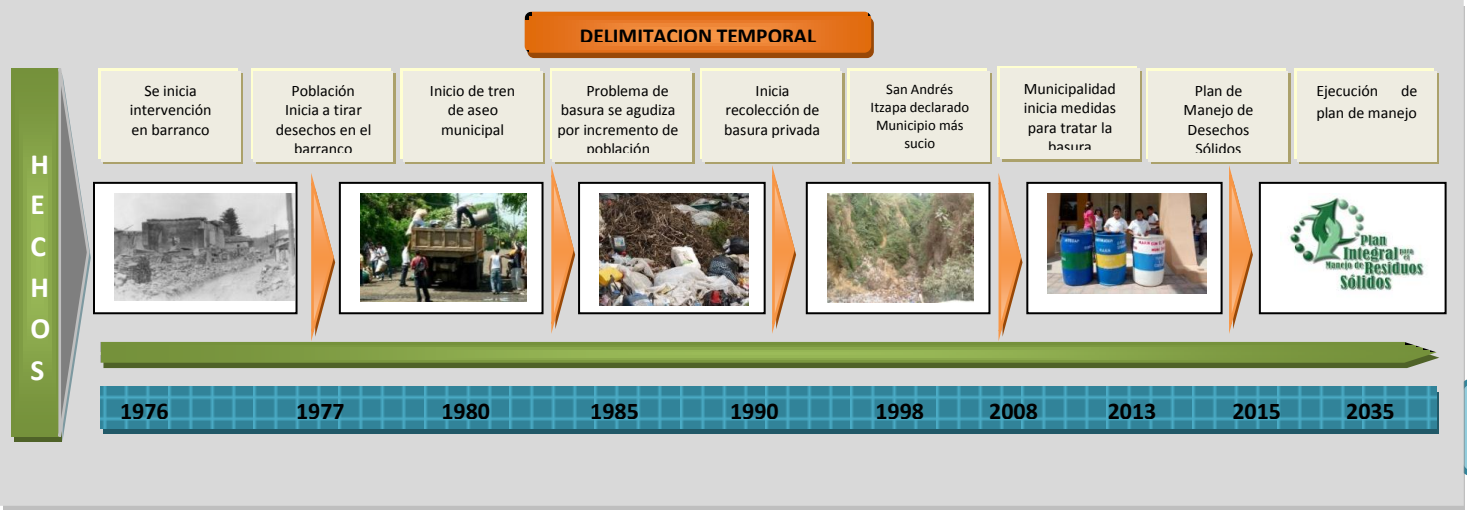
Fuente: googleearth

1.1.1.3 Delimitación Temporal

El período de análisis en este caso, comprende desde 1,976 donde se registró una actividad importante y de potencial impacto al lugar en donde se ubica el botadero municipal, la cual fue el relleno del botadero municipal con la tierra proveniente de los escombros de las casas caídas a causa del terremoto de ese año, pero en 1,977 después de las correntadas de lluvias que

lavaron esa tierra se volvió a utilizar ese terreno como botadero. Luego se presentan diferentes actividades a lo largo del tiempo concernientes al manejo de desechos sólidos en la localidad, siendo el año 2,015 donde se vislumbra la puesta en marcha del proyecto, con revisiones periódicas cada 4 años coincidiendo con el cambio de autoridades municipales y un período de vida del proyecto de 20 años. El Plan que se formule tendrá una vigencia a partir del 2,015 hasta el 2,035, año donde deberá evaluarse el proyecto para determinar su continuidad o finalización, considerando la formulación de un nuevo plan acorde a las necesidades futuras que se presenten para este año. La siguiente gráfica ilustra lo anterior:

Figura 5 Delimitación Temporal



Elaboración propia.

1.1.2 Justificación

La necesidad de realizar un plan de manejo de residuos sólidos en el municipio de San Andrés Itzapa se establece a partir de lo definido en el planteamiento del problema, por lo que la importancia de implementar dicho plan de manejo radica en la mejora de las condiciones sanitarias para el manejo y disposición final de los desechos. Buscando reducir los riesgos a los que la población estaría expuesta, pudiendo contraer enfermedades causadas por contaminación procedentes por focos de vectores, agua contaminada y la inhalación de gases dañinos, originados por prácticas inadecuadas de disposición de desechos. Entre estas prácticas figura el tirar los desechos en el botadero municipal, que se ubica en el centro de la población o tirar los desechos en los ríos, en las calles o bien quemarlos a cielo abierto.

Otro factor por el cual se considera importante la elaboración de un plan de manejo ambiental de desechos, es porque el estudio aportaría una base de consulta para la Municipalidad de San Andrés Itzapa para mejorar las prácticas actuales de gestión de desechos, así como una guía de consulta para la ubicación de un relleno sanitario en un área ambientalmente adecuada, lejos de una concentración poblacional, contribuyendo con ello a alcanzar beneficios para toda la población al reducir parte de la contaminación ambiental y beneficios estéticos reduciendo también la contaminación al paisaje.

1.1.3 Antecedentes

Mencionan los pobladores que desde 1,678 que fue fundado el pueblo, se comenzó a tirar basura en el barranco llamado La Barranca Onda, por la ubicación tan cercana al pueblo y que en temporada de invierno la basura es arrastrada por las correntadas hasta el río Guacalate, lo cual en su momento se vio como una buena disposición final para la basura generada por el pueblo.

El municipio de San Andrés Itzapa, fue uno de los pueblos más impactados en el terremoto de 1976, la mayoría de las casas eran de adobe y al caerse por los sismos se acumuló una gran cantidad de tierra la cual fue lanzada en la Barranca Onda, cubriendo una gran parte de esta área. Se planificaron diferentes proyectos a realizar en el lugar, como un gimnasio municipal y un instituto de educación básica; pero ninguno se concluyó, la correntada en los meses de invierno que llega a dicha barranca lavó toda la tierra, esto fue en 1,977 y nuevamente los pobladores comenzaron a lanzar sus desechos a este lugar, estableciéndose de manera informal como Botadero Municipal.

En 1,980 las autoridades municipales iniciaron con el tren de aseo que cubría la recolección de los desechos generados por el mercado municipal, el parque, la municipalidad, las canchas de básquet ball, la terminal de buses y las calles principales cercanas a la municipalidad.

En 1,990 inició la única empresa privada de recolección de desechos con un pequeño camión, el cual recorre hasta la fecha las principales calles del pueblo de los cantones más céntricos. Dicha basura se dispone finalmente en el botadero municipal.

Por la cantidad de basura generada depositada directamente en las calles del pueblo, San Andrés Itzapa fue declarado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en 1,998 el municipio más sucio del Departamento de Chimaltenango.

En vista de la problemática surgida por el gran foco de contaminación que es el botadero municipal dentro del pueblo, el alcalde municipal Marvin Ávila junto con la corporación municipal decidió comprar en el 2,008 un nuevo terreno para el botadero municipal; pero este no cumplía con las condiciones para tal uso, ya que se encontraba cerca de un río, de complicada accesibilidad y el terreno era de pendiente prolongada, por lo que no se realizó la reubicación planificada (Delegación Departamental del MARN, 2,013).

En 1,997 el Código de Salud presentó como competencia de las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección de desechos, desde el punto de vista de las normas sanitarias aplicables.

En el 2,002 se estableció en el Código Municipal la responsabilidad de las municipalidades en cuanto a la recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, la limpieza y ornato del municipio. Esta es la más clara de las atribuciones conferidas a las municipalidades desde el punto de vista legal.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Formular un Plan de manejo ambiental de desechos sólidos para el Municipio de San Andrés Itzapa, contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental.

Objetivos Específicos

1. Realizar una caracterización de las condiciones del manejo de desechos sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa.

2. Analizar de forma integral los aspectos que contribuyen a generar contaminación a los recursos naturales por un manejo inadecuado de desechos sólidos.

3. Formular una línea estratégica de gestión de desechos sólidos específicamente para mejorar su disposición final.

1.3 Metodología

La metodología para elaborar el Plan de manejo de desechos sólidos se estableció en base al método científico, siguiendo los lineamientos lógicos y aplicando las técnicas metodológicas para alcanzar los objetivos planteados. De ello se puede hacer una división en 4 fases, las cuales son detalladas a continuación de forma gráfica, Ver Figura 6 Esquema de metodología.

1.3.1 Fase de Investigación

En esta fase se planificó y buscó información relevante para la realización del proyecto de tesis, se dividió en las sub-fases de Trabajo de Gabinete e Trabajo de Campo.

a. Trabajo de Gabinete

En esta fase se realizó la planificación de la investigación, considerando la información necesaria y las posibles fuentes ya sean primarias o secundarias, para ello la metodología fue la siguiente:

- Enlistar la información necesaria a buscar, de acuerdo los objetivos planteados y a las fases del proceso de gestión de desechos.
- Búsqueda de información bibliográfica relacionada al tema de caracterización de desechos, manejo ambiental y protección de recursos naturales, bajo la clasificación de textos publicados a nivel nacional e internacional.
- Búsqueda de textos legislativos y reglamentos nacionales referentes al manejo de desechos sólidos a nivel nacional.
- Planificación de entrevistas directas con pobladores, autoridades municipales y otras instituciones relacionadas con el tema.
- Planificación de visitas de campo a lugares donde se le da una disposición final a los desechos generados.

b. Trabajo de Campo

En esta fase se llevó a cabo la investigación planificada en la fase anterior, por medio de diferentes metodologías dependiendo de las fuentes y el tipo de información que se requirió, estas actividades son las siguientes:

- La búsqueda de información bibliográfica en diferentes textos relacionados con el tema de manejo de desechos sólidos, se realizó por medio de consultas a libros, revistas y otras publicaciones en el área técnica, ambiental, económica y socio-cultural, considerando como fuentes de información bibliotecas universitarias, de instituciones ambientales, otras instituciones gubernamentales y fuentes confiables de internet.
- Ya establecido el trabajo de gabinete en la fase anterior, se procedió a la obtención de información para conocer las características de las condiciones de manejo de desechos sólidos en la población, para ello se realizaron visitas directas y entrevistas a diferentes pobladores relacionados con el manejo de desechos con el objetivo de recabar información de primera línea.
- Se realizaron visitas de campo a lugares estratégicos de manejo de desechos como lo son: el mercado municipal, recolectores de basura, botadero municipal, riberas de ríos cercanos, sitios baldíos, lugares de reciclaje y acopio y otros lugares donde se brinda una

disposición final, a la vez se realizaron entrevistas a las personas en los lugares visitados para la obtención de información

- En las visitas a sitios baldíos y riberas de los ríos se realizaron una inspección visual para conocer esta información y determinar qué recursos naturales puedan estar contaminándose.

1.3.2 Fase Conceptual

En esta fase toda la información recabada fue clasificada y ordenada de acuerdo con las características presentadas en diferentes marcos, agrupándola por las áreas de aplicación de las mismas en el trabajo de investigación realizado, encaminado a la obtención de los objetivos y las diferentes etapas del proceso de manejo de desechos. Estos marcos se clasificarán en Marco Legal, Conceptual y Territorial, el último a su vez se subdivide en: Socio-cultural, Técnico y Ambiental.

1.3.3 Fase de Análisis

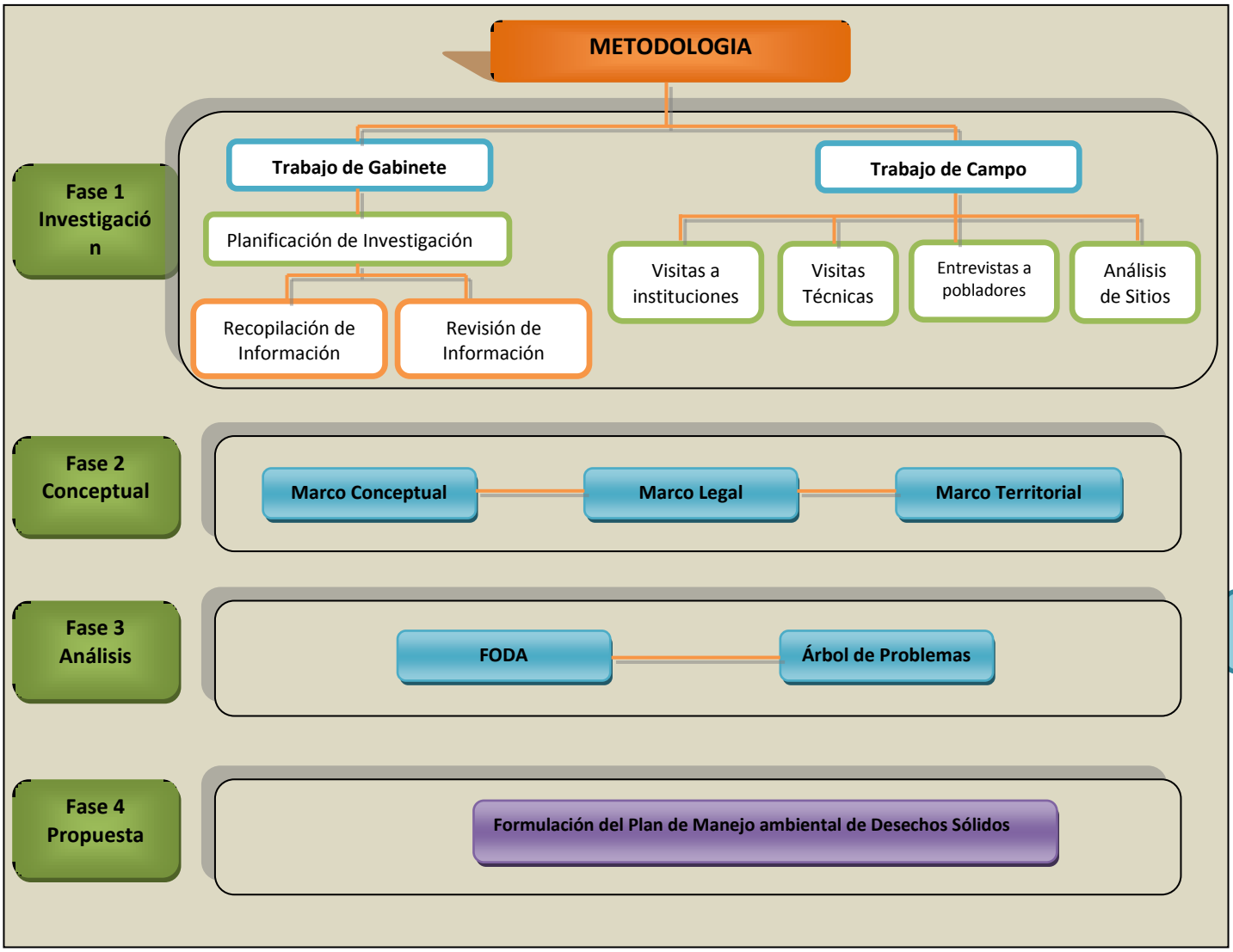
Con toda la información obtenida y clasificada, se procedió a analizarla, para ello una de las técnicas de análisis fue la técnica de identificación y descripción de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), ello para analizar las características de las condiciones de manejo de los desechos en el lugar estudiado. Este análisis FODA se aplicó bajo la perspectiva de contaminación a los recursos.

Para establecer un contexto de los diferentes aspectos que contribuyen a generar contaminación ambiental por un manejo inadecuado de los desechos sólidos, se realizó el análisis por medio de un Árbol de Problemas para secuenciar la serie de causas que dan origen a la problemática, partiendo de ello se comenzó a vislumbrar una serie de posibles soluciones a cada problema.

1.3.4 Fase de Propuesta

Basándose en el análisis por la técnica del Árbol de Problemas y el FODA, se clarificaron los aspectos y las condiciones que promueven la contaminación ambiental en la población analizada, así como las fortalezas y oportunidades, que sentarán las bases para la búsqueda de posibles soluciones, de ello se originó la propuesta del plan de manejo de desechos sólidos a través del Marco Lógico, que enlaza e identifica estrategias, programas y proyectos para solucionar la problemática analizada en la fase anterior. Por medio del Marco Lógico se establecieron los vínculos que relacionan los componentes de los programas y proyectos del tipo causa – efecto y se presentó la relación entre el proyecto y el área de influencia estudiada, que contribuirá a alcanzar el logro del plan de intervención.

Figura 6 Esquema de metodología



Fuente: Elaboración propia

Dado el análisis realizado en este capítulo, se visualiza la complejidad de la problemática en el área específica del poblado de San Andrés Itzapa, por los diferentes antecedentes en manejo de desechos que fueron presentados, además de la justificación presenta la necesidad de mejoras sustanciosas a las condiciones ambientales y de salubridad en las que se han realizado a lo largo del tiempo las dichas prácticas de manejo de desechos.

La metodología basada en la fase de investigación contempla un trabajo de gabinete y un trabajo de campo, necesarios para la mayor obtención de información útil y confiable, la misma debe ser ordenada y clasificada de acuerdo con lo establecido en la fase conceptual, para luego proceder a analizarla y finalmente presentar las propuestas de acuerdo con todo lo estudiado. De ello se procede al estudio de un marco conceptual para dar un soporte teórico al plan de manejo.

Capítulo 2

Marco Conceptual

2. Marco Conceptual de los Desechos Sólidos

En este capítulo se presenta la base conceptual que servirá como cimiento teórico para el análisis de la problemática del manejo de desechos en el Municipio de San Andrés Itzapa ante la generación específica del casco urbano del mismo, también se establecen principios conceptuales que brindan un soporte para las acciones propuestas para un Plan de Manejo de Desechos Sólidos en el municipio analizado.

2.1 Residuo sólido

Se puede definir como un residuo sólido cualquier objeto o material de desecho que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado. Estos residuos sólidos son susceptibles o no de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo. No tienen ningún valor económico para el usuario pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia. (México, 2,005).

2.2 Desecho sólido

Es frecuente la confusión entre residuos sólidos y desechos sólidos, por lo que cuando se refiere a desechos sólidos se trata del material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado. Básicamente la diferencia entre ambos conceptos radica en que todo material o resto que pueda ser nuevamente utilizado a través de un adecuado proceso de reciclaje se denomina residuo, esté se trasforma en materia prima generando un beneficio económico y una protección al ambiente, mejorando la calidad de vida.

2.3 Clasificación de desechos

Existen diversas clasificaciones para los desechos sólidos basadas en su origen hasta las características existentes en su disposición final, así como os diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, etc., todos estos factores intervienen en los criterios para su clasificación es por esta razón que existen algunas discrepancias entre unas y otras clasificaciones. (Barradas, 2,009).

2.3.1 Desechos sólidos orgánicos

Una de las clasificaciones de desechos más recocidas es la de Desechos Sólidos Orgánicos, llamados así a los materiales residuales que en algún momento tuvieron vida, formaron parte de un ser vivo o se derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles, estos a su vez pueden ser putrescibles y no putrescibles (México, 2,005).

a. Desechos putrescibles y no putrescibles

La diferencia entre ambos radica en que los Putrescibles provienen de la producción o utilización de materiales naturales sin transformación estructural significativa. Por ello y por su grado de humedad mantienen un índice alto de biodegradabilidad, entre estos están: residuos forestales, de jardín, residuos animales, residuos de comida, heces de animales, residuos agropecuarios y agroindustriales, entre otros. Mientras que los no putrescibles se refieren a los desechos cuyas características biológicas han sido modificadas al grado que en determinadas condiciones pierden su biodegradabilidad, un ejemplo de estos son los combustibles (Carreara, 1,993).

b. Desechos naturales y sintéticos

Una subclasificación de los desechos no putrescibles son los Naturales y Sintéticos, los Naturales poseen una condición determinante la cual es la pérdida de biodegradabilidad por la falta de humedad, entre estos se pueden mencionar el papel, cartón, textiles de fibras naturales, madera, entre otros. Los Sintéticos no biodegradables son altamente combustibles, provienen de procesos de síntesis petroquímica, ejemplo de ellos son: plásticos, fibras sintéticas, entre otros (Carreara, 1,993).

2.3.2 Desechos sólidos inertes

Además de la clasificación de los Sólidos Orgánicos, están los desechos sólidos inertes, estos desechos no son biodegradables, ni combustibles, provienen generalmente de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos minerales, entre estos están: el vidrio, metales, residuos de construcción y demolición de edificios, tierras, escombros, entre otros. (Sanz, Ecología Verde, 2,012)

2.3.3 Desechos peligrosos

Los dos tipos de residuos anteriores pueden ser peligrosos o no peligrosos. Los desechos peligrosos poseen características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infeccioso, por lo tanto, es un desecho con propiedades intrínsecas que ponen en riesgo la salud de las personas o que pueden causar un daño al medio ambiente. Por sus características físicas, químicas o biológicas pueden o no ser acoplados a procesos de recuperación o transformación y en casos extremos tratarse para su incineración o confinamiento controlado (Barradas, 2,009).

La mayor parte de los desechos peligrosos procede de las industrias o de los hospitales, aunque también pueden producirse estos desechos en los domicilios residenciales. Ejemplo de ellos son: baterías, lámparas fluorescentes, desechos de productos de limpieza y otros. Existen normativas amparadas en Convenios Internacionales que obligan a los responsables de los desechos peligrosos a conferirles un tratamiento especial, ya que no pueden ser arrojados en un basurero común, entre estos convenios se pueden citar: Convenio de Estocolmo, el cual se enfoca en el manejo y disposición final de desechos contaminados con Contaminantes Orgánicos Persistentes, Convenio de Basilea, enfocado al control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su disposición, Convenio de Rotterdam, el cual regula la importación con

consentimiento previo de sustancias químicas peligrosas, Protocolo de Montreal, que regula las sustancias agotadoras de la capa de ozono y sus desechos y SAICM que es el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos y sus desechos.

2.3.4 Clasificación por su origen

Otra clasificación que vale la pena mencionar es de acuerdo con su fuente generadora (Vargas, 2,007), de acuerdo con esta pueden ser:

a. Desechos Sólidos Urbanos
b. Desechos de Construcción
c. Desechos Agropecuarios
d. Desechos Sólidos Hospitalarios
e. Desechos Sólidos de Depuradoras de Agua (lodos)
f. Desechos de Incineración
g. Desechos Industriales

Los Desechos Sólidos Urbanos, son llamados comúnmente como basura, los producen los habitantes de las poblaciones, alcanzan altos niveles de generación, representando serios problemas para su manejo por los volúmenes que se generan diariamente dentro de los poblados. Según la procedencia y la naturaleza de estos residuos se pueden clasificar en:

a. Desechos domiciliarios provenientes de actividades propias de un hogar, como: restos de comida, papel, vidrios, material de embalaje y demás bienes de consumo.
b. Desechos voluminosos, también son de origen doméstico; pero por su volumen y peso se clasifican aparte, ejemplo de ellos son los muebles
c. Desechos Comerciales, originados por actividades comerciales propias de los poblados.
d. Desechos de limpieza de calles, entre estos están: envolturas, papeles, hojas, ramas, etc.

2.3.5 Categorización de desechos

Para fines de estudio, en el Proyecto “Cuente con Ambiente Sano” realizado en Guatemala en el 2,007 se estableció con el apoyo de la Red GIRESOL, una categorización de desechos basada en su composición (Vargas, 2,007) donde se establecieron los siguientes grupos:

a. Papel y Cartón
b. Trapos
c. Madera y Follaje
d. Restos de Alimentos
e. Caucho, Cuero y Plástico
f. Metales
g. Vidrio
h. Suelos y Otros

2.4 Degradación de los desechos en el ambiente

Dependiendo de las condiciones ambientales naturales a las que los desechos están expuestos, tales como sol, lluvia, temperatura y la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, las sustancias se descomponen en los elementos químicos que conforman estos desechos. El tiempo de biodegradación depende de varios factores, entre

ellos se puede mencionar: la estabilidad que presenta las moléculas que lo conforman, el medio en el que se encuentra por la disponibilidad para los agentes biológicos, etc. Es por ello que la estimación del periodo de desintegración de los desechos puede variar notablemente, por lo que los tiempos de degradación presentados a continuación son estimaciones (Sanz, Ecología Verde, 2,012).

Rango de 1 a 6 meses

Una fruta caída, se tarda poco más de un mes en degradarse, ello como consecuencia de la acción de hongos y bacterias a temperaturas adecuadas. Sin embargo, en climas fríos o en zonas elevadas, la fruta, por estar compuesta esencialmente de agua celulosa y azúcar, puede persistir hasta medio año como consecuencia de las bajas temperaturas.

1 año

El papel el cual está compuesto por material orgánico, básicamente por celulosa, con lo que bajo la acción de hongos y bacterias se descompone, integrándose sus componentes orgánicos en el suelo. Pero puede tener otros componentes de más difícil absorción en la naturaleza. Es importante considerar que el papel es un desecho reciclable.

1 a 2 años

Una colilla de cigarrillo con filtro, bajo la acción de los rayos solares, puede emplear hasta dos años en desaparecer. El filtro es de acetato de celulosa y las bacterias del suelo, especializadas en descomponer materia orgánica, no pueden afectarla inicialmente. Si se encuentra en agua, la desintegración es más rápida, pero bastante más contaminante (Díaz, 1,989).

5 años

Es el tiempo en que tarda un trozo de chicle para deshacerse. Por acción del oxígeno del ambiente, se vuelve un material muy duro que con el tiempo empieza a resquebrajarse hasta desaparecer. El chicle es una mezcla de gomas de resinas naturales, sintéticas, azúcar, aromatizantes y colorantes, por lo que degradado casi no deja rastros.

10 años

Las latas de aluminio tardan diez años en la naturaleza para transformarse en óxido de hierro, al contar con un espesor de dos décimas de milímetro de acero recubierto de barniz y de estaño. Una vez ya está oxidado, la lluvia y la humedad emplearán otros cuarenta años en descomponerlo totalmente. Un objeto de aluminio puro, abandonado al aire libre, podría durar hasta cien años antes de convertirse en polvo. El aluminio es un material que se puede recuperar casi por completo (Sanz, Ecología Verde, 2,012).

Los vasos desechables de polipropileno (que contaminan menos que los de poliestireno) también tardan una década en degradarse. El plástico queda reducido a moléculas sintéticas, invisibles, pero presentes**.**

30 años

Los envases tetrabrik están compuestos en un 75% por celulosa, un 20% por polietileno puro de baja densidad y un 5% de aluminio. Lo que tarda más en degradarse es el aluminio. La celulosa, al aire libre, desaparece en poco más de un año. El aluminio puede emplear unos cien años para su degradación. Sin embargo el polietileno puede necesitar más de cien años.

Las lacas y espumas también tardan varias décadas. Su estructura metálica hace que resistan a la degradación natural (Díaz, 1,989).

100 años

Los mecheros o encendedores están realizados en acero y plástico. El acero, expuesto al aire libre, requiere de unos cincuenta años en degradarse mientras que el plástico necesita unos cien años. Es muy contaminante y no se degrada fácilmente. Además, algunos modelos contienen otros zinc, cromo, arsénico, plomo o cadmio (Fraume, 2,008).

Los zapatos deportivos están compuestos por cuero, tela, goma y en algunos casos, espumas sintéticas. Por eso tienen varias etapas de degradación. Lo primero que desaparece son las partes orgánicas de tela o cuero. Sin embargo, su interior no puede ser degradado, simplemente se reduce a moléculas más simples.

400 años

Las bolsas de plástico realizadas en polietileno de baja densidad pueden tardar de 100 a 400 años en degradarse, dependiendo de su espesor y densidad y de las condiciones climatológicas y ambientales. El gran problema es que el plástico, en su proceso de degradación, origina partículas microscópicas que son liberadas al medio ambiente (contaminación blanca) introduciéndose en la cadena alimentaria. Algunas empresas añaden películas al polietileno que poseen un catalizador para acelerar su degradación. Una opción para reducir el volumen de generación de desechos de bolsas plásticas es el uso de bolsas de bioplástico que se degradan de forma natural (Fraume, 2,008).

100 a 1,000 años

Las botellas de plástico son las más rebeldes a la hora de transformarse. Al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan. Enterradas, duran más. La mayoría está hecha de tereftalato de polietileno (PETE), un material difícil de descomponer ya que los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos.

1,000 años

Los vasos desechables de polipropileno (empleados por las compañías de comida rápida) contaminan menos que los de poliestireno, material utilizado en el embalaje de electrodomésticos. El plástico queda reducido a moléculas sintéticas, invisibles pero que siempre estarán presentes en el medio ambiente (Díaz, 1,989).

Más de 1,000 años

Las pilas poseen elementos extremadamente contaminantes y que no se degradan totalmente, como el mercurio, el zinc, el cromo, el arsénico, el plomo o el cadmio. A los 50 años se inicia su degradación, pero seguirán teniendo una carga tóxica durante más de mil años. El mercurio es el metal más nocivo. En contacto con el agua produce metil-mercurio, compuesto que se concentra en las cadenas alimentarias produciendo graves desórdenes del sistema nervioso en los seres vivos. Según estudios especializados, un micrópilo de mercurio, puede llegar a contaminar 600,000 litros de agua, una de zinc-aire 12,000 litros, una de óxido de plata 14,000 litros y una pila común 3,000 litros (Fraume, 2,008).

4,000 años

La botella de vidrio, en cualquiera de sus formatos, es un objeto muy resistente. Aunque es frágil porque se rompe fácilmente, sin embargo para los componentes naturales del suelo es una tarea titánica degradarla, se ha estimado que este tiempo puede llegar a ser hasta de 4,000 años. Formada por arena y carbonatos de sodio y de calcio, es reciclable en un 100% (Fraume, 2,008).

2.5 Gestión de residuos sólidos

La gestión de los residuos inicia con el proceso de recolección, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho, ellos son los materiales producidos por la actividad humana, dicha gestión busca reducir sus efectos sobre la salud y el ambiente. La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos (Carreara, 1,993).

La Gestión integral es definida como la disciplina asociada al control del manejo integral de los residuos y desechos (reducción en la fuente, reuso, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final) de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas públicas (CONADES, 2013).

2.5.1 Manejo integral

El manejo integral combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento del cual derivan beneficios ambientales y económicos que resultan en la aceptación social con una metodología versátil y práctica que puede aplicarse a cualquier región. Esto puede lograrse combinando opciones de manejo que incluyen tratamientos que involucran el reuso, reciclaje, compostaje, biogasificación, tratamiento mecánico-biológico, pirolisis, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios (Tchobanoglous, 1,994).

Un Manejo Integral de Desechos toma en consideración las actividades de reducción desde la fuente generadora, luego la separación de desechos, buscando una reutilización o bien un reciclaje, sin olvidar la posibilidad del coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o

térmico, en las fases de acopio, almacenamiento, transporte y disposición final, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Entendiendo como Co-procesamiento la integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo.

Parte de un manejo integral de desechos incluye la separación, esta puede ser primaria y secundaria, la primaria toma en cuenta la segregación de los residuos sólidos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, la separación secundaria segrega entre sí los residuos sólidos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados, para posteriores procesos de reciclado, entre otros (Barradas, 2,009).

El proceso del reciclado se realiza mediante la transformación de los residuos a través de distintas operaciones que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos, siendo la reutilización el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

2.5.2 Generación

La primera actividad relacionada al proceso de gestión de residuos es en sí, su generación, considerando esta actividad como la acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo, por medio de un generador, que puede ser una persona física o moral que los produce (Fraume, 2,008).

La generación de residuos sólidos es el indicador más importante para dimensionar la escala que deberán tenerlos distintos servicios del manejo de residuos y preverlas dificultades que se encontraran en los procesos (especialmente es un parámetro muy importante para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de recolección y disposición final).

Su cuantía varía entre las distintas localidades de acuerdo con una serie de factores que influyen en su determinación, tales como desarrollo económico, nivel de ingreso, sectores de actividad predominantes, patrones de consumo, cantidad de población de la localidad, grado de urbanización y densidad poblacional, entre otros. (Tello, Martínez, & Daza, 2,010)

2.5.3 Recolección

La recolección de desechos es un proceso que se efectúa de diferentes formas, en Guatemala, existe la recolección puerta a puerta, donde una empresa privada o recolectores individuales pasan de puerta en puerta de las viviendas para recolectar sus desechos, ya sea con camión recolector o una carretilla, a un costo relativamente bajo, en algunos casos los días de recolección están establecidos; pero este sistema cubre un mínimo porcentaje de la población, ya que en su mayoría los pobladores se encargan de la recolección y disposición de sus propios desechos (Fraume, 2,008).

El servicio de recolección y transporte de desechos ha sido históricamente priorizado por los municipios sobre el resto de los servicios de manejo de desechos sólidos. La visibilidad social del accionar municipal, el rechazo popular a la acumulación de los residuos en la puerta de las casas y los peligrosos efectos sobre la salud de la población son aspectos que influyen en gran medida para que así sea.

La recolección de desechos sólidos implica su transporte al lugar donde deberán ser descargados. Este puede ser una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales o bien un relleno sanitario. La recolección y transporte es la actividad más costosa del servicio de aseo urbano; en la mayoría de los casos representa entre 80 y 90% del costo total (Jaramillo, 2,002).

2.5.4 Disposición final

La disposición final de los desechos recolectados es el eslabón final de la cadena de gestión de residuos sólidos como parte del saneamiento ambiental. Es la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos. Puede incluir varias técnicas como los son: Rellenos Sanitarios, Plantas de Incineración, Centros de Valorización y Recuperación incluyendo el Compostaje, Co-procesamiento y otras (Jaramillo, 2,002).

La basura no recolectada se constituye en uno de los grandes factores que ejercen presión al ambiente. La misma suele alimentar los basureros clandestinos tanto del área rural como urbana, aunque una buena proporción de los hogares posee el hábito de quemarla o enterrarla. Estos dos últimos fenómenos suceden con mayor frecuencia en el ámbito rural, en donde mayores extensiones de superficie y la dispersión de las viviendas son propiciadoras de estas prácticas.

2.5.5 Compostaje

En el Compostaje como forma de disposición de los desechos biodegradables, se relaciona a la imitación del proceso de transformación que ocurre en el suelo de un bosque, la fase industrial del proceso lo acelera, intensifica y dirige de manera artificial. Lo que se desea alcanzar en todo este proceso es la transformación de materiales orgánicos biodegradables en materiales biológicamente estables y la reducción del volumen original de los residuos. En este proceso se destruyen los agentes patógenos, huevos de insectos y otros organismos no deseados presentes en los desechos, todo ello para retención el máximo contenido nutricional y utilizar como un producto útil para crecimiento de las plantas (Barradas, 2,009).

2.5.6 Incineración

Otro sistema de disposición final para los desechos es la Incineración, en este proceso térmico de los desechos son sometidos a una oxidación química mediante un exceso de oxígeno. Resultante de ello son producidos gases calientes de combustión, compuestos principalmente de nitrógeno, monóxido de carbono y vapor de agua liberados por las chimeneas de estos equipos y cenizas de fondo que se alojan en la cámara principal de los incineradores.

El proceso en general consiste en secar la basura dentro del horno, elevando la temperatura de la misma hasta el grado de incineración, a la vez que se introduce el aire necesario para la combustión. El poder calorífico de la basura oscila entre límites bastantes amplios de acuerdo con su composición (Barradas, 2,009).

Este método de eliminación es muy utilizado en muchos países pues, presenta una disposición final en términos sanitarios para los desechos y reduce el volumen de dichos desechos hasta en un 90%. Sin embargo las experiencias que se han tenido en Guatemala para eliminar por medio de este método los desechos sólidos urbanos no han sido exitosas, debido a la composición de los desechos, la mayoría de los desechos generados son muy húmedos y se requiere un tratamiento previo de secado, a su vez la cantidad de combustible o energía necesaria para alcanzar los niveles de temperatura y mantenerlos es significativamente alta, representando este hecho en costos muy elevados, lo cual hace ineficiente es método para los desechos mencionados, otro factor a considerar es que en su mayoría son desechos biodegradables por lo que una disposición por medio del compostaje sería lo más adecuado, para los demás desechos que no puedan ser reciclados los Rellenos Sanitarios representan otra alternativa (PNUMA, 2,005).

2.5.7 Rellenos sanitarios

Los Rellenos Sanitarios como lugares de disposición final para desechos se constituyen en obras de infraestructura que involucran métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructuras adicionales, los impactos ambientales. En ellos por lo general son depositados los residuos sólidos urbanos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, además de los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Jaramillo, 2,002).

Es importante definir que un sitio de disposición final tiene el fin de ser un lugar donde se depositan los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en forma definitiva, mientras que un sitio controlado también brinda un lugar de disposición final que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con las especificaciones de impermeabilización, siendo este aspecto de suma importancia si se analiza desde el punto de vista de generación de lixiviados (Carreara, 1,993).

El lixiviado de los desechos debe manejarse de forma apropiada pues el mismo representa una fuente importante de contaminación, ya que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los desechos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro, representando un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

Otro aspecto importante a considerar en el lugar de disposición final de desechos es la generación de biogás, el cual se forma de la mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los desechos sólidos, constituida principalmente por metano y bióxido de carbono. Estos gases son altamente inflamables y explosivos por lo que pueden dar lugar a una combustión espontánea en el sitio, es por ello que en rellenos sanitarios operados de forma apropiada se aprovecha el potencial calorífico de este gas para procesos posteriores de combustión, liberándose de forma controladas. Además, tanto el metano como el bióxido de carbono (CO_2) forman parte del grupo de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales al liberarse a la atmósfera provocan condiciones aptas para un calentamiento global incidiendo en un cambio climático.

El análisis del tiempo de vida útil de un relleno sanitario o un sitio controlado es importante considerarlo cuando se esté efectuando el tiempo de planificación del sitio, ya que establece el periodo de tiempo en que el sitio de disposición final será apto para recibir los desechos sólidos urbanos y de manejo especial. El volumen de los residuos y material térreo depositados en este periodo, es igual al volumen de diseño del mismo.

Para todo proceso de manejo o gestión de desechos debe ir acompañado de un monitoreo ambiental, el cual se enfatiza en acciones para la verificación periódica del grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos para evitar la contaminación del ambiente por cualquier vía, ya sea aire, agua o al suelo.

Un Plan de Manejo presenta un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y generadores de residuos, según corresponda (Secretaría General de México, 2,012).

2.6 Desarrollo sostenible y residuos sólidos

El manejo adecuado de los desechos y residuos sólidos ha representado desafíos no solo a nivel nacional, sino a escala mundial, evidencia de ello es la visión de las consecuencias ambientales a nivel mundial. Una de estas consecuencias es la problemática ambiental, enfatizada en el cambio climático, relacionada directamente por la generación de gas metano producido por la descomposición de los desechos, es por ello que al analizar los efectos se decide integrar el manejo de desechos a la temática de desarrollo sostenible.

El concepto de desarrollo sostenible empezó a desarrollarse a mediados de la década de 1960. Sin embargo, no es hasta el año 1992 en que el concepto de sostenibilidad ambiental comenzó a aplicarse más específicamente en relación al manejo de los residuos sólidos. (MARN, 2,009).

En 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), que tuvo lugar en Rio de Janeiro, Brasil, el proceso de consolidación del concepto de desarrollo sostenible recibió otro fuerte impulso. Se creó la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y se aprobaron cinco documentos principales: la "Declaración de Rio sobre medio ambiente", la "Agenda XXI", la "Convención marco sobre cambios climáticos", la "Convención sobre diversidad biológica" y la "Declaración de principios sobre el manejo, conservación y desarrollo sustentable de todos los tipos de bosques". (Tello, Martínez, & Daza, 2,010).

La Agenda XXI recomendó implantar prácticas de reducción de la generación de desechos, aumento del reciclaje y el reuso de los residuos y disposición de los mismos de forma ambientalmente segura.

La Agenda XXI establece objetivos y metas específicas para cada una de esas cuatro áreas de programas y describe tanto las actividades necesarias para alcanzarlos, como el rol que cada uno de los actores intervinientes debería asumir para desarrollarlas, incluyendo a gobiernos, organismos internacionales, ONG y grupos de consumidores (Tello, Martínez, & Daza, 2,010).

Entre las metas que se establecieron en los distintos programas se destacan:

a. Contar con capacidad nacional, regional e internacional suficiente para obtener, tratar y analizar la información relativa a los desechos para el año 2000
b. Poder disponer, durante el mismo año, de capacidad suficiente para vigilar los efectos de la contaminación debida a los desechos y mantener una vigilancia sistemática
c. Tratar adecuadamente al menos el50% de los desechos sólidos al llegar el año 2005
d. Haber establecido para el año 2010 un programa nacional que incluya objetivos para el reaprovechamiento y el reciclado eficaces de los desechos.

El cumplimiento de estas metas establecidas hasta la actualidad se ha visto muy pobre, en algunos casos se ha generado información de desechos de una forma muy general; pero las capacidades para la vigilancia y el tratamiento de los desechos se han presentado muy escasas, situación que refleja la carencia de programas nacional para un manejo eficiente y ambiental de dichos desechos.

2.7 Situación de América Latina en el manejo de desechos

La región de América Latina y el Caribe se encuentra altamente urbanizada, con un 79% de su población viviendo en ciudades. La concentración resultante de personas, comercio e industria en zonas urbanas da lugar a una creciente cantidad de residuos sólidos que deben ser recolectados, transportados, tratados y dispuestos de forma segura, a fin de proteger la salud de la población y el medio ambiente. A lo largo de América Latina y el Caribe, los alcaldes notan que la gestión de residuos sólidos es una prioridad, pero el logro de finanzas sostenibles y cooperación publica plena con los sistemas de residuos sólidos es un desafío, así como lo son el fortalecimiento

de las instituciones de residuos sólidos y la creación de un clima de confianza que atraiga a los inversores del sector privado. (Tello, Martínez, & Daza, 2,010)

La información obtenida en la Evaluación de Residuos 2010 y los avances identificados permiten suponer que una cantidad creciente de gobiernos de América Latina y el Caribe está tomando conciencia sobre los impactos negativos que una mala gestión de los residuos sólidos tiene sobre su población y el medio ambiente. Los avances registrados durante estos últimos ocho años en cuanto a políticas, normativa y cobertura de los servicios dirigen a esa línea de pensamiento. Sin embargo, el camino hacia una gestión adecuada de los residuos sólidos recién se ha iniciado, varias líneas de acción deben profundizarse para lograr el objetivo en común de desarrollo sostenible en países de la región.

Al comparar los datos de la Evaluación de Residuos en América Latina 2,010 con datos recogidos por una encuesta regional anterior de Evaluación de Residuos en Latinoamérica en el 2,002, la evaluación revela que las tasas de cobertura de los servicios han mejorado en toda la región para el barrido de calles, recolección y disposición final. Por ejemplo, mientras que la población urbana en América Latina aumentó en 63 millones durante el período, más de 111 millones de habitantes urbanos recibieron servicios de recolección en ese mismo lapso. Más impresionante aún, más de la mitad de la población urbana en América Latina tiene ahora sus residuos dispuestos en rellenos sanitarios adecuados, frente a menos de un cuarto ocho años atrás, lo que equivale a 167 millones de personas adicionales servidas. Muchos de estos rellenos sanitarios han sido financiados en parte por créditos de carbono provenientes de la recuperación y combustión de gas metano en rellenos sanitarios y la venta de energía recuperada. Estos son logros impresionantes, aunque no son necesariamente uniformes en todos los países o en todas las ciudades dentro de un país. (Tello, Martínez, & Daza, 2,010)

Los datos también revelan que las ciudades están gastando más en la gestión de residuos sólidos, y los costos unitarios (US$ por tonelada) han aumentado considerablemente en los últimos ocho años. Sin embargo, la recuperación de costos sigue rezagada, dado que las ciudades a lo largo de la región sólo logran facturar y cobraran los usuarios, a través de aranceles y cuotas, cerca de la mitad de los costos medios actuales.

Sin lugar a dudas uno de los factores determinantes para un aumento en niveles de disposición final adecuada está relacionado con el desarrollo de una normativa actual más exigente en materia de disposición final, la cual prohíbe la existencia de vertederos a cielo abierto y define específicamente las características técnicas que debe tener una solución adecuada y más importante aún en la decisión política de algunos estados nacionales y subnacionales de hacer cumplir la normativa. En general, la región ha avanzado significativamente en la normativa del sector, con la promulgación de la ley marco de residuos sólidos en siete países de la región Argentina, Perú, Paraguay, México, Venezuela, Costa Rica y Brasil (Tello, Martínez, & Daza, 2,010).

Es destacable también que en todas esas leyes nacionales se resalte la necesidad de implementar programas de valorización de los residuos, separación en fuente y reciclaje y de buscar la sostenibilidad financiera de los servicios. El concepto del ciclo completo de producción y

consumo de los materiales, también empieza a estar presente en la sanción de algunas leyes de responsabilidad compartida de los residuos.

Si bien la toma de conciencia de la necesidad de planificación ha sido un paso clave en el avance, la elaboración de planes regionales y municipales para la gestión adecuada de los residuos sólidos se encuentra muy retrasada en algunos países, lo que atenta contra la coordinación de actividades de los actores involucrados y su cooperación en la búsqueda de objetivos comunes.

Incluso cuando la guía de una planificación nacional o regional no se encontrara presente, los municipios han abordado por su cuenta la realización de planes de manejo integral de los residuos. Aun así, el porcentaje total de municipios de América Latina y el Caribe que cuentan con una planificación adecuada no alcanza al 20%. La falta de información confiable impide no solo una adecuada planificación del servicio sino que también dificulta el manejo adecuado del mismo.

2.8 Situación nacional del manejo de desechos

De acuerdo con estudios y estimaciones la República de Guatemala tiene una generación per cápita de residuos y desechos comunes que oscila entre 0.48 kg/hab/día y 0.61 kg/hab/día. Teniendo en cuenta que la proyección estimada de población para el año 2012 es de 15.073.375habitantes, se estima una generación de aproximadamente 8,200 toneladas diarias de residuos y desechos comunes, de esta el 50% de residuos y desechos se genera en el área metropolitana, donde los residuos y desechos son dispuestos en un botadero controlado. A nivel país se tiene una cobertura del servicio de recolección del 77,7 %, de estos se disponen sanitariamente el 15,4% de los residuos generados, el 9,6% se dispone en botaderos controlados, y el resto (75%) en basureros a cielo abierto o botaderos (CONADES, 2,012).

En más de 254 municipios, de los 334 que componen el territorio nacional, los cuales están distribuidos en 22 departamentos, de acuerdo con la Identificación de basureros y disposición final de las basuras, al 30 de noviembre de 2007, se identificó la existencia de 1,173 basureros, donde en 454 de estos, los desechos son arrojados sobre vertientes de agua y en ríos o lagos (CONADES, 2,012).

Esta falta de gestión y manejo de los residuos desechos sólidos en Guatemala, puede definirse como uno de los principales indicadores de la contaminación creciente en el país, que ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales y los ecosistemas, mostrando una degradación de su ambiente, que es evidente y alarmante.

2.9 Riesgos en salud

El riesgo en salud es la probabilidad de que un objeto material, sustancia o condición pueda, potencialmente, desencadenar perturbaciones en la salud o integridad física de un ser humano o grupo de personas en un área específica, es un riesgo al que está expuesto cierto grupo de la población por vivir, trabajar o permanecer cerca de fuentes de contaminación ambiental. Los

grupos más vulnerables son mujeres embarazadas, bebes, niños menores de 5 años, enfermos y ancianas/os, dependiendo de las condiciones físicas que posean.

Las vías de contaminación al cuerpo humano pueden ser por ingestión de un contaminante o residuos de este, inhalación o contacto dérmico, ya sea por aire, agua suelo o residuos. Dependiendo del tipo de contaminante serán los efectos a la salud que pueda ocasionar, desde problemas respiratorios, enfermedades gastrointestinales, intoxicación y cáncer, hasta la muerte (PNUMA, 2,005).

El manejo inadecuado de los residuos sólidos produce múltiples impactos negativos sobre la salud de las personas y el medio ambiente. Por un lado, si bien la falta de estudios epidemiológicos no ha permitido corroborarlo directamente, se reconoce que existen agentes en la basura causales de determinadas afecciones a la salud de las personas. Los residuos no recolectados o no dispuestos finalmente de una forma sanitariamente adecuada pueden ocasionar un aumento en el número de casos registrados de enfermedades como dengue, leptospirosis, distintos trastornos gastrointestinales, dificultades respiratorias e infecciones dérmicas, efectos que son amplificados cuando la población carece de servicios de saneamiento básicos. Dichos cuadros provocan, a su vez, frecuentes procesos diarreicos y parasitarios que pueden converger en episodios de desnutrición infantil (Tyler, 2,002).

Cuando los residuos se disponen en basurales a cielo abierto, o vertederos no controlados, también son fuente de proliferación de vectores de enfermedades, como insectos y roedores. Asimismo, dado que estos lugares normalmente no cuentan con la debida protección perimetral para impedir el ingreso, es común encontrar en los mismos animales como perros, gatos, y hasta ganado y animales de granja como cerdos.

Los vectores se asocian frecuentemente al mal manejo de desechos sólidos, pues proporcionan condiciones ideales para su proliferación, lo cual aumenta el riesgo a la salud humana, ya que un vector es un mecanismo, generalmente un organismo, que transmite un agente infeccioso desde los individuos afectados a otros que aún no portan ese agente. Por ejemplo los mosquitos de la familia culícidos son vectores de diversos virus y protistas patógenos. La mayor parte de los vectores son insectos hematófagos, puesto que los virus y bacterias encuentran un medio fácil de transmisión por contacto directo a la circulación sanguínea, muchos de estos vectores encuentran un ambiente propicio para su proliferación en los botaderos dadas las características de los mismos. Se entiende por Agente Infeccioso a un microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso (Tyler, 2,002).

Mamíferos, pájaros, artrópodos e insectos tienen el potencial de transmitir enfermedades a los humanos. Las plagas que transmiten enfermedades se denominan vectores.

Entre las consecuencias de la proliferación de vectores se encuentran las enfermedades por contaminación con Desechos, entre ellas se pueden citar las siguientes:

Tabla 1 Enfermedades por vectores

Vector	Enfermedades por vectores
Mosquito	Chikungunya, Virus del Dengue, Virus del Nilo Occidental y Fiebre amarilla
Mosquito Anopheles	Malaria
Aves	Gripe Aviar
Pulgas	Peste bubónica
Moscas comunes	Tifus, Disentería y Cólera
Ratas	Leptospirósis, Peste bubónica (por medio de las pulgas), Leishmaniasis (a través de jején)
Jenjén	Leishmaniasis
Garrapatas del género Ixodes	Enfermedad de Lyme
Insectos triatomine	Enfermedad de chagas
Mosca tsetsé	Tripanosomiasis humana africana (enfermedad del sueño)

Fuente: (Rentokil, Enfermedades transmitidas por vectores, 2,010)

Otros impactos negativos en la salud de las personas del manejo inadecuado de los residuos tienen su origen en la emisión de sustancias peligrosas producto de la quema de basura al aire libre y la incineración de los desechos sin equipos de control adecuados, entre estas sustancias las más peligrosas que se pueden mencionar son las dioxinas y furanos, que son sustancias tóxicas y cancerígenas. Los episodios presentados por la población expuesta a los gases pueden ir de dificultades respiratorias e infecciones dérmicas a cuadros más graves. Dado que no existe una selección de residuos previa a los procesos de quema que se realizan comúnmente en basureros a cielo abierto y zonas rurales, la incineración de residuos plásticos, industriales, pilas, baterías, etc., produce principalmente dioxinas y furanos, lo cual aumenta significativamente el riesgo en salud de la población.

Los riesgos para la salud humana generados por la exposición a la emisión de dioxinas y furanos afectan principalmente a algunos grupos de pobladores locales que residen o desarrollan sus tareas dentro o en los alrededores de sitios de disposición final no controlados y a comunidades, generalmente pobres, donde los residuos no recolectados se queman (PNUMA, 2,005).

2.9.1 Población más vulnerable

En general, los impactos de la mala gestión de los residuos sobre la salud pueden observarse en toda la población, pero especialmente se reflejan, de menor a mayor en la siguiente escala: (Tello, Martínez, & Daza, 2,010).

a. Trabajadores formales del sector
b. Población urbana sin servicio de recolección domiciliaria
c. Población adyacente o dentro de un radio cercano, a sitios de disposición final no adecuados
d. Personas dedicadas a la selección y recuperación de materiales reciclables en la calle, lugares de almacenamiento y sitios de disposición final, llamados comúnmente segregadores o trabajadores informales de los residuos, quienes realizan su trabajo en condiciones antihigiénicas y entre los que se destaca un porcentaje significativo de mujeres y niños
e. Niños y adolescentes de la calle, e indigentes sin techo o vivienda, quienes se alimentan directamente de residuos domésticos encontrados en bolsas y contenedores de recolección.

2.10 Impactos ambientales

Existen diversos riesgos a los que el ambiente está altamente expuesto por contaminación generada por un manejo inadecuado de desechos, los impactos se pueden presentar al medio atmosférico, suelos, recursos hídricos y elementos bióticos.

2.10.1 Impactos atmosféricos

Debido a la degradación de la materia orgánica presente en los residuos produce una mezcla de gases conocida como biogás, compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono, los cuales son reconocidos gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al proceso de cambio climático. Además por la quema de desechos a cielo abierto, se producen dioxinas y furanos, altamente dañinas por sus propiedades de toxicidad, estabilidad química y bioacumulación en los tejidos grasos de los animales (Díaz, 1,989).

2.10.2 Impactos al suelo

El derrame al suelo producido por los desechos que contienen aceites, grasas, metales pesados y ácidos, entre otros residuos contaminantes, altera de forma significativa las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos.

2.10.3 Impactos a los recursos hídricos

Aguas superficiales y subterráneas son alteradas en sus características hidráulicas y calidad del agua por contaminación, estos contaminantes se pueden agrupar de la siguiente forma: (Díaz, 1,989)

- Microorganismos patógenos (bacterias, virus, protozoos y otros organismos transmisores de enfermedades)

- Desechos orgánicos (materiales que puedan descomponerse por bacterias aeróbicas)
- Sustancias químicas inorgánicas (ácidos, sales y metales tóxicos)
- Nutrientes vegetales inorgánicos (nitratos y fosfatos, que provocan crecimiento desmesurado de algas)
- Compuestos orgánicos (petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc.)
- Sedimentos y Materiales suspendidos
- Sustancias radioactivas (isótopos radioactivos)
- Contaminación térmica (generada por procesos industriales o centrales de energía)

2.10.4 Impactos bióticos

Alteración de la flora y la fauna. La falta de recolección y tratamiento de los líquidos lixiviados en los sitios de disposición final es un ejemplo claro de los múltiples impactos negativos sobre el medio ambiente de una gestión deficiente de los residuos. Su derrame, provocado por la disposición inadecuada de los desechos, contamina el suelo y las aguas subterráneas, dañando a la agricultura y afectando la flora y la fauna. Incluso la contaminación puede encontrarse en aguas superficiales, significando la pérdida del recurso para el consumo humano o recreativo.

Los impactos sobre el ambiente son mayores cuando se considera el término en su concepción amplia. La emisión de olores molestos, humo y gases peligrosos, y el deterioro paisajístico por soluciones no adecuadas de disposición final, potencian la pérdida de valor de los terrenos e inmuebles de la zona de influencia. La gestión deficiente de los residuos también produce otros impactos sobre la actividad económica, afectando las exportaciones, el turismo y el desarrollo local (Sanz, Ecología Verde, 2,012).

2.11 Aspectos socioculturales

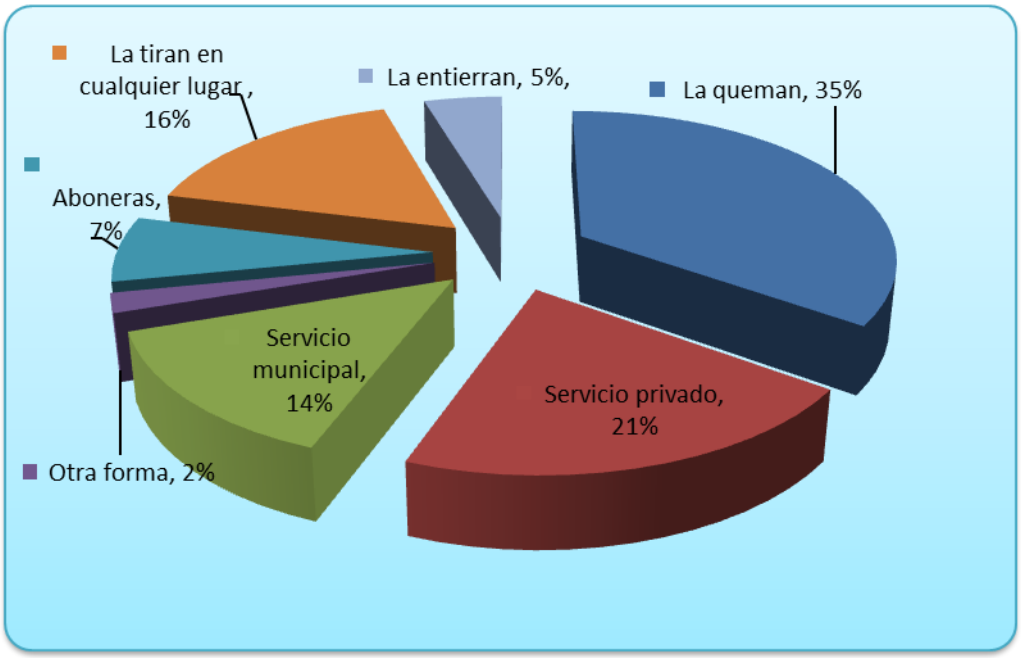
La cultura definen mucho de la relación que tiene una sociedad con el cuidado y respeto del ambiente, parte de esta relación es el manejo que le brindan a los desechos sólidos que son generados, desde los hábitos de consumo, los materiales utilizados en los productos, el lugar y la forma de disponer de los desechos, terminando con la disposición final seleccionada (Vargas, 2,007).

La relación entre la generación de desechos y las tasas demográficas es muy estrecha, ya que estas sirven para medir los flujos demográficos en relación a una población, además permiten efectuar con mayor facilidad comparaciones entre dos poblaciones, aunque tengan diferente tamaño absoluto, las mismas aportaran información valiosa del municipio en estudio para conocer los movimientos en diferentes variables de la población en cuestión (MARN, 2,009).

Las estadísticas ambientales son herramientas que permiten visualizar una parte de los impactos que provoca una sociedad o población al ambiente, es un área de importante crecimiento motivado por la gran cantidad de métodos estadísticos que se requieren en la solución de problemas complejos y multidisciplinarios relacionados con el análisis de datos ambientales, problemas de muestreo y diseño de redes de medición, análisis de datos espaciales, análisis de tendencia en series de tiempo ambientales y el análisis de valores extremos. Una información estadística muy importante son las diferentes formas de eliminación de los desechos

sólidos de los hogares, la cual se observa en la siguiente gráfica**,** la cual representa información a nivel nacional.

Figura 7 Formas de eliminación de los desechos



Fuente: (Instituto Nacional de Estadística , 2,008)

La estadística de salud de una población es la información numérica que facilita el conocimiento de una comunidad, sus problemas de salud, los recursos disponibles y la planificación, administración y evaluación de las acciones que tienden a mejorar su estado sanitario.

El Índice de generación de desechos sólidos recopila un grupo de información específica para calcular la generación de residuos por habitante, se presenta por lo general en Kilogramos por habitante al día, puede estudiarse desde el punto de vista de nivel de ingresos económicos por familia o promedio poblacional per cápita de generación de residuos sólidos, lo cual beneficia al conocimiento de los aspectos socioeconómicos y como inciden estos en la generación de desechos. De forma esquemática se presenta a continuación el Esquema del Marco Conceptual.

El siguiente esquema muestra de forma visual como está compuesto el Marco Conceptual en el que se basó el análisis y las propuestas del Plan de Manejo de Desechos Sólidos, bajo la concepción de criterios en las líneas de Gestión de Residuos Sólidos, Riesgos en Salud, Aspectos Socio-Culturales y Fundamentos Jurídicos, este último representa el Marco Legal aplicable.

Figura 8 Marco conceptual del Plan de manejo de desechos sólidos

Elaboración propia**.**

2.12 Marco legal de la gestión de desechos en Guatemala

Los principales fundamentos jurídicos en los cuales se ampara el manejo y la disposición final de desechos sólidos en Guatemala, son representados por diferentes instrumentos legales, los cuales se presentan a continuación en el siguiente gráfico.

Figura 9 Marco legal de la gestión de desechos sólidos

Elaboración propia.

a. Constitución Política de la República de Guatemala (Actualización Agosto, 2,002 por la Corte de Constitucionalidad)

La Constitución Política de la República por ser el instrumento legal de mayor jerarquía en la legislación nacional debe contar con una especial importancia en la consideración de los artículos aplicables a la temática de manejo de desechos en Guatemala, por lo que se presentan los siguientes artículos extraídos de dicho documento:

Artículo 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado: inciso c) Adoptar medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

En los anteriores artículos se establecen directamente las obligaciones del Estado y las Municipalidades, en conjunto con los habitantes para prevenir la contaminación ambiental, sin embargo una de las causas de la generación de esta contaminación se da por las disposiciones inadecuadas de desechos, contaminando los recursos naturales que se plasman en los artículos 97 y 119.

b. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86 y sus reformas Decretos Nos. 75-91 y 90-2000 del Congreso de la República)

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente es la ley marco en materia ambiental a nivel nacional, su propósito fundamental radica en velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. Para lo cual establece como objetivo de la ley la creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente (Artículo 12, inciso e).

En esta ley se plasman diferentes artículos encaminados a la preservación de los recursos naturales por contaminación ambiental, sin embargo es el siguiente artículo en donde se establece de forma específica lo relacionado al tema de los desechos sólidos en Guatemala a nivel de emisión de reglamentos, aún a la fecha existe un vacío legal en esta temática.

Artículo 16, Inciso B, define que se emitirán reglamentos para regular "…la descarga de cualquier tipo de substancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, la fauna y a los recursos o bienes"

c. Código de Salud (Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala)

El Código de Salud, impulsado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, establece las bases de la normativa de salud a nivel nacional, considerando que el mayor riesgo provocado por una mala disposición de desechos impacta directamente a la salud de la población, se establecen los siguientes artículos en relación a esta temática.

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

Artículo 72. Programas de prevención y control de riesgos ambientales: El Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las Municipalidades y la comunidad organizada con todas las instancias apropiadas, sean públicas o privadas, promoverán el desarrollo de programas de cuidado personal y de reducción de riesgos a la salud vinculados con desequilibrios ambientales, y ocasionados por contaminantes químicos, físicos o biológicos.

En el artículo anterior claramente involucra como responsables de programas de prevención y control de riesgos ambientales al Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las Municipalidades y la comunidad organizada, ello permite un espacio directo para programas de manejo de desechos.

En la Sección IV de dicho Código, se refiere a las condiciones para el manejo, disposición final y responsables de las mismas en los siguientes artículos: Artículo 102. Responsabilidad de las Municipalidades, Artículo 103. Disposición de los Desechos Sólidos, Artículo 104. Lugares Inadecuados, Artículo 105. Sitios y Espacios Abiertos, Artículo 106. Desechos Hospitalarios, Artículo 107. Desechos sólidos de la industria y comercio y Artículo 108. Desechos sólidos de las empresas agropecuarias.

En los artículos antes mencionados se establece una responsabilidad directa de las municipalidades referente al manejo y disposición final de desechos, así como las condiciones sanitarias en las que se deben realizar las actividades de manejo de desechos.

d. Código Municipal (Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala)

En el Código Municipal en donde se norman las actividades de las municipalidades nacionales, se presentan los siguientes artículos aplicados al tema en estudio.

Artículo 68. Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios y son las siguientes:

a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato.

l) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio

Una de las competencias directas de las municipalidades tal como se establece en el artículo anterior es la recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, así como la limpieza y el ornato público, en la actualidad por diferentes circunstancias propias de cada municipalidad este competencia no se cumple a cabalidad, de ello repercute un manejo inadecuado de desechos no solo a nivel municipal, sino a nivel nacional.

Artículo 150. Faltas. Serán sancionadas las faltas que estén expresamente consignadas en las ordenanzas, reglamentos, acuerdos y disposiciones municipales, que tengan que observar los vecinos, transeúntes y personas jurídicas en la circunscripción municipal de que se trate.

Las multas se graduarán entre un mínimo de cincuenta quetzales (Q.50.00), a un máximo de quinientos mil quetzales (Q.500, 000.00), según la naturaleza y gravedad de la falta. Sin embargo, cuando la gravedad de la falta afecte notoriamente los intereses del municipio, el monto del rango superior de la sanción podrá elevarse al cien por ciento (100%) del daño causado.

En los artículos anteriores se expresa el derecho de sancionar faltas por incumplimiento de las ordenanzas municipales, entre ellas reglamentos municipales, entre ellos puede incluirse reglamentos específicos de manejo de desechos para un municipio, mancomunidad o convenios de municipalidades.

e. Política Nacional para el Manejo Integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 111-2005)

Es una Política que busca la participación e involucramiento de todos los entes de la sociedad guatemalteca, haciendo conciencia del manejo integrado de los desechos y residuos sólidos urbanos definido como el conjunto de procedimientos y estrategias que conforman el sistema de separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final y cuya meta es promover el establecimiento de una gestión integral que sea ambientalmente compatible y económicamente viable, así como la introducción de prácticas de producción más limpia incorporando la dimensión ambiental en su concepción y desarrollo. El responsable del cumplimiento de esta política es la Comisión Nacional de Desechos Sólidos CONADES.

En cuanto a los objetivos que persigue esta política, se encuentran los siguientes:

- Hacer que las instituciones públicas involucrada en el manejo integral de los residuos y desechos sólidos funcionen con eficiencia y eficacia en la administración y financiamiento de los servicios municipales.
- Hacer funcional el marco jurídico y normativo que regule el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
- Cambiar hábitos de la población en cuanto a la cultura de producción, consumo, manejo y disposición de los residuos y desechos sólidos.
- Propiciar la valoración económica de los residuos y desechos sólidos y de los servicios relacionados.
- Propiciar la creación y aplicación de instrumentos económicos destinados a mejorar las condiciones de producción y manejo de residuos y desechos sólidos.

A la fecha el cumplimiento de esta política ha sido muy limitado, pues jurídicamente no se le brindó un carácter de cumplimiento obligatorio para los generadores de desechos en materia de manejo y disposición final, por lo que aún no se han creado instrumentos legales derivados de esta política para su aplicación.

f. Política Marco de Gestión Ambiental (Acuerdo Gubernativo 791-2003)

El objetivo de la política es fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promoviendo el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción limpia en los procesos productivos, fomentando el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental previniendo y minimizando los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente.

g. Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 63-2007)

Esta política considera que la protección y conservación del ambiente y los recursos naturales debe coadyuvar al aumento de la productividad y el crecimiento económico y éste a su vez deberá ser sustentable y equitativo con la sociedad y la naturaleza para orientar el desarrollo sostenible del país.

Así mismo los compromisos asumidos por el Estado en el marco de la Agenda 21 (Cumbre de la Tierra 1992 Brasil), la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible y el Plan Nacional de acción Ambiental, establecen la necesidad de contar con un marco institucional, que permita la protección y mejoramiento del ambiente en general y del manejo de los residuos sólidos en particular, como uno de los contaminantes significativos del ambiente, privilegiando el rehúso, reciclaje y el fomento de sistemas de responsabilidad empresarial compartida y extensiva hasta los usuarios finales.

Los anteriores instrumentos legales que se mencionan conforman el grupo leyes nacionales vigentes que se pueden aplicar al manejo de los desechos sólidos, sin embargo se observa frecuentemente en las calles desechos tirados y el aumento de los botaderos clandestinos en diferentes puntos cercanos a la población. Según el Marco Legal analizado son las Municipalidades las responsables de controlar y ejecutar directamente el manejo y disposición final de los desechos sólidos originados dentro del municipio, incluso pueden existir alianzas estratégicas para este manejo, entre varias municipalidades o mancomunidades, las mismas municipalidades tienen la facultad de formular planes, políticas y programas para la gestión de los desechos, incluso están en la capacidad de imponer sanciones con diferentes montos dependiendo la severidad de la falta; pero desafortunadamente esto no se cumple en la práctica, pues el volumen generado de desechos de cada municipio por lo general sobrepasa la capacidad administrativa, técnica y económica de las municipalidades, quienes con presupuestos limitados priorizan otro tipo de obras para los municipios, tomando solo acciones paleativas de disposición final, evidenciando la falta de mecanismos para deshacerse de los desechos de manera adecuada.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, es otra institución que puede apoyar en la aplicación de las leyes desde el punto de vista ambiental, por medio de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente; buscando cumplir el objetivo de los derechos de cada ciudadano de vivir en un ambiente sano libre de contaminación, por ello parte de sus atribuciones las enfoca a regular por medio de licencias ambientales en los planes de manejo, un plan de manejo y disposición de desechos para toda obra o proyecto que ingrese su estudio de impacto ambiental, además imparte constantemente programas de capacitación de manejo de desechos, ferias de reciclaje, entre otras. Sin embargo el complejo problema de los desechos también supera la capacidad de poner en práctica la legislación ambiental, ejemplo de ello es la carencia de la mayoría de botaderos municipales de sus respectivos estudios de impacto ambiental.

Fue por iniciativa del Ministerio de Ambiente que fue creada la Política Nacional de Manejo Integral de Desechos y Residuos Sólidos, donde define a la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos como responsable de su ejecución, amparado en el acuerdo gubernativo 234-2004, donde se establece a la comisión como el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas Nacionales e involucra a los principales actores nacionales en el tema, como son: el MARN que ejerce la presidencia, el Ministerio de Salud y Asistencia Social, el Comisionado Presidencial para el Desarrollo Local, la Secretaria General de Programación y Planificación (SEGEPLAN), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la Asociación Nacional de

Municipalidades (ANAM), y la Coordinadora de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF).

La ejecución que se deseaba de la Política Nacional para el Manejo Integral de Desechos Sólidos no ha alcanzado los resultados esperados, ya que dicha política se basa en las alianzas con distintos sectores, bajo la coordinación de CONADE, sin embargo jurídicamente CONADES no tiene potestad para ejercer presión para el cumplimiento de las estrategias establecidas por estos sectores, presentados en la política, de ello se formuló una ley específica para el manejo de desechos sólidos en el 2,008; pero la misma esta entrampada en el Congreso de la República y esta desactualizada en relación a las condiciones actuales.

Tabla 2 Resumen de la normativa legal y competencias en materia de desechos sólidos

Institución	Norma	Competencia
	Constitución Política de la República	Derecho a la salud. Obligación del Estado sobre salud y asistencia social. Medio Ambiente y equilibrio ecológico. Principios del Régimen Económico y social. Descentralización y Autonomía. Autonomía Municipal. Asignación para las municipalidades. Promoviendo en la población guatemalteca la construcción de una cultura ambiental mediante la transmisión, aplicación de conocimientos, formación de valores y actitudes que conduzcan al desarrollo sostenible del país.
MAGA **MARN** **MSPAS** **MEM** **MINECO**	Ley del Organismo Ejecutivo	Elaboración y ejecución de las políticas de gobierno; Actuación Ministerial de asuntos propios de su ramo. Rectoría sectorial de las políticas públicas.
MARN	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	Regula lo relativo al ambiente, determina los principios fundamentales de la prevención y conservación del ambiente. Regula lo relacionado a la aprobación del Estudio de impacto ambiental. Manda la emisión de reglamentos y políticas ambientales. Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basura, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo con las normas de calidad de agua.
	Comisión Nacional para el manejo de los residuos sólidos	Órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos. Interactúan las siguientes instituciones: MARN, MSPAS, INFOM, ANAM, CACIF Y

		SEGEPLAN.
	Ley de Fomento de la difusión de la conciencia ambiental	Promover y difundir acciones que reduzcan la contaminación de desechos sólidos, visual, auditiva, de aire, agua, suelo y del ambiente en general. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, promoverá incluir dentro de la política ambiental del país, por el Ministerio de Educación, los programas de estudio y reforzado a través de los medios de comunicación social, en forma permanente. Así mismo promover y difundir acciones que reduzcan la contaminación de desechos sólidos, visual, auditiva, de aire, agua, suelo y del ambiente en general.
	Ley de Educación Ambiental	El Ministerio de Educación en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales llevarán a cabo todas las acciones necesarias para dicho fin. Tiene por objeto incluir la educaci6n ambiental permanente en el sistema educativo nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar, en sus distintas modalidades; en centros educativos públicos, privados y por cooperativas, en el entorno multilingüe, multiétnico y pluricultural.
	Reglamento orgánico interno del MARN	Establece la estructura orgánica del MARN, así como su competencia como ente rector en el ámbito ambiental del país, además señala las atribuciones de las diferentes dependencias y de los funcionarios.
	Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental	Regula la aprobación de los Instrumentos Ambientales, para el cumplimiento del artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
	Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos	Caracterización de lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales; forma de disponerlos; y el control de las empresas que se dedican a esta actividad.
	Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos	El manejo de los desechos debe tener un tratamiento integral en el que se prevenga y reduzca la nocividad, que transforme los modelos actuales de manejo hacia un modelo sostenible, asegurando la puesta en obra de sistemas de gestión optimizada y adaptada de los residuos urbanos comunes, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, siendo necesario implementar un plan nacional de coordinación y manejo de los diferentes tipos de desechos en el país, para propiciar las acciones de los distintos

		entes responsables de su manejo. Su objetivo es reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país más limpio y ordenado que brinde a su población un ambiente saludable. La Comisión (CONADE) debe generar, administrar y difundir la siguiente información: niveles de contaminación que producen los residuos y desechos sólidos; manejo integral de los desechos residuos y desechos sólidos; marco jurídico y normativo que regule el manejo integral de los residuos y desechos sólidos; cultura de producción, consumo, manejo y disposición de los residuos y desechos sólidos; proceso de auditoría social para un ambiente saludable; valoración económica de los residuos y desechos sólidos y de los servicios relacionados; estándares y normas ambientales nacionales, estándares internacionales; tecnologías adecuadas para el manejo y disposición final de los residuos y desechos sólidos; incentivos económicos por condiciones de producción y manejo de residuos sólidos; censos de basura.
	Política marco de la gestión ambiental	Es el marco de referencia en el ámbito nacional, al servicio del Estado para orientar planes, programas y proyectos vinculados a mantener la calidad ambiental y la sostenibilidad de la biodiversidad y los recursos naturales
	Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales	Principios que orientan el actuar de los sectores, creación de espacios de generación de alianzas. MARN debe realizar las acciones de coordinación con la institucionalidad ambiental, en la elaboración de políticas y programas específicos y su correspondiente reglamentación en las áreas de: (…); b. Mejoramiento de la calidad ambiental: Control de la contaminación del agua, aire, audial, visual, lumínica, electromagnética y del suelo por desechos sólidos. Productos químicos y sustancias peligrosas.
	Política nacional de cambio climático	Dentro de las medidas de mitigación, en cuanto a al manejo de desechos, contempla que las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por la disposición de desechos se disminuyan de acuerdo con las acciones enmarcadas dentro de esta política. Que se cuente a

		nivel nacional con la propuesta de implementación y construcción de sistemas de tratamiento de desechos.
	Política nacional de producción más limpia	Dentro de los objetivos específicos se encuentran promover la aplicación de producción más limpia en la fabricación y generación de productos y la prestación de servicios, contribuyendo al uso integral de los bienes y servicios naturales, la disminución de la generación de desechos y emisiones, y el cumplimiento de la regulación ambiental.
	Prohibición de quema de llantas	Prohíbe en el territorio nacional la quema indiscriminada de llantas.
	Unidad de coordinación para el manejo ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos	Coordina a nivel nacional, regional e interinstitucional el manejo ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos.
MSPAS	Código de Salud	El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en coordinación con las instituciones del sector, en relación con el ambiente, promoverá las acciones de promoción y prevención buscando el acceso de la población con énfasis en la de mayor postergación, a servicios de agua potable, adecuada eliminación y disposición de excretas, adecuada disposición de desechos sólidos, higiene de alimentos, disminución de la contaminación ambiental. El Gobierno Central u otras dependencias públicas podrán, en coordinación con los planes, programas y proyectos de desarrollo municipal, prestar servicios locales cuando el municipio lo solicite. Los hospitales públicos y privados que por su naturaleza emplean o desechan materiales orgánicos o sustancias tóxicas, radiactivas o capaces de diseminar elementos patógenos, y los desechos que se producen en las actividades normales del establecimiento, sólo podrán almacenar y eliminar esos desechos en los lugares y en la forma que lo estipulen las normas que sean elaboradas por el Ministerio de Salud. Los hospitales quedan obligados a instalar incineradores para el manejo y disposición final de los desechos, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas en el reglamento respectivo. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos

		industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia. Los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan, a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas. Contiene un capítulo sobre la regulación del manejo de los desechos sólidos, así mismo establece prohibiciones, infracciones y sanciones por el mal manejo de los desechos sólidos.
	Reglamento de manejo de desechos hospitalarios	Establece las disposiciones concernientes a recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos generados por hospitales públicos o privados, centros de atención médica y de atención veterinaria.
MAGA	Ley de sanidad animal y vegetal	Regula el uso, manejo, fabricación almacenaje, comercialización, registro, importación calidad y residuos de las sustancias químicas, químico farmacéutico, biológico y afines, para uso específico en actividades agrícolas, pecuarias, forestales e hidrobiológicas.
	Reglamento para rastros para bovinos, porcinos y aves	Obliga a contar con sistemas de tratamiento de desechos sólidos y líquidos en los rastros.
MINECO	Reglamento para la exportación de desechos y desperdicios de metales	Se establece el sistema de cuotas, mediante la emisión de licencias para las exportaciones de desperdicios y desechos (chatarra) de metal
MEM	Ley para el control, uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes	Define que son los desechos radiactivos, la prohibición de depositarlos cuando provengan de otros países y eliminar, confinar o en cualquier forma disponer de equipos desechados que contengan sustancias radiactivas, así como de cualquier desecho radiactivo, sin cumplir

		con las normas establecidas por esta Ley y sus disposiciones reglamentarias.
MUNICIPALIDADES	Código Municipal	Establece dentro de sus competencias la prestación del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos. Servicios Públicos Municipales en cuanto a regular y prestar. Forma de establecimiento y prestación de los servicios públicos. Enfatiza en la coordinación de políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos.
	Código de Salud	Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrán utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado.
	Código Civil	Regula lo relativo a la construcción, la prohibición de depositar materias inflamables o explosivas, salvo reglamentos especiales.
	Ordenanzas municipales	Diversas reglamentaciones y disposiciones relativas a la gestión y manejo de desechos y residuos sólidos en su jurisdicción municipal.
	Decreto número 1004 del Congreso de la República	Prohibido terminantemente mezclar, depositar o lanzar, a las aguas de los ríos, riachuelos, manantiales y lagos, substancias vegetales o químicas, desechos o residuos de la producción agrícola o industrial, o bien plantas o substancias de cualquiera especie, tales como citronela, te de limón, maguey, mieles exhaustas, arenas metalizadas, etc. Nocivas a la pesca, a la ganadería o a la salud de los habitantes, Asimismo, se prohíbe usar letrinas, que sin ningún dispositivo de depuración o adecuada filtración de sus desagües, se encuentren situadas en las márgenes de los ríos,

		riachuelos, manantiales y lagos. Las municipalidades de la república quedan obligadas a efectuar los estudios correspondientes para el tratamiento de las materias residuales de las poblaciones y en especial, de aquellas poblaciones de más de mil habitantes.
IGSS	Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo (IGSS). Acuerdo gubernativo de fecha 27 de diciembre de 1957	Cuando se manipulen materias orgánicas susceptibles de descomposición, los locales deben mantenerse limpios y libres de residuos o desechos de las mismas; si se empleen sustancias orgánicas putrescibles o susceptibles de contener gérmenes infecciosos, aquellas deben someterse a una desinfección previa, siempre que sea posible y no cause perjuicio a la industria o al personal. De no poder hacerse, deben extremarse las medidas higiénicas en cuanto a la limpieza general y protección de los trabajadores
JUZGADOS MUNICIPALES	Ley de Tránsito	Contempla la incautación, y el retiro de vehículos, chatarra y demás cosas colocadas en la vía pública en lugares no autorizados cuando permanezcan por más de treinta y seis horas en la vía pública
	Código Civil	Sanciona por arrojar, basura, animales muertos, sustancias fétidas, insalubres o peligrosas o escombros en las calles o sitios públicos, fuentes y abrevaderos
ORGANISMO JUDICIAL	Código Penal	Delitos de Contaminación, Contaminación Industrial, Responsabilidad de Funcionario y otros relacionados al tema
CONVENIOS Y CONVENCIONES INTERNACIONALES	Convención de Basilea sobre el control internacional de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación	Su objetivo consiste en proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos perjudiciales de la generación, del manejo y de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos
	Convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes	Proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes, deben adoptarse medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional; medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos; planes de aplicación; inclusión de productos químicos; reducción o eliminación de la producción, utilización y liberación de contaminantes orgánicos persistentes.
	Convención de Rotterdam para el consentimiento informado previo de ciertos productos químicos peligrosos y plaguicidas en el comercio internacional.	El objetivo del Convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y

		contribuir a su utilización ambientalmente racional
	Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono	Regular el consumo y la producción nacional de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono a un nivel fijado y establecido en un calendario del año 2000 al 2015; velar por el cumplimiento de la prohibición de las importaciones de dichas sustancias provenientes de países no miembros. Emitir las licencias respectivas y generar el informe a la Secretaría del Convenio de Viena

Fuente: CONADES, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2,011.

Capítulo 3

Contexto Referencial del Municipio

3. Contexto Referencial del Municipio

En el Contexto Referencial se presentan los diferentes aspectos y condiciones que prevalecen en el Municipio analizado, los cuales definen sus situación territorial, histórica, económica y cultural actual, es en este capítulo donde se comienza a analizar información más específica para conocer la situación del lugar donde posteriormente se presentara un análisis de problemas que lo aquejan.

3.1 Contexto territorial Municipal

3.1.1 Antecedentes Históricos de la Comunidad

El Municipio de San Andrés Itzapa fue fundado el 27 de agosto de 1,624 por el Señor Pascual Noj. Es un pueblo antiguo, la historia de su nombre se registra en los Anales de los Kaqchiqueles en donde los reyes Ahpozotzil y Aposahil al llegar a la actual cabecera de Sololá en 1,538 se les mencionó como Los de Ruyaal Chay que en Kaqchiquel significa Río de Chayes o Río Itzapán en idioma náhuatl, de este vocablo proviene su nombre y San Andrés se nombra en honor al apóstol designado como patrono del pueblo.

Citando el famoso libro Recordación Florida de Don Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán escrito en el siglo XVII, muestra una visión percibida por el escritor respecto al poblado la cual es la siguiente: " Yace este lugar de San Andrés Itzapa hacia la parte del septentrión, respecto de la situación de Goathemala en tierras altas de despejada llanura, con claros horizontes y saludables vientos, que haciendo grata y acomodada su vivienda, su tierra fértil y sus pastos feraces y en mucho modo ofrece todo a sus habitadores mucha comodidad para vivir la vida humana, haciéndola feliz y sin dolencias a todos el implemento de dichosos, que así este lugar uno de aquellos que se numeran como grandes entre los del corregimiento del Valle de Goathemala, consta de mil cuatrocientos feligreses indios vecinos tributarios y treinta y dos españoles; los indios son de la nación e idioma Kaqchiquel dados con propensión a los cultivos de sus campos en donde se produce maíz, chile guaque, frijol y garbanzo".

Otra fuente importante a citar es el arzobispo Don Pedro Cortés y Larras, quien al realizar una visita pastoral a su diócesis de 1,768 a 1,770 y mencionó lo siguiente del poblado: "El pueblo de San Andrés Itzapa es buen camino para México aunque con una barranca cuya bajada y subida no son muy violentas, respecto a las que suelen encontrarse, se cruzan dos arroyos de poco caudal y todo el camino es campo bueno para siembra de maíz y frijol." Esta barranca que se menciona es conocida actualmente como la Barranca Honda la cual se localiza a lo largo de los principales cantones del pueblo y en la que se ubica el Botadero de basura municipal (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012).

Entre sus datos históricos relevantes a mencionar están:

- Adscripción al Departamento de Chimaltenango, 27 de agosto de 1,836.
- Aprobación de inversión de fondos de ornato para empedrados de las principales calles del pueblo, 10 de julio de 1,926.

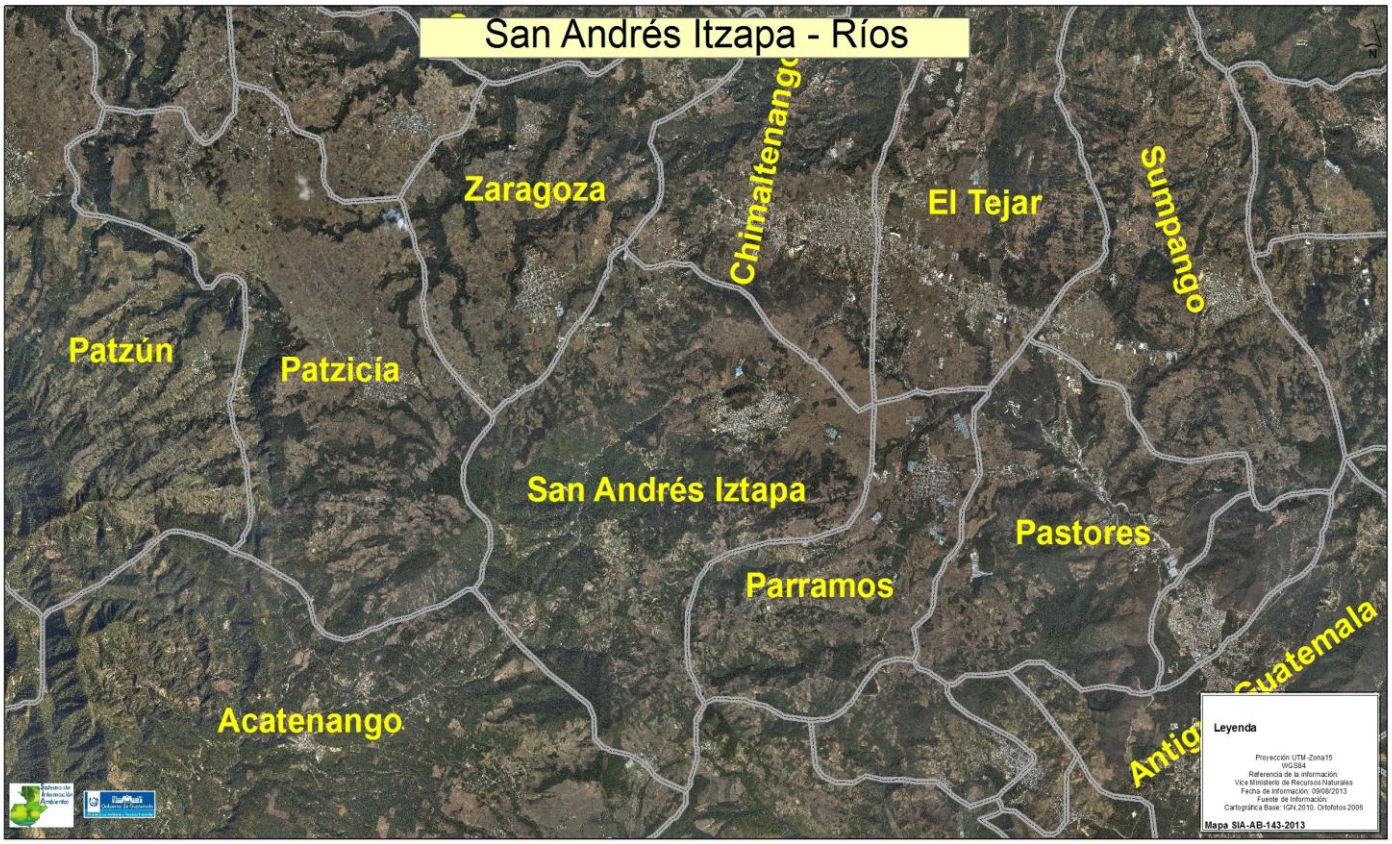
3.1.2 Factores Territoriales

3.1.2.1 Localización

El municipio de San Andrés Itzapa se ubica en el departamento de Chimaltenango, perteneciente a la región V o Central del país, se localiza a 59 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 6 kilómetros de la cabecera departamental de Chimaltenango, la vía principal de acceso es por la Carretera CA-1 en dirección a la Alameda, además se puede ingresar al pueblo por la carretera del Preventivo departamental desde Chimaltenango y el camino que conduce desde el Municipio de Parramos a San Andrés Itzapa.

Colinda al Norte con el municipio de Zaragoza y la cabecera departamental de Chimaltenango y al Sur con San Antonio Aguas Calientes, que pertenece a Sacatepéquez y el Municipio de Acatenango. Al Oeste con los municipios de Acatenango y Patzicía y al Este con San Antonio Aguas Calientes y Parramos.

Figura 10 Ortofoto de localización y colindancias



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

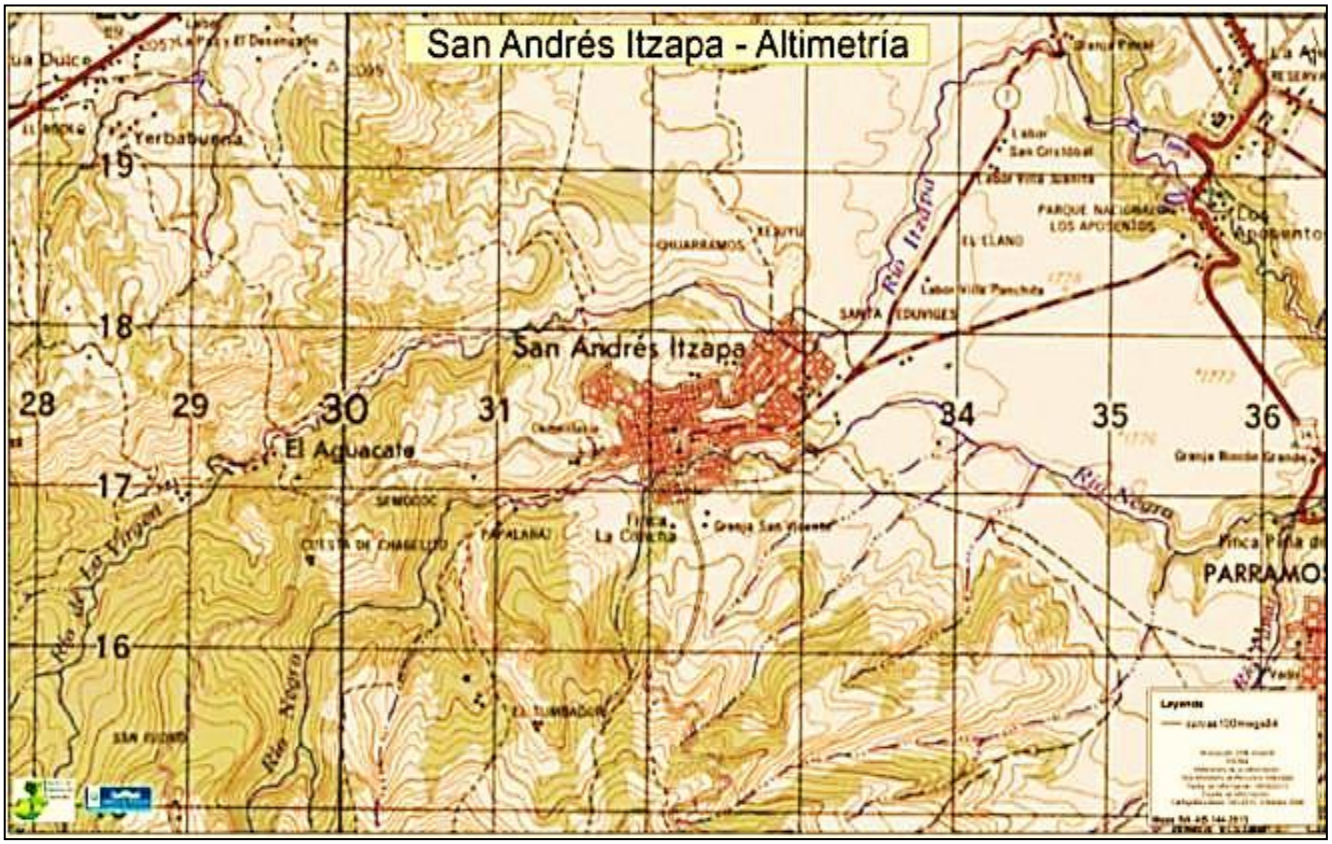
3.1.2.2 Superficie territorial

El Municipio comprende un área de 83 kilómetros cuadrados. Tiene una altitud: 1,850 metros sobre el mar, se ubica a una latitud de 14°37’15’’y una longitud de 90°50’40’’.

3.1.2.3 Topografía

La topografía del suelo perteneciente al municipio presenta pendientes mayores en un 10% de su territorio, en donde se ubican barrancos de paredes de tipo perpendiculares erosionadas, la topografía es en sí irregular, presentando alternativamente algunos cerros, barrancas como extensas planicies, cuyas alturas oscilan entre 1,600 y 2,000 metros sobre el nivel del mar. Sobresale en su orografía la montaña del zoco que divide su territorio con los municipios de Patzicía y Acatenango. (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012)

Figura 11 Mapa de líneas de altura



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

3.1.2.4 Distribución geográfica

El Municipio de San Andrés Itzapa cuenta con 1 pueblo, 9 aldeas y 1 caserío. Las Aldeas que componen el municipio son las siguientes:

1. Xeparquiy

2. Chicazanga
3. El Aguacate
4. San José Cajagualten
5. Chimachoy
6. San José Calderas
7. Hierbabuena
8. Los Corrales Cajagualten
9. Panimaquín

El casco urbano a su vez se distribuye en 6 Cantones, los cuales son: San Cristóbal, San Pedro y San Pablo, Santísima Trinidad, San Antonio, San Lorenzo Norte y San Lorenzo Sur.

Las colonias que conforman el pueblo son de fundación reciente, en total son 9 entre las que se cuentan: El Edén, La Primavera, Las Conchas, Colinas de San Andrés, Canadá, Navideña, La Cuchilla, La Pinada y Los Encinos.

3.1.2.5 Tenencia de la tierra

Se presentan tres formas de tenencia de la tierra en el Municipio, Comunal, Arrendamiento y en Propiedad. Las cuales se estiman su distribución en los siguientes porcentajes:

- 78% Propiedad privada
- 22% Tierras Comunales, en ellas se incluye el Astillero Municipal

De las tierras para cultivo, se estima que un 75% pertenece a propietarios privados y el restante 25% son tierras de arrendadas a agricultores.

3.2 Aspectos Biofísicos

3.2.1 Clima

a. Viento

La velocidad del viento promedio en los últimos 10 años se presenta a razón de 5.6 kilómetros por hora, en su mayoría en dirección al Este (INSIVUMEH, 2,013). Ello se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 3 Velocidad del viento en promedio mensual durante 10 años

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	4.4	N/D	N/D	5.9	4.4	3.8	3.9	3.8	3.1	3.8	4.1	4.4	4.2
2004	4.8	5.7	5.8	5.8	4.1	4.3	3.7	3.7	3.4	3.5	4.2	N/D	4.5
2005	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	4.4	N/D	N/D	N/D	4.5	4.5	4.3	4.4
2006	0	0	5.9	5.6	3	3.1	3.7	3.1	3.5	3.9	4.1	4	3.3
2007	5.3	5	5.7	5.4	4.3	3.6	4.2	3.9	3.4	3.4	9	4.1	4.8
2008	5	4.8	5.8	3.4	5	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	4.8
2009	N/D	16.6	17.5	9.9	7.2	5.2	6.2	4.9	4.2	4.7	4.4	4.2	7.7
2010	5.5	6.1	6.6	7.1	5.1	4.7	5.0	4	5	5	6.4	6	5.5

2011	7.5	7	8	7	8	4	4.0	4	6	4.3	4	3.9	5.6
2012	4.2	4.2	4.7	4.4	3.7	3.5	3.0	3.5	3.5	2.6	3	4	3.7
Promedio	4.6	6.2	7.5	6.1	5.0	4.1	4.2	3.9	4.0	4.0	4.9	4.4	4.9

Fuente: Promedios mensuales y anuales de velocidad del viento (km/h), Estación Alameda ICTA, INSIVUMEH

Tabla 4 Dirección de viento registrada por mes en 10 años

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	E	N/D	N/D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	**E**
2004	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	N/D	**E**
2005	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	**E**
2006	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2007	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2008	E	E	VAR	E	E	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	E
2009	N/D	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
2010	N	S	S	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S
2011	N	S	N	N/D	S	N	N	N	S	N	N	N	N
2012	E	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N

Fuente: Promedios mensuales y anuales de la dirección del viento, Estación Alameda ICTA, INSIVUMEH

La dirección del viento y la velocidad del mismo que se han registrado, sirven como indicativo de la dirección que pueden tomar los gases emanados por descomposición de desechos, ya sean estos gases contaminantes al ambiente y a la salud como también el humo liberado al quemar los desechos, humo que transporta también trazas tóxicos a través del aire. Es un factor a considerar en la ubicación de un lugar de disposición final.

b. Temperatura

La temperatura promedio en San Andrés Itzapa es de 20 °C, específicamente en el poblado, presentando características de un clima frio, en los meses de diciembre y febrero en algunas áreas se presentan heladas por el descenso de temperatura. Según la estación Alameda ICTA del INSIVUMEH la temperatura mínima promedio en los últimos 10 años es de 11.9°C y la temperatura máxima es de 21.5°C. Dicha estación se ubica a 4 kilómetros de la cabecera municipal.

La siguiente tabla muestra las diferentes temperaturas máximas registradas por la estación Alameda en los últimos 10 años.

Tabla 5 Temperaturas máximas por mes en 10 años

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	22.4	N/D	N/D	27.5	23.8	22.1	24.7	23.7	21.7	22.0	21.7	20.4	**23.5**
2004	20.9	22.3	22.2	22.1	22.3	22.7	22.1	22.1	21.7	21.5	N/D	N/D	**22.0**
2005	N/D	21.9	22	21.5	19.0	18.3	19.6	19.6	18.7	17.5	15.9	16.6	**19.8**
2006	16.7	16.8	18.2	20.3	20.7	20.4	20.4	19.2	18.0	17.7	16.1	16.9	**18.8**
2007	16.7	18.5	19.3	18.9	19.0	18.3	18.3	18.6	19.4	18.1	16.4	17.1	**18.5**
2008	16.3	17.9	18.8	19.7	20.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	**18.5**
2009	N/D	23.1	24.1	26.3	25.3	24.8	24.3	24.3	24.9	24.7	23.2	23.1	**24.6**
2010	22.1	25.2	26.9	26.6	24.3	24.1	23.9	23.8	23.1	22.6	22.2	22.2	**24.3**
2011	24.3	23.5	23.9	26.2	20.3	24.0	23.1	23.9	23.5	22.3	22.9	22.2	**23.5**
2012	22.3	23.4	24.7	25.3	24.6	23.7	23.8	24.0	23.2	22.7	21.5	22.8	**23.5**
Promedio	20.2	21.4	22.2	23.4	21.9	22.0	22.2	22.1	21.6	21.0	20.0	20.2	21.5

Fuente: Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima (˚C), Estación Alameda ICTA, INSIVUMEH

A continuación se presentan los registros históricos de temperaturas mínimas registrados por la estación Alameda en un período de 10 años

Tabla 6 Temperaturas mínimas mensuales en 10 años

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	8.1	N/D	N/D	14.8	14.2	17.5	13.8	13.2	13.2	15.5	7.0	7.6	12.5
2004	8.1	7.7	10.6	11.1	13.4	15.3	14.2	13.9	14.9	15.2	12.9	N/D	12.5
2005	9.8	11.4	13.3	13.3	15.9	15.1	13.9	14.1	14.5	14.0	12.3	11.3	13.2
2006	10.4	8.8	10.3	13.5	15.7	16.6	15.5	14.9	14.8	13.9	11.9	12.6	13.2
2007	16.1	8.4	10.7	11.4	11.5	12.6	12.5	12.1	14.1	13.0	11.8	10.4	12.1
2008	10.2	10.7	12.1	12.5	13.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	11.7
2009	N/D	9.0	7.5	10.3	13.6	13.6	13.8	13.2	13.5	12.7	11.1	9.1	11.6
2010	8.4	10.7	10.3	12.3	14.6	14.0	13.3	14.0	13.4	9.6	9.4	5.7	11.3
2011	7.5	9.1	8.3	10.5	12.3	13.6	13.6	13.3	13.4	12.3	9.5	8.5	11.0
2012	8.8	10.1	8.3	10.4	13.0	12.5	12.0	12.3	12.1	12.0	7.6	7.1	10.5
Promedio	9.7	9.5	10.2	12.0	13.7	14.5	13.6	13.4	13.8	13.1	10.4	9.0	11.9

Fuente: Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima (˚C), Estación Alameda ICTA, INSIVUMEH

Con los datos anteriores se pudo estimar la temperatura media del área de forma mensual y anual, por lo cual se presenta la siguiente tabla:

Tabla 7 Temperatura media estación ICTA Alameda

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
14.96	15.47	16.19	17.73	17.83	18.29	17.93	17.79	17.7	17.07	15.19	14.6	16.73

Es importante considerar los meses más cálidos del año en el área, abril, mayo, junio, julio y agosto, pues en estos meses al aumenta la temperatura en el ambiente es más fácil que los desechos tirados en el botadero municipal o en botaderos clandestinos, puedan combustionarse por sí solos, dada la generación de gas metano por descomposición de los mismos, siendo este gas altamente inflamable y en combinación con un aumento de temperatura dichos desechos se pueden quemar con facilidad.

c. Precipitación Pluvial

Según información presentada por el INSIVUMEH, el promedio de precipitación pluvial en un rango de 10 años del 2003 al año 2013 es de 1,241.5 mm.

Tabla 8 Precipitación pluvial mensual en 10 años

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	3.6	N/D	N/D	35.5	157.8	280.9	162.0	99.1	385.3	97.9	36.6	0.5	1259.2
2004	3.9	0.0	29.7	33.1	177.5	159.4	685.0	89.6	279.5	156.7	6.9	N/D	1621.3
2005	2.3	0.0	4.4	6.1	127.6	363.1	248.0	183.9	684.2	190.6	14.7	7.6	1832.5
2006	4.8	N/D	N/D	0.0	131.0	438.7	234.5	148.5	231.8	221.9	13.7	9.0	1433.9
2007	14.7	0.0	6.2	56.3	81.5	186.9	142.8	175.4	215.4	133.1	14.9	1.6	1028.8
2008	0.0	0.0	0.0	12.4	56.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	68.4
2009	N	4.6	0.0	10.8	130.8	186.6	103.9	111.4	155.6	59.5	144.2	44.4	951.8
2010	2.4	1.3	1.4	54.8	507.1	315.6	284.9	377.3	284.1	46.4	26.0	2.6	1903.9
2011	0.5	5.3	3.9	11.9	152.0	177.2	176.8	204.0	214.4	325.7	18.5	0.3	1290.5
2012	3.3	2.4	5.2	96.1	210.7	74.2	91.2	177.9	107.8	246.8	7.8	1.0	1024.4
Promedio	3.9	1.7	6.4	31.7	173.2	242.5	236.6	174.1	284.2	164.3	31.5	8.4	1241.5

Fuente: Lluvia, Estación Alameda ICTA, INSIVUMEH

La precipitación pluvial registrada en el área incide directamente en la generación de líquidos lixiviados, generados por la descomposición de desechos, pues a mayor humedad existe una mayor generación de estos, por lo que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre la cantidad de lixiviados aumenta, contaminando los suelos y posibles mantos freáticos cercanos en las áreas de vertederos. Además de ello en estos meses existe un mayor arrastre de los desechos vertidos a los ríos, contaminación que se arrastra a lo largo de la cuenca finalizando en el océano pacífico.

d. Evapotranspiración

Dado que la evapotranspiración es la cantidad de agua perdida por un terreno mediante la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas que lo cubren, se puede calcular la evapotranspiración en el poblado de San Andrés Itzapa, mediante el método de Hargreaves, el cual presenta la siguiente fórmula específica para la región Centroamericana:

ETP = 0.0075 * TMF * RSM, (mm/mes)

Siendo:

ETP = Evapotranspiración (mm/mes)

TMF = Temperatura media mensual (grados Fahrenheit)

RSM = Radiación solar incidente mensual

Para el cálculo de la Radiación solar incidente mensual, se utiliza la siguiente fórmula:

$$RSM = 0.075 * RMM * S^{1/2}$$

Siendo:

RMM = Radiación mensual extraterrestre (mm/mes), la cual se calcula por medio de la multiplicación (RS * Número de días del mes), en donde RS = Radiación solar.

En el método de Hargreaves para el cálculo de la radiación solar, se toma en consideración la latitud norte en la que se ubica San Andrés Itzapa y la radiación solarexpresada en evaporación, expresada en mm/día, de lo cual se presenta la siguiente tabla:

Tabla 9 Radiación solar extraterrestre

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
14	12.4	13.6	14.9	15.7	15.0	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0

Siendo:
S= Brillo solar mensual, el cual se expresa de acuerdo con la duración máxima media diaria de horas de brillo solar, ello también depende de la ubicación del poblado según latitud norte, por lo cual se tiene la siguiente tabla:

Tabla 10 Duración máxima media diaria de horas de brillo solar

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
14	11.38	11.65	12.00	12.45	12.75	12.93	12.83	12.55	12.18	11.80	11.45	11.28

Con todos los datos anteriores se calcula la Evapotranspiración en el siguiente cuadro:

Tabla 11 Estimación de evapotranspiración, Estación ICTA Alameda

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	U.M.
Temp. media	14.96	15.47	16.19	17.73	17.83	18.29	17.93	17.79	17.67	17.07	15.19	14.60	Celsius
Temp. media	58.93	59.85	61.15	63.91	64.09	64.92	64.28	64.02	63.81	62.73	59.34	58.28	Fahrenheit
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	días
Rad. Solar	12.40	13.60	14.90	15.70	15.00	15.70	15.70	15.70	15.10	14.10	12.80	12.00	mm/día

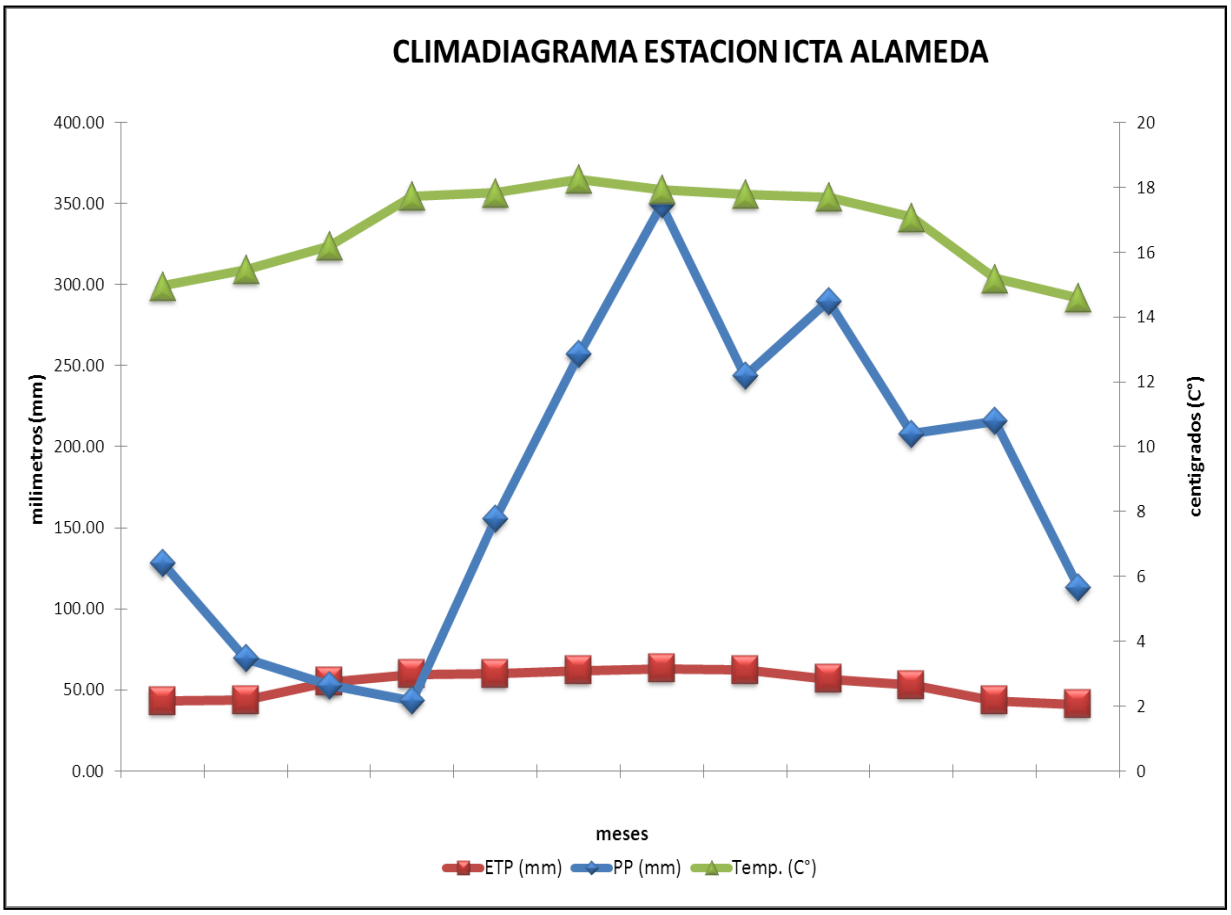
(RS)													
RMM	384.4	380.8	461.9	471	465	471	486.7	486.7	453	437.1	384	372	mm/mes
Brillo Solar mes	11.38	11.65	12.00	12.45	12.75	12.93	12.83	12.55	12.18	11.80	11.45	11.28	%
S^0.5	3.37	3.41	3.46	3.53	3.57	3.60	3.58	3.54	3.49	3.44	3.38	3.36	S^1/2
RSM	97.26	97.48	120.01	124.64	124.53	127.02	130.75	129.31	118.57	112.61	97.45	93.70	
ETP	**42.99**	**43.76**	**55.04**	**59.74**	**59.85**	**61.85**	**63.03**	**62.09**	**56.75**	**52.98**	**43.37**	**40.96**	**642.40**

La tabla anterior representa las estimaciones de evapotranspiración en milímetros al mes, cuantificando datos generados por la estación meteorológica del INSIVUMEH Alameda ICTA, por ser la más cercana al área estudiada y por la disponibilidad de información. Con ello se pudo estimar que la evapotranspiración en esta región es de 642.40 milímetros al mes, ello es importante considerar como parte de las condiciones climáticas a las que se exponen los desechos arrojados al aire libre en terrenos baldíos donde hay vegetación y las condiciones de humedad interfieren en el tiempo de descomposición de los desechos.

Con la información anterior ya obtenida, se puede realizar el climadiagrama, en el cual se representa la conjunción de 3 factores que inciden en las condiciones climáticas del municipio de San Andrés Itzapa, para este estudio el interés principal es el poblado de este municipio, por lo que la cercanía de los datos recabados por la estación del INSIVUMEH, ubicada en La Alameda, constituyen una fuente confiable y aplicable al área de interés.

Gráficamente la temperatura media se muestra en aumento a partir del tercer mes del año descendiendo lentamente en el noveno mes. La precipitación pluvial es casi nula en los tres primeros meses y aumenta a partir del cuarto mes alcanzando un pico máximo en el séptimo mes, finalizando la temporada de lluvia en el onceavo mes, noviembre. La combinación de estos tres factores, lluvia, temperatura y evapotranspiración inciden en las condiciones en las que se disponen los desechos en el poblado, pues siendo una de las principales formas de disposición el tirarlos en lugares o ríos a cielo abierto, estas condiciones climáticas inciden es su descomposición, generación de lixiviados, autocombustión y liberación de metano, entre otros. Pues en condiciones de mayor humedad mayor lixiviación, al aumento de temperatura mayor generación de metano y aumento de riesgo de quema espontánea de desechos. De ello radica la necesidad de disponer en un sitio bajo condiciones controladas la disposición final de desechos.

Figura 12 Gráfica de Climadiagrama, ICTA Alameda



Elaboración propia.

3.2.3 Hidrografía

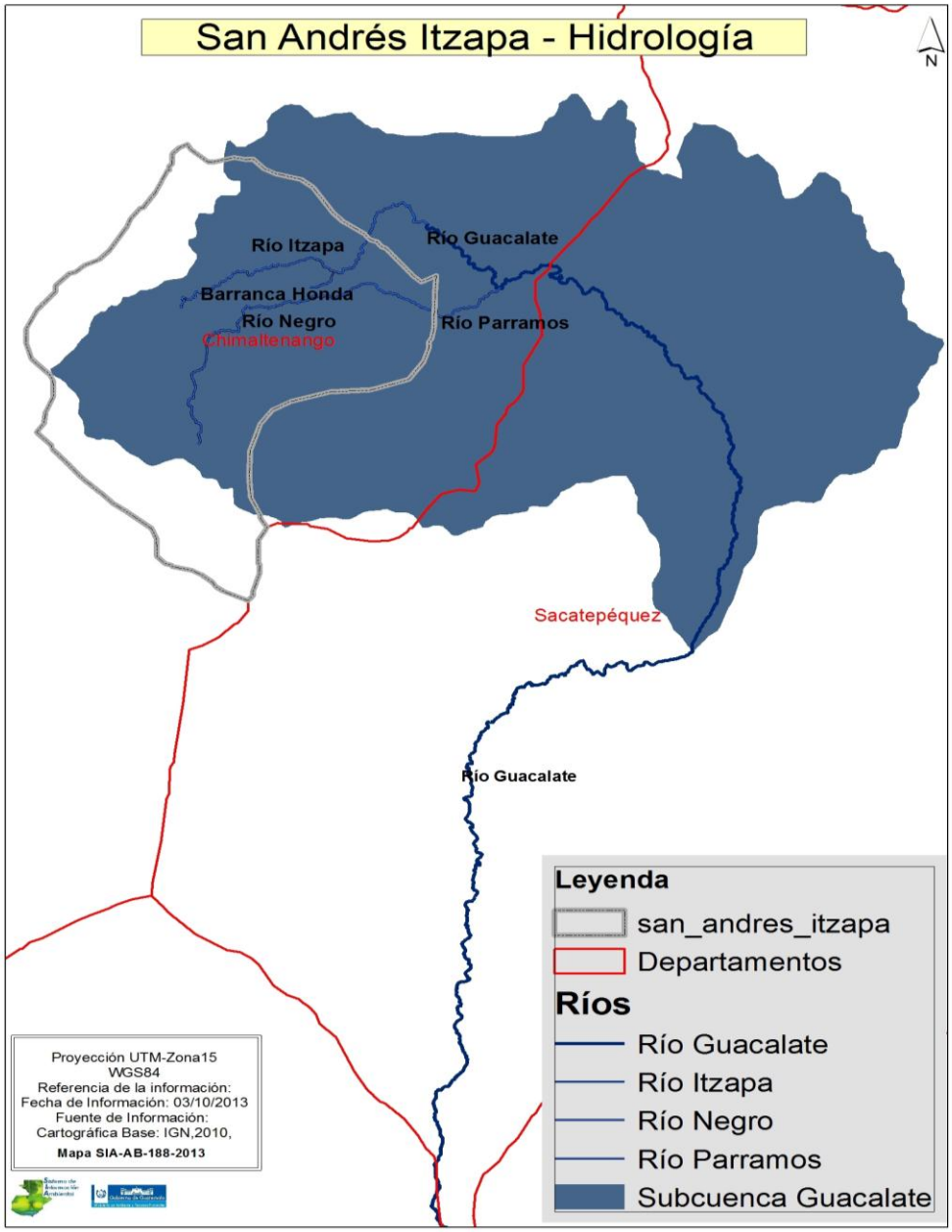
El Municipio de San Andrés Itzapa pertenece a la subcuenca hidrográfica principal del río Guacalate, que forma parte de la cuenca del río Achiguate, el cual desemboca en el Océano Pacífico. El río Guacalate abarca la mayor parte del territorio del municipio, se alimenta del río de La Virgen, el cual nace en el Municipio de Zaragoza, en la montaña del Zoco, conocido también como Río Itzapa, ya que atraviesa gran parte del Municipio de San Andrés Itzapa, llegando a convertirse en Guacalate hasta Masagua, a partir de este punto se le llama Achiguate. El Guacalate sirve de drenaje también para e rio Negro, río perteneciente también al municipio en cuestión, muy conocido en la localidad.

Como referencia se indica que la Cuenca del río Achiguate a la cual pertenecen los Ríos de La Virgen y Negro, se ubica entre las latitudes 13°54’43.4” N -14° 39’ 40.6” N y entre las longitudes 90° 55’03.0” O- 91°00’ 33.2” O, formando parte de la vertiente del Pacífico. Ver Mapa en Anexo 1.

La microcuenca del río Itzapa o de la Virgen se localiza en la parte alta de la Cuenca del río Achiguate, en el Noroeste, en los meridianos 90°49´ y 90°54´ con longitud oeste y 14°34´48´´ y

14°39´de latitud Norte, la cuenca tiene una extensión de 26.11 km², la cual forma el 1.8% del territorio total de la Cuenca del río Achiguate. El perímetro de la microcuenca es de 28.65 kilómetros, presentando muchas corrientes intermitentes y efímeras y varias permanentes. Como apoyo gráfico se presenta el siguiente mapa de la microcuenca mencionada, en el que se puede observar el recorrido de los dos ríos principales que atraviesan el Municipio de San Andrés Itzapa y que continúan su recorrido a lo largo de la cuenca.

Figura 13 Mapa de microcuenca del río Itzapa

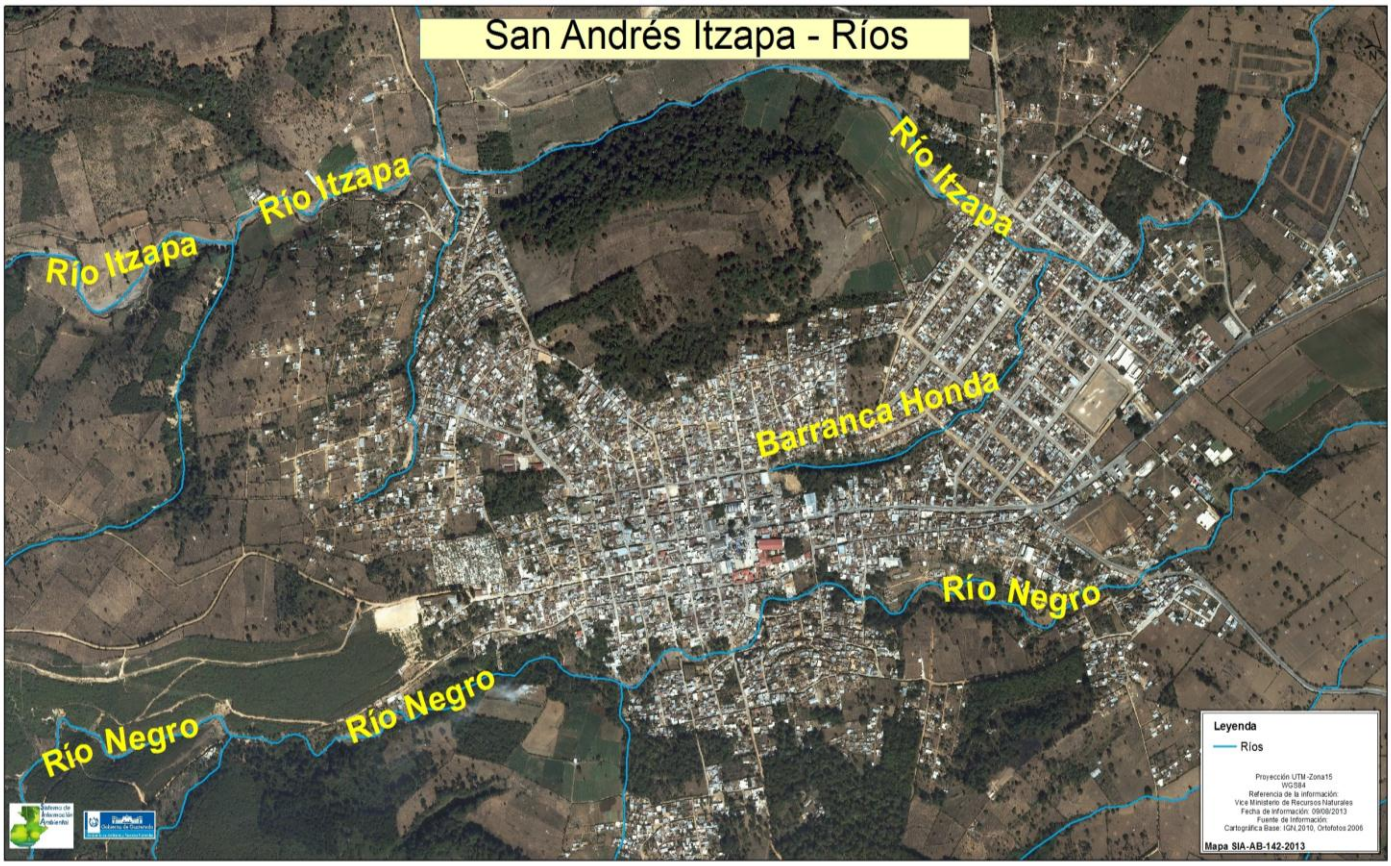


Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

Se considera que es una microcuenca pequeña de 26.71 km², con baja densidad de drenaje, lo que indica que los suelos son resistentes a la erosión y muy permeables por sus texturas gruesas del tipo franco-arenosos. La eficiencia del drenaje es media, ya que la frecuente de corrientes es de 2.32 cauces/km², lo que indica que responde lentamente al flujo de superficie o escorrentía superficial, presentando una respuesta hidrológica baja a media. La pendiente de la microcuenca (21 a 26%) y la baja pendiente del cauce principal (5%), indican que la velocidad de flujo es baja a media, lo que permite concluir que el caudal total recibe una contribución de aguas subterráneas. (Herrera Ibañez, 1,995).

Es importante aclarar que el río de La Virgen (Río Itzapa) y el río Negro atraviesan directamente el casco urbano del pueblo, originando la cuenca del río Achiguate, que luego pasa por otros municipios. La posible contaminación que pueda originarse en estos ríos es arrastrada a lo largo de la cuenca, específicamente la contaminación originada por tirar los desechos a estos ríos, así como los drenajes municipales con aguas negras que llegan a ellos, una parte contamina la ribera de estos ríos y otra parte es arrastrada cuenca abajo, finalizando en el mar.

Figura 14 Mapa de ríos



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

2.2.3.1 Pozos de agua en el Municipio de San Andrés Itzapa

San Andrés Itzapa es una región rica en cuanto a mantos acuíferos se refiere con facilidad se puede encontrar este manto acuífero y a profundidades cercanas a la superficie del suelo, ello con altos caudales. Estas condiciones se concluyen por la exploración y aprovechamiento de pozos de extracción de agua que se han realizado en la comunidad, aunque no existen registros oficiales de estas actividades un primer inventario fue realizado en 1,998 como parte de varios trabajos de tesis de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (Taracena Hernández, 1,999). En este estudio se analizaron 6 pozos, entre la información que interesa para este documento, se encuentra el nivel freático que poseen estos pozos, este dato fue considerado bajo la perspectiva del nivel freático estático, además se presentan los diferentes usos del agua que se extrae, la información se detalla a continuación:

I. Colinas de San Andrés: Su uso es para agua potable a una profundidad de 89.13 metros.
II. Lotificación Estancia de La Virgen: Su uso es para agua potable, el nivel freático esta a una profundidad de 24.1 metros.
III. Costado Este de la Municipalidad: Su uso es para agua potable, el nivel freático está a una profundidad de 120 metros.
IV. Finca Cauque Farm: Su uso es para riego y agua potable, el nivel freático está a una profundidad de 49.35 metros.
V. Granja Avícola Las Tunas: Su uso es para agroindustria a una profundidad de 61.4 metros.
VI. Terreno Antonio Zamora: Su uso es para riego, tiene una profundidad de 39.5 metros.
VII. Agroverde La Cuchilla: Su uso es para riego, está a una profundidad de 65.6 metros.
VIII. Finca El Panaj: Su uso es para riego, se encuentra a una profundidad de 57 metros.

Dado que este inventario fue realizado en 1,998, en la actualidad ha cambiado, pues ha aumentado considerablemente el número de pozos, desafortunadamente no se cuenta con un registro oficial, es por ello que se acudió con conocedores de esta temática para identificar otros posibles pozos existentes. En entrevista realizada con trabajadores de la Extensión Rural del MAGA (Guevara Acensio, 2013), se informó de otra serie de pozos que operan actualmente dentro del Municipio ya sea en el poblado y algunas de sus aldeas. Este es el listado referido:

- Pozo de la Colonia Stan, su uso es para agua potable.
- Aldea Los Encinos, su uso es para agua potable.
- Colonia Las Hortensias, su uso es para agua potable.
- Comunidad Mis Pequeños Hermanos, su uso es para agua potable.
- Convento Sagrada Familia, su uso es para agua potable.
- Finca Paraxaj, su uso es para agua de riego.
- Finca Parrojas, su uso es para agua de riego.
- Sector agroindustrial, ubicado en el camino a Parramos a 3.5 kilómetros aproximados del centro del pueblo, poseen 8 pozos, el agua es para uso agroindustrial.
- Pozos artesanales particulares 5, en la mayoría de ellos el agua es para riego.

Se estima que en la parte alta de la microcuenca del río Itzapa el manto freático se ubica dentro de un rango de 20 a 30 metros de profundidad, en las aldeas de Chicazanga y Chimachoy, en la parte baja de la microcuenca por los Aposentos el manto freático está más superficial a unos 3 0 4 metros, en las planicies de la región se puede ubicar en un rango de 65 a 80 metros.

La realización de un inventario formal de pozos es importante para actualizar estos datos, así como la confirmación de los niveles freáticos del área, pues en términos del plan de manejo de desechos, es importante conocer la profundidad del manto freático, ya que si está muy superficial fácilmente se puede contaminar si existen desechos en la superficie, principalmente con la generación de lixiviados, esta agua puede llegarse a utilizar para otros fines ya sea de riego o agua potable poniendo en riesgo la salud de la población.

3.2.4 Suelos

Los suelos de la microcuenca del río Itzapa pertenecen a la categoría de profundos a poco profundos, ya que en la mayor parte de su territorio, aproximadamente el 46.47% son suelos moderadamente profundos, lo que significa que su profundidad oscila entre 50 y 90 centímetros, los suelos profundos una ocupan una proporción del 31.09%, mientras que los suelos poco profundos cubre un 18.17% del territorio. (Véliz Zepeda, 1996)

Los suelos en la microcuenca abarcan la siguiente serie (Simmons, Tarano, & Pinto, 1959):

- Suelos Alotenango: Estos suelos se caracterizan por tener un material madre constituido por ceniza volcánica máfica de color obscuro. Son de relieve inclinado a muy inclinado con un drenaje interno excesivo. El suelo superficial es de color café oscuro, de textura y consistencia franca suelta y de un espesor aproximado de 25 a 40 centímetros. El subsuelo es de color café grisáceo oscuro y la consistencia es suelta, su textura es franco arenoso y presenta un espesor aproximado de 40 a 50 centímetros.
- Suelos Patzicía: Se caracterizan por su ceniza volcánica pomácea de color claro como material madre con relieve inclinado y buen drenaje interno. El suelo superficial es café oscuro de textura y consistencia franco-arcillosa suelta y de 25 a 40 centímetros de espesor. El subsuelo se caracteriza por ser de color café, de consistencia suelta a friable y de textura franco arenosa, con un espesor aproximado de 40 a 60 centímetros.
- Suelos Tecpán: Los caracteriza la ceniza volcánica de color claro como material madre, con un relieve de casi plano a ondulado, que poseen un buen drenaje interno. El suelo superficial es de color café oscuro con textura y consistencia franco arcillosa friableyun espesor aproximado de 30 a 50 centímetros. El subsuelo es café amarillento de consistencia friable y textura franco arcillosa. Con un espesor aproximado de 50 a 100 centímetros.

Los suelos se clasifican según la taxonomía como Andisoles representando un 67.54% y un 10.29% pertenecen a la clasificación entre Andisoles e Inceptisoles. (Universidad de San Carlos de Guatemala, 1995)

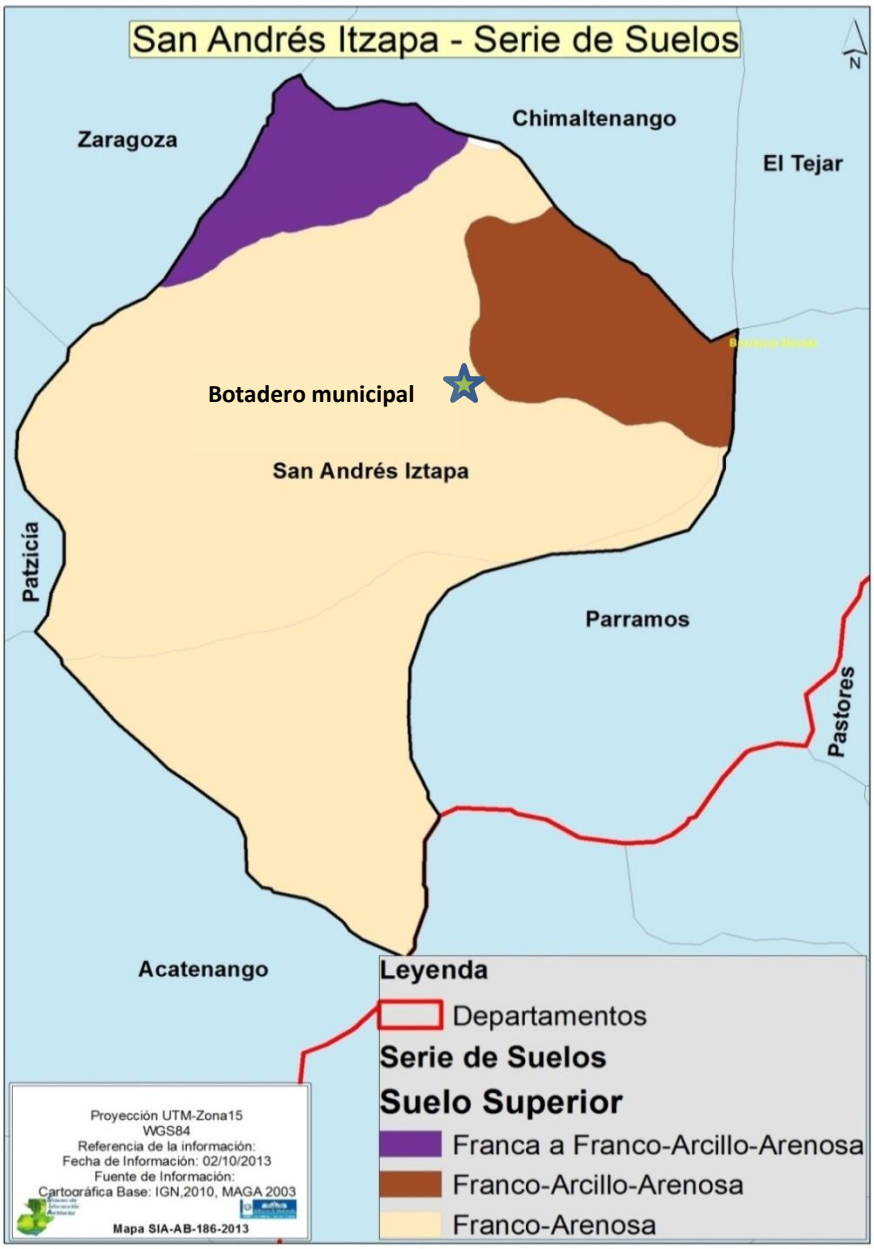
Por estudios realizados con anterioridad, se han determinado parámetros del suelo de la parte media de la microcuenca del río Itzapa, esta se ubicaría a la altura donde se localiza el poblado analizado. (López Bucaro, 1998) Estos parámetros son los siguientes:

- Porcentaje de limos y arenas muy finas: 24.15%

- Porcentaje de arena: 75.85%
- Porcentaje de materia orgánica: 2.0%
- Estructura: Granular media
- Permeabilidad: Moderada a rápida

Para apreciar los tipos de suelos del Municipio de San Andrés Itzapa se presenta el siguiente mapa:

Figura 15 Mapa de tipo de suelos en la región



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

Se han realizado varios estudios de balance hídrico de suelos, por parte de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, en diferentes lugares de la microcuenca del río Itzapa, en ellos se han determinado los siguientes datos:

- **Parte alta de la microcuenca:** En la aldea Chicazanga, se determinó la textura del suelo como franco arenoso, con una capacidad de infiltración de 2,160 (mm/d), un porcentaje de infiltración de 0.85 ysu densidad de suelo es de 1.21 (g/cm³).
- **Parte baja de la microcuenca:** A la altura de Los Aposentos (a 3 km del poblado de San Andrés Itzapa), esta área presenta una textura de suelo franco arcilloso, una capacidad de infiltración de 1,440 (mm/d), un porcentaje de infiltración de 0.78 y una densidad de suelo de 1.30 (g/cm³).

Considerando que la capacidad de infiltración es la cantidad de agua de lluvia que puede absorber el suelo del área por unidad de tiempo, en este caso son milímetros al día, en una densidad de suelo medida en gramos por centímetro cúbico. Con estos datos se puede percibir que los suelos de la parte alta de la microcuenca se inclinan a tener mayor infiltración que los de la parte baja, ello también dependerá de las condiciones de los terrenos y la cobertura vegetal del área. Sin embargo al hablar con los lugareños confirman que la mayor parte del territorio posee suelos de tipo arenoso y franco arenoso. Esta información es importante a considerar, ya que se relaciona directamente con la capacidad de infiltración no solo de agua de lluvia sino de lixiviados generados por descomposición de desechos en relación a la ubicación de los mismos y el tipo de suelo del área, ello puede repercutir directamente en la contaminación del manto freático más cercano dependiendo la profundidad de este.

3.2.4.1 Usos del suelo

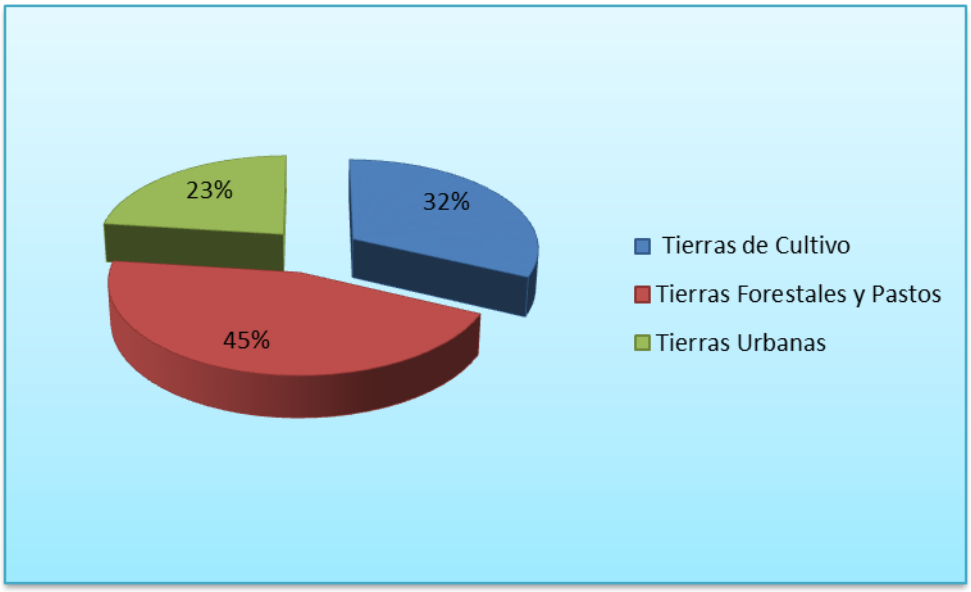
El uso actual del suelo en cuanto a la intensidad productiva se divide en los siguientes porcentajes:

- Suelo sobre utilizado 70%
- Suelo en uso Correcto 30%

Según datos del Instituto de Investigación Agronómica, la distribución del suelo se presenta de la siguiente forma:

- El 32% de la tierra es utilizado para el cultivo.
- El 45% de las Tierras es apto para la producción forestal, pastos construcción de ecosistema.
- El 23% de la tierra es ocupada por población urbana y rural

Figura 16 Gráfica de la distribución del suelo

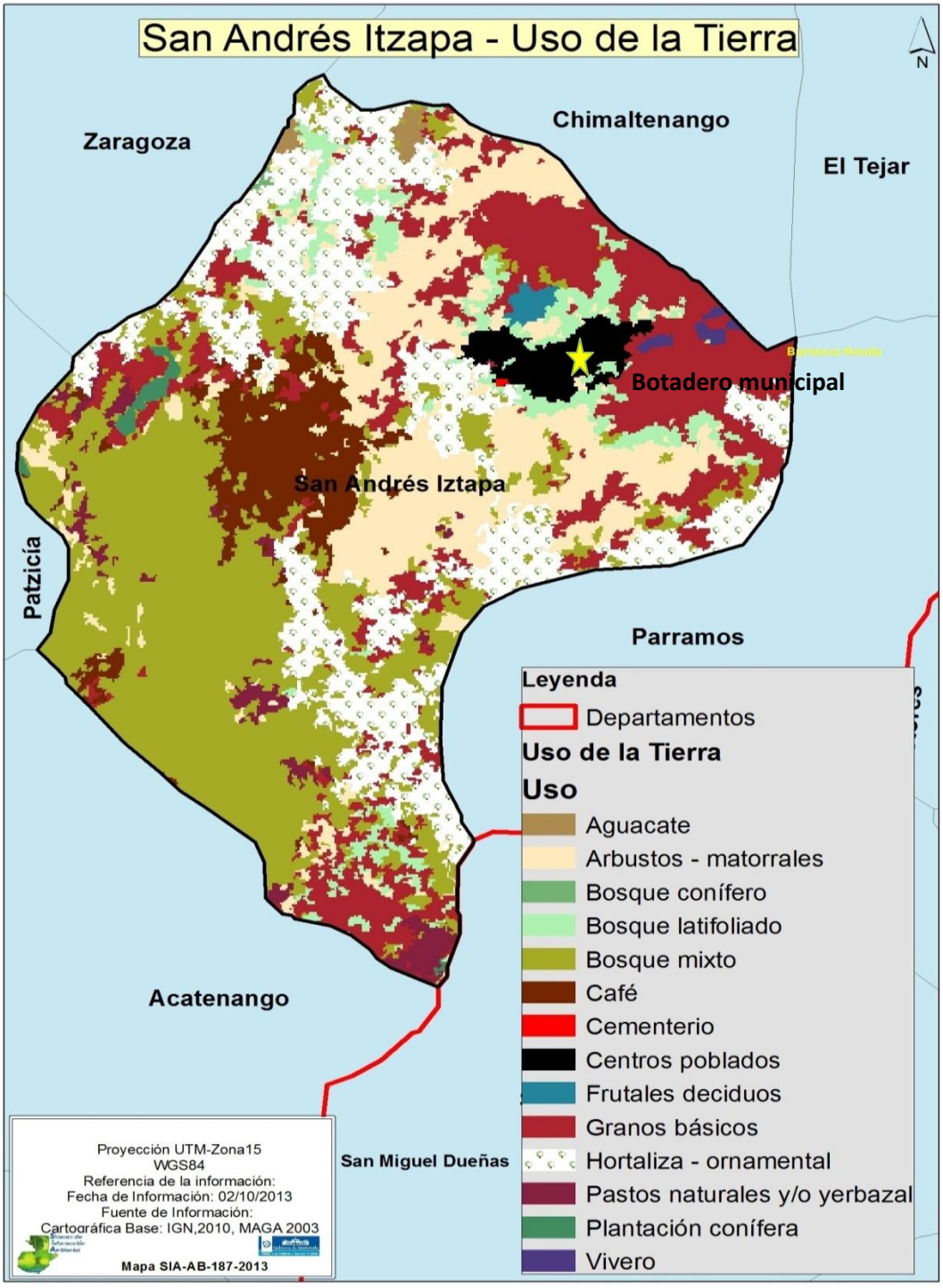


Elaboración propia.

Por poseer el municipio pendientes muy altas aumenta los riesgos a erosiones hídricas, además que las prácticas agrícolas ejercer una mayor presión para el aprovechamiento de los recursos naturales, especialmente para la agricultura, lo cual ha provocado una pérdida de bosques y al practicar cultivos anuales aumenta el arrastre y la pérdida de los suelos.

El siguiente mapa muestra un uso más variado de los suelos en el área analizada, por lo que se muestra a continuación:

Figura 17 Mapa de usos de la tierra



Fuente: Sistema de Información Ambiental, Ministerio de Ambiente, 2,013

3.2.4.2 Geología y génesis de suelos

La microcuenca del río Itzapa se caracteriza por materiales geológicos constituidos principalmente por rocas volcánicas sin dividir, predominantemente del Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos del período Terciario y materiales piroclásticos de pómez y ceniza volcánica del período Cuaternario (Instituto Geográfico Nacional, 1,970).

El génesis de suelos de esta región, está conformado de 3 de materiales que son:

- Cenizas volcánicas de grano grueso en la parte más alta.
- Cenizas volcánicas endurecidas (con talpetate) en la parte media.
- Cenizas Volcánicas transportadas por el agua y depositadas en la parte baja.

3.2.4.3 Capacidad productiva del suelo

La capacidad productiva de la tierra es apta para cultivos anuales y otras actividades intensivas, representando el 32 % de área total, las tierras aptas para la producción forestal, pastos, agroforestería y construcción de ecosistemas representan un 62%. Según la clasificación del USDA referente a la capacidad y uso de la tierra, en el Municipio predomina la Clase VII, Cultivos No Agrícolas, que se refiere a Tierras no cultivables aptas solamente para fines de uso o explotación forestal, en segundo lugar la Clase VI Cultivos Agrícolas no Arables, que son Tierras no cultivables, salvo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos, con factores limitantes muy severos y en tercer lugar, la Clase VIII, Tierras de Protección, referente a Tierras no aptas para cultivos, aptas solo parques nacionales, recreación o vida silvestre. (MARN, 2,009)

3.2.5 Fisiografía

San Andrés Itzapa se encuentra en las Tierras Altas Volcánicas del país, en el complejo de la parte alta volcánico-montañoso, donde la parte baja es llamada como Valle de Itzapa, perteneciente a un gran paisaje denominado Valle Tectónico de Chimaltenango. Posee áreas escarpadas, barrancos profundos de paredes inclinadas y montañas muy quebradas, en la parte baja se ubican áreas de valle. Sus alturas oscilan desde 1,600 a 2,000 metros sobre el nivel del mar. (Tojín, 1987)

3.2.6 Caracterización biótica

La zona de vida a la que pertenecen las tierras del Municipio está clasificada como Bosque húmedo-montano bajo subtropical (Bh-Mb), según la clasificación de Holdridge.

3.2.7 Flora

El municipio de San Andrés Itzapa cuenta con varias zonas de bosques mixtos, dentro de la flora de este municipio sobresale el pino (Ceudoustrous), el encino (Quercus), el roble (Quercus), el ciprés común (Cupresus Lusitánica), el eucalipto, canaque, casuarina y conacaste, entre otras, (enterobiumS y clorarpum), hormigo (Platy-misium), grabilea y palo blanco. (Castillo, Plan de ordenamiento Territorial en el Departamento de Chimaltenango, 2,008)

3.2.8 Fauna

Existen pequeñas crianzas de ganado bovino, porcino, caprino, bovino y equino, habiendo desarrollado últimamente la crianza de aves, pues existen granjas avícolas debidamente organizadas y de gran producción, tanto de carne como de huevos. Generalmente los habitantes poseen marranos llaves de corral para consumo doméstico. (Castillo, Plan de ordenamiento Territorial en el Departamento de Chimaltenango, 2,008)

3.3 Factores demográficos

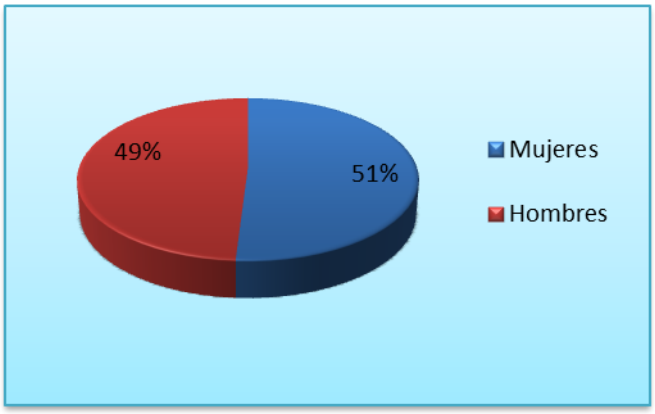
Es importante el análisis de diferentes factores demográficos pertenecientes al área de estudio, pues muchos de ellos se relacionan directamente con la cantidad de desechos generados, cuantificando más adelante cantidad de desechos generados por habitante al día.

3.3.1 Cantidad de población

La población del municipio de San Andrés Itzapa se distribuye de la siguiente manera:

Según Proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, para el 2012 se estiman **32,649** habitantes del Municipio, de este estimado el 51% se estima una población femenina 16,651 y el 49% una población masculina 15,998 (INE, 2,002).

Figura 18 Gráfica de la distribución de la población por sexo

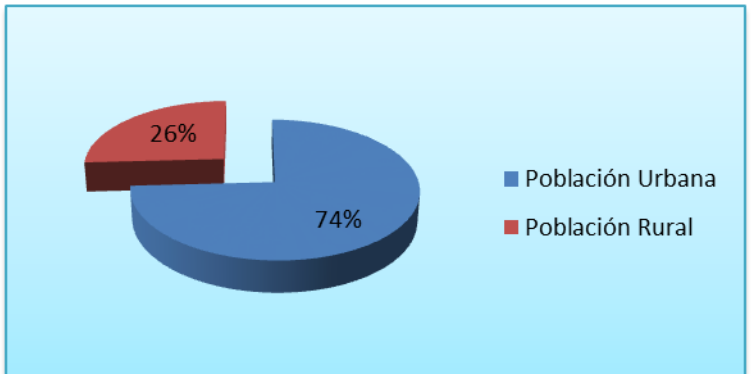


Elaboración propia.

3.3.2 Población por lugar de ubicación actual

- Estimaciones de Población urbana para el 2,012, 25,140 personas, que representan un 77%
- Estimaciones de Población rural para el 2,012, 7,509 personas, que representan un 23%

Figura 19 Gráfica de la distribución de población por ubicación



Elaboración propia.

3.3.3 Crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional en el Municipio ha sido evidente en las últimas décadas, por estimaciones se tiene que la tasa de crecimiento poblacional es de 3.5% anual aproximadamente. Según información de los últimos censos poblacionales realizados por el INE, se conoce que en 1,994 la población total del municipio era de 13,691, representando la población urbana un 78.9% de la población total con 10,768 habitantes.

En el 2,002 cuando se efectuó el XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Habitación, se registró un incremento del 64% de la población del municipio, alcanzando los 21,151 habitantes para esa fecha, en un lapso de 12 años.

El INE ha presentado proyecciones de población basadas en este último censo poblacional, de ello se presenta la Tabla 12 de Dinámica Poblacional, a partir del año 2,008 al 2,020, proyectando para este último 42,603 habitantes del municipio y para el casco urbano 32,804, este dato se puede concluir dado que el 77% de la población pertenece al casco urbano del municipio (ver figura 19).

Tabla 12 Dinámica poblacional

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Municipio	28,336	29,369	30,430	31,524	32,649	33,805	34,987	36,194	37,426	38,686	39,971	41,278	42,603
Pueblo	21819	22614	23431	24273	25140	26030	26940	27869	28818	29788	30778	31784	32804

Fuente: Estimaciones de la población total por municipio, INE, período 2008-2020.

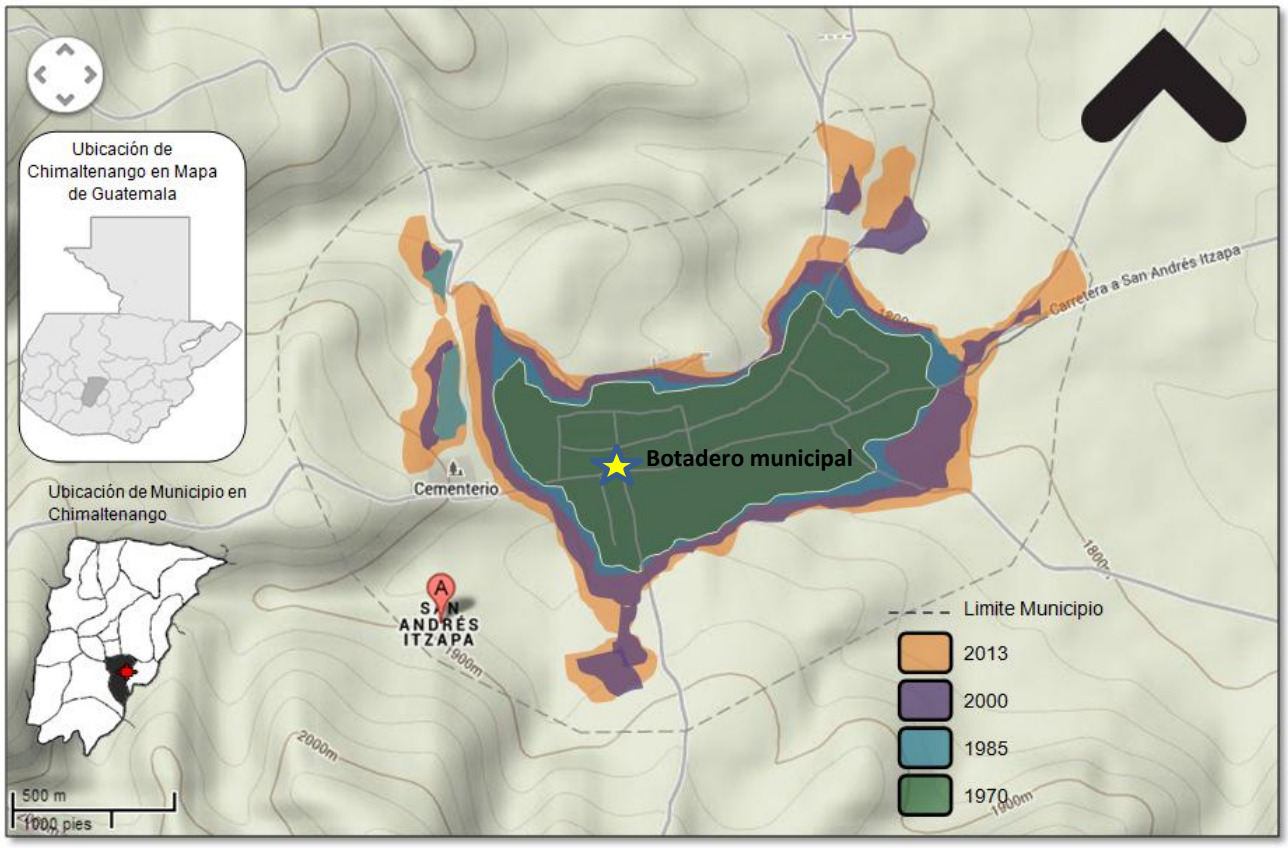
El análisis de esta información puede realizarse desde el enfoque de generación de desechos, ya que el crecimiento poblacional es directamente proporcional a la cantidad de generación de desechos, dadas las condiciones actuales, pues a mayor población, mayor generación, ya que cada habitante genera cierta cantidad de desechos diariamente. Es importante ver esta dinámica a futuro, donde se observa que para el año 2020 la población casi se ha duplicado en relación al año 2008, con ello se puede estimar, de forma general, que se generará más del doble de desechos en el municipio. Dado que la concentración de población del municipio, 77%, se ubica en el casco urbano la generación de desechos se concentra en un área más limitada, haciendo los puntos de disposición más vulnerables y riesgosos en términos ambientales y sanitarios, por el incremento de desechos en cada punto y la cercanía a las viviendas que se ubican en los alrededores.

3.3.3.1 Crecimiento de la mancha urbana

El crecimiento urbano de San Andrés Itzapa se ha dado en los últimos años en diversas direcciones, en dirección sur-oeste, donde el terreno tiene una pendiente más apropiada para urbanizaciones, también ha desarrollado un crecimiento en dirección norte, el cual ha disminuido en la última década debido a la presencia de accidentes geográficos y por la proximidad a la periferia del municipio.

El crecimiento en dirección nor-este es el que más se ha dado y donde se proyecta que seguirá extendiéndose en los próximos años; esto debido a la pendiente leve que presenta esta área y la proximidad con Chimaltenango. El crecimiento en dirección sur se está dando progresivamente; pero de manera desordenada.

Figura 20 Mapa de crecimiento de la mancha urbana en San Andrés Itzapa

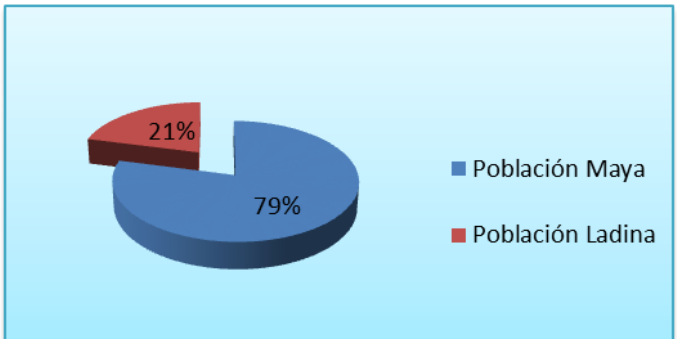


Elaboración propia, de acuerdo con imágenes históricas de Google Earth.

3.3.4 Población por Etnia

La mayoría de la población pertenece a la etnia Maya, con un estimado de 25,793 personas y 6,856 personas pertenecen a la denominación Ladina, lo cual representa 79% de Población Maya y 21% de Población Ladina. La población Maya pertenece al grupo étnico Kaqchiquel.

Figura 21 Gráfica de la distribución de población por etnia



Elaboración propia.

3.3.5 Población por edades

Según datos recabados en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2,002 por el Instituto Nacional de Estadística, se tiene la siguiente distribución de población por edades:

Tabla 13 Distribución de porcentajes por edades

No.	Población por edades	Porcentaje
1	Población de 0 a 4 años	8%
2	Población de 5 a 14 años	32%
3	Población de 15 a 29 años	25%
4	Población de 30 a 44 años	19%
5	Población de 45 a 59 años	9%
6	Población de 60 a 74 años	5%
7	Población de 75 años o más	2%

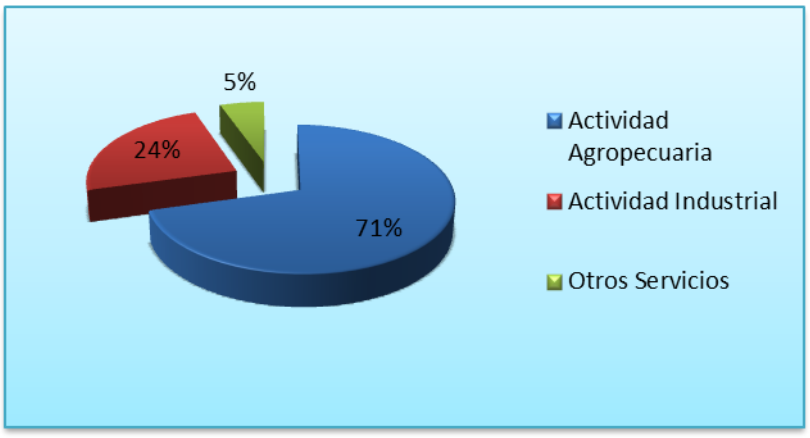
Fuente: XI Censo de Población y VI de Habitación, INE, 2,002

3.3.6 Población por actividad económica

Según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI del INE, se calculó que un 67.37% representa la Población Económicamente Activa, su distribución es la siguiente por actividad económica:

- Población económicamente activa agropecuaria 70.65%
- Población económicamente activa industrial 23.91%
- Población económicamente en otros servicios 5.44%

Figura 22 Gráfica de la distribución por actividad de la población económicamente activa

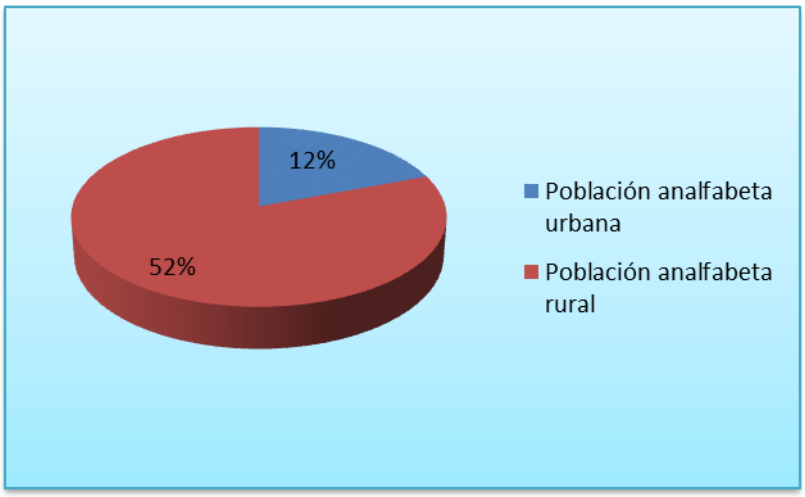


Elaboración propia.

3.3.7 Población Analfabeta

- Porcentaje de Población analfabeta área urbana 12.36%
- Porcentaje de Población analfabeta área rural 51.68%

Figura 23 Gráfica de tasas de analfabetismo



Elaboración propia.

Es importante considerar el grado de analfabetismo, incluso en el área urbana, pues un 12% de la población no podrán leer letreros informativos o reglamentos, aplicables al manejo de desechos sólidos, por lo que la comprensión de los mismos estará hasta cierto punto limitada.

3.3.8 Esperanza de vida

La Esperanza de vida de un poblador del municipio de San Andrés Itzapa llega a alcanzar los 63 años en promedio.

3.3.9 Número promedio de hijos por familia

Las familias en el Municipio están conformadas por 5.15 miembros en promedio y cada familia tiene en promedio de 3 a 4 hijos.

3.4 Factores culturales

3.4.1 Idioma

La mayoría de la población habla Kaqchiquel por predominar esta etnia y la población mestiza o ladina, además de una parte de la población indígena solo hablan español (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012).

3.4.2 Religión

La mayoría de la población se denominan pertenecientes a la Religión Católica, aunque el número de integrantes de las iglesias Evangélicas ha aumentado en los últimos años, además existen pequeñas congregaciones pertenecientes a las religiones Mormona, Adventista y Sabática. El principal día en que la mayoría de las religiones del municipio se congregan es el domingo en las mañanas. El templo más grande es el de la iglesia católica, el cual tiene una capacidad para más de 600 personas en sus horarios de misa del día domingo este se llena, situación muy similar con los templos de las iglesias evangélicas. Es costumbre que después de asistir a misa las personas hacen sus compras en el mercado, siendo este un día principal de mercado, a donde llegan a vender sus productos muchos pobladores de las aldeas del municipio.

3.4.3 Fiestas del municipio

El patrono del Municipio es San Andrés Apóstol por lo que se celebra la fiesta titular relacionada con el calendario católico, esta festividad se desarrolla del 25 al 30 de Noviembre, con procesiones, misas especiales, bailes religiosos y sociales, elección de reinas, noches culturales, ferias ganaderas, desfiles, juegos mecánicos para niños y champas con ventas de dulces típicos, juguetes, juegos de mesa y artesanías características de las festividades (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012). Otras fiestas populares dentro del Municipio son las siguientes:

- Convite celebrado en honor a la Virgen de Concepción, se festeja el último sábado de enero.
- Feria Titular (del 22 de noviembre al 1 de diciembre, el día principal es el 30 de noviembre) en honor al Apóstol San Andrés.
- Corpus Christi (finales de junio)
- Corrida de Cintas y Palo Encebado (15 de septiembre)
- San Simón (28 de octubre)

3.4.4 Educación

El Municipio cuenta con diferentes establecimientos educativos, tanto públicos como privados, desde los niveles educativos de preprimaria, primaria, básicos y diversificado (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012), estos se distribuyen de la siguiente forma:

- Sector Oficial: 3 centros de Preprimaria Bilingüe, 6 Escuelas del Nivel Preprimario, 18 Establecimiento del Nivel Primario, 2 Establecimientos del Nivel Medio.
- Sector Privado: 8 Establecimientos del Nivel Preprimario educativos, 8 Establecimientos del Nivel Primario, 8 Establecimientos del Nivel Medio y 2 Establecimiento del Nivel Medio Diversificado.
- Sector Cooperativa: 2 Establecimiento Nivel Medio.
- Sector Municipal: 1 Establecimiento del Nivel Medio Diversificado.

La gran variedad de centros educativos de diferentes niveles, contribuye a expandir los conocimientos en prácticas de manejo de desechos y promocionar ferias ambientales, tratando de garantizar que las futuras generación hagan un uso adecuado de los recursos naturales.

3.4.5 Formas de disponer de la basura, desde el punto de vista cultural

Muchas son las formas en que la población dispone de sus desechos, pero pocas son amigables al ambiente, dichas métodos de disposición se han realizado desde varias generaciones atrás, lo que ha variado es la composición de los desechos, en los cuales se ha aumentado los desechos que son difíciles de degradar por el ambiente, ya sea quemando los desechos, tirándolos a sitios baldíos, en la orilla de los ríos o en las mismas calles, son prácticas que contaminan, pero que se han transmitido de padres a hijos durante muchos años y que se creen correctas, en este mismo contexto el pago para dar una disposición final adecuada a los desechos, para la mayoría de la población resulta inaudito, situación que complica la problemática de la gestión de los desechos.

3.5 Factores económicos

3.5.1 Principales actividades y de servicios en el municipio

La Agricultura es el factor económico más importante, cuyos principales productos son: Maíz, Frijol, Legumbres y Hortalizas (papa, arveja china, brócoli, cebolla, repollo, coliflor, zanahorias, remolacha, tomate, aguacate, etc.) así como algunas frutas (naranja, manzana, durazno, ciruela, granadilla, fresas, etc.,), los cuales se distinguen por su buena calidad.

En la industria, principalmente figura la de tejidos típicos, pues muchas mujeres elaboran sus propios trajes, hallándose también otras pequeñas artesanías tradicionales como las fábricas de café molido y de jabón. Siendo la actividad principal del municipio la agricultura se ubican sobre la carretera antigua a Parramos varias agroindustrias, ellas son PLANESA, NECTARESA Y SIESA.

3.5.2 Artesanías

El municipio es rico en la realización de instrumentos de cuero como aparejos, mecapales, vainas para machetes y fundas de navajas, aceites, mesas y sillas, redes de pita entre otros.

3.6 Servicios públicos

3.6.1 Servicios de alcantarillado y calles

En el acuerdo gubernativo del 10 julio 1926, se establecen fondos de ornato para la inversión de infraestructura en empedrados de algunas calles del Municipio. Luego en la década de los años 80, se inició un proceso de adoquinamiento de las principales calles, en la actualidad la mayoría de las calles pertenecientes al centro del casco urbano ya están adoquinadas. El nuevo servicio de alcantarillado se inauguró el 11 agosto 1973, desde esta fecha se han expandido dicho servicio; pero las áreas periféricas aún carecen del mismo. Según el último Censo Poblacional del INE, 69% de las viviendas posee un sistema de drenaje y un 31% carece del mismo (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012).

3.6.2 Agua potable

Dada la cantidad de recursos hídricos con que cuenta el municipio, se alcanza a proveer por parte de la municipalidad hasta un 90% de la población de agua potable, el otro 10% de la

población es cubierto por pozos privados para colonias privadas, esta situación se da en el casco urbano (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012).

Las fuentes de agua que son utilizadas para el abastecimiento del servicio de agua potable son las siguientes:

- El nacimiento de La Toma
- Los nacimientos de La Chorrera y Los Nájera
- Un pozo mecánico en el centro de la población que se aprovecha por medio de un sistema de bombeo, accionado por energía eléctrica y explotado por un equipo electro sumergible

3.6.3 Servicio de energía eléctrica

En el Acuerdo Gubernativo del 17 diciembre 1928 se aprobó el contrato celebrado entre la municipalidad y Emilio Selle, para el suministro de luz y fuerza eléctrica. La tarifa fue aprobada por Acuerdo del 15 diciembre 1932 (Municipalidad de San Andrés Itzapa, 2,012).

De 3,091 viviendas reportadas el 67% cuentan con Energía Eléctrica domiciliar por lo que el 33% carecen de este servicio utilizando otros medios de alumbrado.

La distribución y comercialización de la Energía Eléctrica es proporcionada por la Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A., ENERGUATE.

3.6.4 Vías de acceso y transporte

Desde la cabecera departamental de Chimaltenango puede llegarse a la población de San Andrés Itzapa por una Carretera Asfaltada, realizada en el período de gobierno de Álvaro Arzú, transitable todo el tiempo, otra vía de acceso es el camino de terracería que actualmente se está asfaltando, de Chimaltenango a Itzapa con una longitud de 3 Kilómetros aproximados. El acceso principal es en el kilómetro 56.5 de la Carretera Interamericana, en dirección a La Antigua Guatemala, su segundo acceso es en el kilómetro 60.2 de la Carretera Interamericana, el cual es menos transitado por la condiciones de la carretera.

Existe una vía de acceso entre el municipio de San Andrés Itzapa y el municipio de Parramos con una longitud de 3 kilómetros aproximadamente, esta se encuentra totalmente asfaltada y en buenas condiciones.

Sus poblaciones cuentan con caminos de terracería que los comunica con los pueblos vecinos.

3.6.5 Tele-comunicaciones

El poblado cuenta con teléfonos comunitarios en la cabecera municipal, teléfonos públicos y teléfonos domiciliarios, además de una amplia red de telefonía celular y empresas de servicios de internet, según el directorio telefónico Guatemala 2003, en las aldeas los servicios telefónicos son escasos, ya que solo hay de tipo celular. Ya no existe el telégrafo pues este es sustituido por el correo electrónico.

3.6.6 Mercado

El mercado municipal se ubica en el centro del pueblo, frente a la Iglesia Católica, en él se comercializan productos de la canasta básica, frutas, verduras, granos básicos, entre otros, está rodeado por carnicerías y ventas de pollo. Los días de mercado, en los cuales se incrementa el comercio son los martes y domingos de cada semana, incrementado a su vez el volumen de desechos generados, en su mayoría de tipo orgánico. Sus instalaciones cubren también pequeñas cafeterías y tiendas, existe un área cubierta y la mayoría de vendedores en los días de mercado se ubican en áreas sin techo; pero el piso con torta de cemento rústico, se puede observar fácilmente la carencia de basureros o depósitos de basura formal dentro de las instalaciones.

Los servicios con los que cuenta el mercado son:

- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de drenaje sanitario
- Cunetas para drenaje pluvial

3.6.7 Rastro

San Andrés Itzapa cuenta con un rastro municipal, el cual se ubica a pocas cuadras del centro de la población en el Cantón San Lorenzo y a pocos metros del río que recibe el mismo nombre. Según información de la Municipalidad, el rastro tiene una capacidad de trabajo de 2 bovinos por turno y 2 turnos por día, posee servicios de energía eléctrica, agua potable y drenajes, sin embargo no posee un sistema de tratamiento para los residuos originados por actividades de matanzas y el agua residual tampoco tiene tratamiento y se vierte al drenaje municipal de forma directa.

3.6.8 Recreación y turismo

Se pueden resaltar dos puntos turísticos de San Andrés Itzapa, el primero de ellos es la Capilla de Maimón, el cual atrae a devotos nacionales e internacionales, por las prácticas rituales que se realizan en sus instalaciones existe una alta generación de humo y cenizas, además de residuos de candelas, por la estadía de los visitantes en el lugar también representa una alta generación de desechos. Otro lugar muy visitado por los lugareños es el balneario Xipacay, el cual conjuga la naturaleza con un lugar recreativo.

Para la recreación de la población en el centro del pueblo se ubican dos canchas de básquetbol de cemento, en las cuales se realizan encuentros deportivos y tienen una alta afluencia en las tardes y fines de semana, las mismas carecen de depósitos formales para basura, además se ubica en el cantón San Cristóbal un campo de futbol con un pequeño graderío, circulado con tela metálica y otro pequeño campo arriba de las instalaciones del cementerio.

3.6.9 Cementerio

El Cementerio Municipal, se ubica en el cantón San Antonio a 10 cuadras aproximadamente de la iglesia católica, cubriendo un área de 3,500 metros cuadrados, cuenta con servicios de agua potable, drenajes y energía eléctrica, el cementerio genera en su mayoría

desechos orgánicos por las flores que se depositan en las tumbas, una forma de disposición de dichos desechos es quemarlos a cielo abierto.

3.6.10 Estación de bomberos

San Andrés Itzapa cuenta con los servicios de los Bomberos Voluntarios, cuya estación se ubica en la entrada del pueblo y los Bomberos Municipales, los cuales recientemente han inaugurado su nueva estación, está localizada en el centro del pueblo.

3.6.11 Sub-Estación de la Policía Civil

La estación de la Policía Nacional se ubica actualmente en el cantón San Lorenzo, cuenta con un comandante y 9 elementos, prestan sus servicios para brindar orden y seguridad a la población.

Capítulo 4

Análisis de prácticas actuales del manejo de desechos sólidos

4. Análisis de prácticas actuales del manejo de desechos sólidos

En este capítulo se analizará la situación actual del manejo de desechos en el poblado del Municipio de San Andrés Itzapa a lo largo de toda la cadena de gestión, iniciando con la generación de desechos, composición de los mismos, recolección y las prácticas de disposición, se culmina este apartado como parte del análisis, visualizando la practicas actuales de una forma gráfica por medio de un Análisis FODA y un Diagrama Causa-Efecto, utilizándolos como herramientas para concluir con la elaboración de un Árbol de Objetivos, necesario para establecer propuestas de mejoras.

4.1 Generación de desechos

Conocer la generación de desechos exacta del Municipio de San Andrés Itzapa es un análisis que se relaciona con diferentes factores como son: la época del año, el clima, los sectores de generación, ciclos comerciales de ventas y otros, su medición es bastante compleja y de un alto costo económico, en términos prácticos poco fructífera, por lo que para los fines de este estudio lo que se pretende realizar es una estimación de la cantidad de desechos que se producen diariamente y que son sujetos a algún tipo de manejo o disposición final, por ello se recurrió a fuentes confiables y la que más certeza ha generado en los últimos años es el “Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliares”.

Este informe forma parte de un proyecto realizado con el esfuerzo en conjunto entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Universidad Rafael Landívar bajo la asesoría del Doctor Jorge Enrique Vargas Mantilla, especialista en la materia de alto reconocimiento a nivel mundial (Vargas, 2,007).

El estudio de desechos sólidos domiciliares fue realizado con el fin de establecer una línea base que sirva al país para tomar decisiones y rumbos en el tema del manejo de los desechos sólidos y su impacto en la calidad del agua.

Para este proyecto se analizaron 13 departamentos y 80 municipios, uno de estos municipios analizados fue San Andrés Itzapa, para el cual se estableció un Índice de Generación de Desechos per Cápita (IPPC) de 0.39kg/habitante/día para el 2,007, considerando un incremento mínimo en 5 años de 0.06 (según análisis del Dr. Vargas) se obtiene para el 2,012 un IPPC de 0.45 kg/habitante/día, esto significa que en promedio en el pueblo se generan 0.45 kilogramos de desechos por habitante al día.

Con el objetivo de estimar la generación de desechos en el área de estudio en la actualidad, se puede utilizar el IPPC estimado que es de 0.45 kg/habitante/día, para luego multiplicarlo por la cantidad de habitantes. Esta cantidad se puede obtener de las Proyecciones Poblacionales del INE basadas en el XI Censo Poblacional y VI de Habitación 2,002, obteniendo para el 2,012 un estimado de 32,649 habitantes para el Municipio de San Andrés Itzapa.

Multiplicando el IPCC (kg/habitante/día) por la cantidad de habitantes se obtiene un estimado de 14,773.67 kilogramos, lo que equivale a 35,502.08 libras de desechos generados

diariamente en el municipio, considerando que un 77% de la población del municipio habita el área urbana, se generarían 25,026.60 libras, equivalentes a **11.35 toneladas** de desechos diariamente solo en el casco urbano del Municipio, en términos mensuales 317.80 toneladas y anualmente se estima una generación de 3,813.6 toneladas.

4.2 Caracterización de los desechos

Conocer la composición de los desechos es de suma importancia para identificar en qué proporción son generados los desechos orgánicos y los inorgánicos, analizando su potencial de reciclaje, la estimación de desechos que requieren una disposición final, así como esta misma información puede orientar la medición del potencial de impacto al ambiente y los riesgos a la salud de la población, por todo ello es importante la realización de la caracterización de desechos.

Esta caracterización de desechos ya fue realizada en el 2,007, como parte del proyecto del Primer Informe de Desechos Sólidos Domiciliares, ya mencionado en el punto 4.1, contó con el apoyo en conjunto del Proyecto Nacional GIRESOL (Gestión integral de Residuos Sólidos), la Delegación del Ministerio de Ambiente en Chimaltenango, además se presentó de forma más específica en un trabajo de Tesis de la Facultad de Agronomía (Ordóñez, 2,008), dichas fuentes son consideradas de alta confiabilidad y los datos presentados en estos estudios son de alta relevancia para los fines que persigue el presente documento. Es por ello que se presenta la metodología utilizada en el estudio efectuado en el 2,007 para estimar la caracterización de desechos en el casco urbano de San Andrés Itzapa, la cual es la siguiente.

4.2.1 Metodología utilizada en el Proyecto de Caracterización de Desechos en San Andrés Itzapa 2,007

4.2.1.1 Determinación de la muestra

El cálculo de las muestras requeridas se basó en la información proveniente de las proyecciones de población 2,000-2,020 para el año base 2,007, estimadas por el Instituto Nacional de Estadística a partir del XI Censo de Población y VI de Habitación 2,002. Con esta información se procedió a establecer el número de casas a muestrear de acuerdo con la metodología del Manual de Indicadores Ambientales Municipales, fue así como se determinó que la generación de desechos de 24 casas representaba las condiciones generales del resto de la población.

La determinación de los grupos a clasificar para el análisis de la composición de los desechos a muestrear fue definido de común acuerdo entre los miembros del Proyecto GIRESOL con el apoyo de los países de Chile, México y Alemania y la asesoría del Doctor Jorge Enrique Vargas Mantilla, consultor principal del Proyecto “Cuente con un Ambiente Sano”. La clasificación que se determinó para su análisis es la siguiente:

1. Papel y Cartón
2. Trapos
3. Madera y Forraje
4. Restos de Alimentos
5. Suelo y otros
6. Metales
7. Vidrio
8. Caucho, Cuero y Plástico

4.2.1.2 Actividades preparativas realizadas

- Capacitación al personal de campo que fue convocado para la toma de muestras
- Identificación de las viviendas a muestrear dentro del casco urbano de la población
- Ubicación del Centro de Acopio como lugar para clasificar y pesar las muestras
- Definición del tiempo de recolección (7 días)

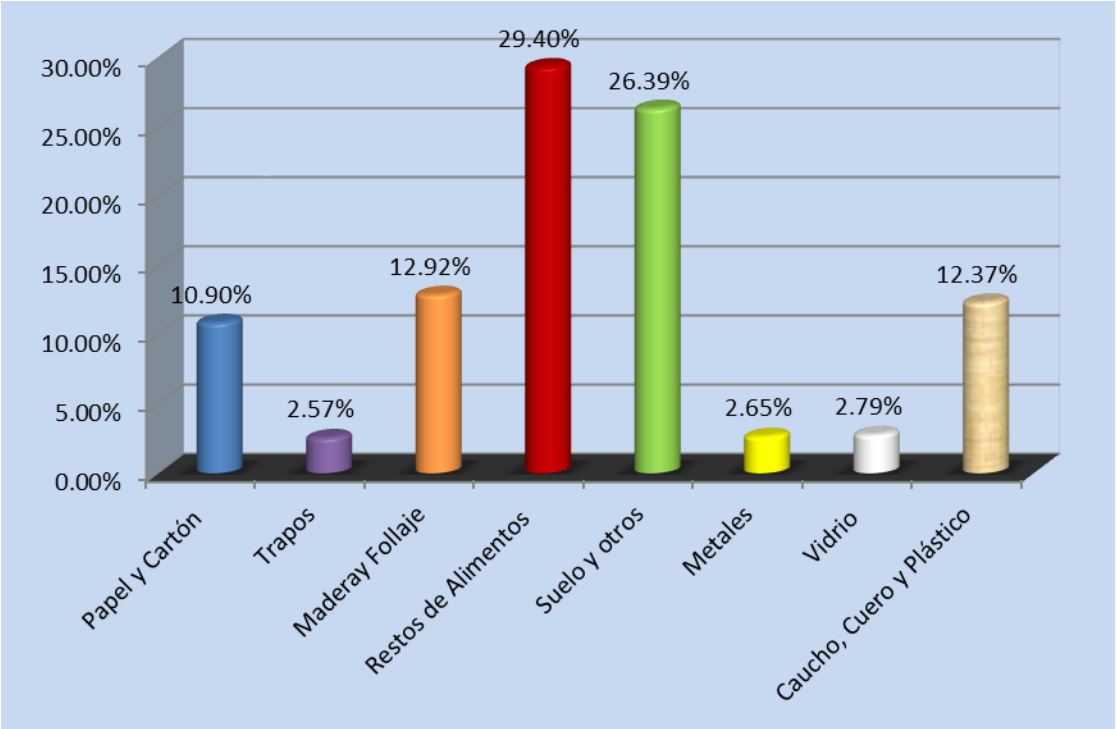
4.2.1.3 Proceso de recolección de muestras

1. Distribución del personal de muestreo, un total de 12 personas, entre las viviendas definidas a analizar
2. Distribución de bolsas plásticas para la recolección de desechos
3. Recolección de bolsas con desechos y traslados al centro de acopio durante 8 días consecutivos
4. Clasificación y pesado de los desechos recolectados de acuerdo con la clasificación establecida de desechos a analizar
5. Registro de resultados obtenidos (Ver Boleta de registro en Anexo 2)
6. Traslado de desechos muestreados para su disposición
7. Realización de cálculos de generación de desechos categorizados basados en promedios de las muestras analizadas

4.2.1.4 Resultados de la Caracterización de desechos

De este estudio realizado, en base al análisis de generación de desechos 24 casas muestreadas en período de 7 días cada una de forma paralela, se obtuvo una muestra analizada de 231.84 kg, del cual se pudo obtener la siguiente caracterización de desechos de acuerdo al porcentaje de generación (Ordóñez, 2,008).

Figura 24 Caracterización de los desechos



Elaboración propia.

De esta categorización se puede observar que la mayor generación de desechos proviene de restos de alimentos, seguida de suelo y otros y la de menor generación metales y trapos. Lo que representa un 82.18% de desechos orgánicos biodegradable y un 17.81% de Desechos no biodegradables inorgánicos. Con estos datos se pueden establecer los mejores métodos de disposición aprovechando el potencial de reciclaje de algunos desechos como lo son los metales, vidrio, plástico, papel y madera, además de los restos de alimentos y suelos pudieran aprovecharse para compostaje, reduciendo con estas prácticas la cantidad de desechos que se dispondrían de forma definitiva en un lugar específico, reduciendo así el impacto ambiental generado.

4.3 Recolección

Considerando la recolección como el proceso de recoger los desechos generados desde el punto de generación o almacenamiento temporal, por medio de un equipo de transporte para ser trasladados hacia un punto, ya sea hacia un lugar de almacenamiento para un posterior tratamiento o para un sitio de disposición final.

4.3.1 Servicio de recolección

Existe un servicio privado de recolección de desechos en San Andrés Itapá, es la empresa Servicios Emanuel, esta empresa empezó labores en 1,999, con la recolección de desechos de tan solo 15 viviendas a la fecha cubre 4 cantones del pueblo, San Antonio, San Lorenzo, San Pedro y San Pablo, San Cristóbal y algunas casa del Cantón Santísima Trinidad. Este servicio recolecta dos veces por semana los desechos de las casas contactadas a un costo de Q22.00 mensuales.

Son 4 personas las que trabajan en la recolección, incluyendo al dueño. Al momento de la recolección y transporte no se observa el uso de algún equipo de seguridad personal.

La empresa brinda a cada casa con las que trabaja, 8 bolsas pláticas grandes para depositar en ellas sus desechos, pues anteriormente trabajaban con costales, los cuales lavaban después de utilizarlos, hasta que se convirtió en una tarea muy tediosa, de no ser así las personas entregaban sus desechos en bolsitas plásticas o en botes, de una forma muy dispersa.

4.3.2 Cantidad recolectada

El servicio de recolección privado, transporta en cada viaje aproximadamente una tonelada y media al día, 7.5 toneladas a la semana, lo que equivale 3,306 libras al día. La mayoría de los desechos transportados se componen de bolsas plásticas, pañales desechables, desechos de dropar, desechos de cocina y en menor grado aluminio, cartón y pete, ya que algunas casas venden estos desechos, los cuales son comprados por recolectores informales para revenderlos a otras empresas para reciclarlos.

4.3.3 Cobertura de recolección

La empresa de recolección cubre un total de 300 casas, considerando un total de viviendas en el área urbana de 4,570, según cantidad proyecta para el 2,012 (INE, 2,002). Con estos datos se puede estimar que se recolectan de manera formal un6.56% de los desechos generados de las viviendas en el Municipio. Otro dato a considerar es que de las 300 casas a las que se les recolectan los desechos son aproximadamente 2 a 3 casas las que clasifican sus desechos.

Entre las causas que se consideran de una baja recolección son las siguientes:

- Escasa conciencia de manejo adecuado de los desechos por parte de la población, por lo que disponen de ellos de la forma que consideren más cómoda.
- La falta de capacidad municipal para brindar el servicio de recolección de desechos.
- Carencia de sensibilidad ambiental por los efectos de los desechos en el ambiente y la salud.
- Algunas personas consideran que el costo de recolección es muy alto o simplemente no quieren pagarlo a pesar de su capacidad económica de pago.
- El pago de desechos no entra en las prioridades de pago de servicios.
- Una gran parte de la población lleva sus propios desechos al Botadero Municipal, a sitios baldíos o a la orilla de los ríos cercanos.
- Algunos pobladores pagan por pocas monedas para que algún señor en estado de ebriedad lleve los desechos al botadero más cercano.
- En tiempo de invierno se volvió una práctica muy común para algunas personas sacar sus desechos a la calle para que se los lleve la correntada de agua lejos de sus casas.

4.3.4 Transporte de desechos

La empresa privada de recolección, cuenta con un camión cerrado, exclusivo para la recolección de desechos con una capacidad de 7 toneladas, el camión es bastante grande, considerando la estreches de la mayoría de las calles del Municipio, en su interior no cuenta con apartados de clasificación de desechos, ni manejo de lixiviados.

Otras formas de transportar los desechos de las personas que no pagan el servicio de recolección privado es llevar sus desechos por medio de carretillas manuales, esta práctica es muy común entre las personas que habitan cerca del botadero municipal y los ríos que cruzan el pueblo, incluso la Municipalidad transporta los desechos generados en el Mercado y las cercanías de la Municipalidad en carretillas hacia el Botadero.

Los habitantes que son dueños o tienen acceso a vehículos tipo picop, transportan en ellos también sus desechos, sobretodo desechos provenientes de la construcción.

Por último una forma muy frecuente de llevar los desechos a los puntos de vertimiento es de forma manual, ya sea en bolsas plásticas o costales, este volumen es que se lleva es mucho más pequeño; pero la frecuencia de esta práctica es mayor.

4.4 Disposición final

4.4.1 Lugar de destino de desechos recolectados

Todos los desechos transportados por la empresa recolectora privada son llevados a un terreno privado propiedad del dueño de dicha empresa, ubicado a 2 kilómetros del pueblo y a 200 metros del camino hacia la Aldea Xipalquí. El terreno tiene una extensión de 5,000 metros cuadrados aproximadamente, en el cual se ubica un barranco, lejos de fuentes de agua superficiales, sin embargo no se conoce la profundidad del manto freático del lugar. En los alrededores del terreno se ubican cultivos de maíz.

Al llegar los desechos se clasifican, buscando lo que pueda ser reciclado como papel, cartón, metal, vidrio, pet, plástico y otros desechos que puedan ser vendidos, desechos como llantas aún no se les ha encontrado mercado y envases de plaguicidas son llevados, algunas veces, al Centro de acopio de AGREQUIMA, ubicado en las cercanías del parque Los Aposentos.

La empresa recolectora privada está analizando la posibilidad de hacer con los desechos orgánicos compostaje y venderlo como abono orgánico, pero aún no se realiza esta actividad.

Esta disposición se hace a cielo abierto sin ningún control de desechos para su destino final, lo que implica, que no hay ningún trabajo de impermeabilizar los suelos de los lixiviados generados por la descomposición de los desechos, por mismo no hay tratamiento de lixiviados, ni compactación de los desechos, por lo que el volumen de los desechos arrojados es bastante alto, además no son cubiertos por tierra, lo que implica proliferación de vectores. En el tiempo de verano los desechos son quemados por combustión espontánea por liberaciones de metano, al cual no se le da ningún tratamiento de forma adecuada.

4.4.2 Botadero Municipal a cielo abierto

Ubicado a escasas 3 cuadras de la Plaza Municipal, se localiza el Botadero Municipal, en categoría de Vertedero no Controlado, en las coordenada geográficas 14.622434 de latitud y 90.843474 de longitud, es conocido por los lugareños como Barranca Honda, en el inicio de esta hondonada se vierten gran cantidad de desechos, por estimaciones de la Delegación Departamental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se estiman que más 45 toneladas

aproximadamente son vertidas cada mes, cubriendo un espacio inicial de 67 metros cuadrados, estos desechos ser vertidos sin ninguna clasificación y no se les brinda ningún tratamiento.

En los meses de verano, por no contar con algún tratamiento para los gases liberados por descomposición de los desechos, como el gas metano, el botadero se incendia, en algunos casos se ha apagado este incendio con agua de la pila pública, ubicada muy cerca del botadero.

En invierno es otra la dinámica que ocurre, pues por la posición en la que se encuentra el botadero, recibe el agua de las correntadas provenientes de los cantones San Pedro y San Pablo y Santísima Trinidad, esta agua fluye a una alta velocidad y la presión de la misma arrastra una gran cantidad de desechos del botadero a lo largo de la Barranca Honda, la cual termina cuando la intercepta el río de La Virgen, siendo este río una vertiente del río Guacalate, el que a su vez continúa arrastrado los desechos por su cuenca. A continuación se presenta una fotografía del botadero municipal en donde se evidencia la cantidad de desechos vertidos en el mismo.

Figura 25 Vista frontal del Botadero Municipal, punto crítico 6

Fotografía: Jennifer Zamora.

4.4.3 Vertido de desechos en los ríos

Los dos ríos que cruzan el casco urbano del pueblo son: El río de La Virgen y el Río Negro. El Rio de La Virgen a traviesa el pueblo por los Cantones San Pedro y San Pablo, Santísima Trinidad y San Cristóbal, mientras que el río Negro cruza por los cantones San Antonio y San Lorenzo. Para facilitar el paso de peatones y vehículos se han construido diferentes puentes a lo largo de los ríos,

lo cual permite un mejor acceso y comunicación entre las viviendas que se ubican en las orillas y en los lados de dichos ríos, pero a su vez también estos puntos se utilizan para verter desechos, en las cercanías de cada puente se observa con facilidad una acumulación de desechos, de los cuales una parte son arrastrados por el río a lugares más bajos y otra parte se encuentra atascada en diferentes puntos de vertimiento. La contaminación que genera a los ríos puede apreciarse aún más por medio de las siguientes fotografías:

Figura 26 Convergencia entre el Botadero Municipal y el río de La Virgen, punto crítico 3

Fotografía: Jennifer Zamora.

En la anterior fotografía se muestra el punto en el que los desechos arrastrados por las correntadas de agua en época lluviosa convergen con el cauce del río la Virgen o Itzapa, algunos de ellos se quedan atorados por un tiempo y otros son arrastrados río abajo.

Figura 27 Botadero clandestino sobre el río de La Virgen, punto crítico 4

Fotografía: Jennifer Zamora.

En esta fotografía se muestra la cantidad de desechos arrojados al río La Virgen o Itzapa como una forma de disposición final para los mismos, en la misma también se puede apreciar que por contar con un puente cercano facilita aún más su acceso.

Es importante recalcar la frecuencia con la que los lugareños llevan sus desechos a los ríos tan cercanos a sus viviendas, ya que el río Negro y el río de La Virgen que atraviesan el pueblo, dadas las condiciones tan insalubres se identifica sin mayor esfuerzo la presencia de perros, ratas, moscas y otras plagas, muy cercanas a las viviendas que rodean los ríos. Para evidencia de esta contaminación y el riesgo que ella causa, se presentan las siguientes fotografías:

Figura 28 Propagación de plagas en botadero clandestino, punto crítico 5

Fotografía: Jennifer Zamora.

En la anterior fotografía se evidencia una cantidad considerable de perros atraídos por los desechos depositados en el botadero clandestino ubicado en el río La Virgen.

Figura 29 Evidencia de ratas, punto crítico 11

Fotografía: Jennifer Zamora.

En esta fotografía se aprecia una evidencia clara de la presencia de un grupo de ratas en un botadero clandestino ubicado en el río Negro, muy cercano al centro del poblado.

4.4.3 Otras formas de disposición

Otras formas que se pueden mencionar en las que los lugareños disponen de sus desechos son las que se enumeradas de acuerdo con la frecuencia con que se realizan, iniciando con quemar los desechos y finalizando con el reciclaje, que es la práctica menos frecuente, este listado se presenta a continuación: (Instituto Nacional de Estadística , 2,008):

1. Quemar los desechos
2. Tirar sus desechos en sitios baldíos
3. Enterrarlos
4. Hacer aboneras
5. Reciclaje

4.5 Prácticas de reciclaje en el Municipio

El Municipio de San Andrés Itzapa cuenta con una empresa privada de acopio de desechos para reciclar, su nombre comercial es COMSEM Construcciones, esta empresa inició labores en el 2,007, localizándose a un costado de la entrada principal del pueblo. En este centro de acopio, los pobladores pueden vender sus desechos previamente clasificados, los cuales serán vendidos empresas recicladoras para darles una segunda vida. Los desechos que se acopian en este centro son los siguientes, con sus respectivas características:

Tabla 14 Clasificación de desechos a reciclar

No.	Tipo de desecho	Características para reciclar
1.	PET	Plástico de botellas de aguas gaseosas, plástico limpio, sin ralladuras, puede tener escaso líquido en su interior; pero no cristalizado
2.	Plástico HDPE	Es un plástico más duro, ejemplo de este son: botellas de aceite de cocina, aceite para automóvil y botellas de jugos
3.	Papel	Se clasifica de la siguiente forma: • Cartón • Periódico • Papel blanco • Revistas • Mezclado
4.	Vidrio	Se clasifica por colores: • Café • Verde • Transparente • Azul
5.	Metal	• Latas de aluminio • Latas de metal • Tapas de compotas • Cobre, bronce y otros.
6.	Plástico de polipropileno	No debe estar desgastado, en esta clasificación se entra: • Sillas, baños, bancos, tapaderas, macetas y otros objetos de este plástico

Elaboración propia.

En un tiempo esta empresa también se dedicaba a la realización de Ecoladrillos o ladrillos ecológicos, realizados de botellas pet llenas de bolsitas plásticas o envolturas de ricitos, dulces, bombones y otros, los mismos eran utilizados para construcciones de paredes de jardineras.

No sé brindó datos exactos de cantidades acopiadas para su reciclaje, sin embargo se enfatizó que el PET es el desechos que más se compra, seguido por las latas de aluminio, en tercer lugar el papel y en cuarto el vidrio. En total lo reciclado en este centro en un año ha sido de 552 quintales de desechos. Les han querido vender duroport; pero en Guatemala no se cuenta con un mercado reciclador para este material.

Esta empresa acopiadora, también ha participado en campañas ambientales para sensibilizar a la población respecto a prácticas de reciclaje, especialmente en las celebraciones de los días ambientales, pero considera que no ha existido mayor repercusión, prueba de ello es que la recolección de desechos para reciclar ha bajado sustancialmente, además de contribuir la recolección y compra de estos desechos de manera informal hasta las propias casas, situación agudizada por la falta de prácticas de reciclaje desde su origen.

4.6 Razones de la disposición actual de los desechos

Por entrevistas directas a los pobladores se pueden mencionar varias razones por las que las prácticas más comunes para disponer de sus desechos sean el vertimiento al Botadero Municipal y el arrojar sus desechos a los ríos, estas razones se enlistan a continuación:

- Son prácticas que se ha realizado durante años, por lo cual representan una costumbre inadecuada entre la población, que no es percibida de forma dañina.
- El acceso tan fácil al botadero o a los ríos, contribuye a esta práctica.
- Rechazo al pago del servicio para una mejor disposición final.
- El desconocimiento de las consecuencias de una mala disposición de desechos.
- La falta de conciencia ambiental para el cuidado de los recursos naturales y la reducción de riesgos por enfermedades provocadas por las plagas generadas por una mala disposición.
- La carencia de una legislación fortalecida y la aplicación de la misma, que sancione estas prácticas; pero que a la vez proponga otras alternativas sanitarias más adecuadas a los pobladores.

4.7 Análisis de impactos ambientales

Los impactos ambientales por un mal manejo de desechos son evidentes, según el tipo de disposición se puede impactar diferentes recursos naturales, en la siguiente tabla se presenta un resumen de ello:

Tabla 15 Ponderación de análisis de impactos ambientales

	Prácticas de disposición final	Medios Impactados			
		Aire	Agua	Suelo	Total
1.	Verter los desechos en el Botadero Municipal	1	3	3	**7**
2.	Arrojar los desechos a la orilla de los ríos	1	3	1	**5**
3.	Tirar los desechos en un	1	2	3	**6**

	lugar inapropiado				
4.	Quemar los desechos	3	3	3	**9**
5.	Enterrar los desechos	1	2	3	**6**

1= Bajo Impacto, 2 = Impacto Medio, 3 = Alto Impacto

Elaboración propia.

Impactos al suelo

La práctica de verter los desechos al Botadero Municipal impacta el suelo del lugar donde estos son depositados, contaminándose con lixiviados originados por la descomposición de los desechos, como existe una mezcla de desechos, en esta mezcla puede incluirse desechos peligros que se tienen en las casas como baterías o pilas alcalinas y de zinc en diferentes tamaños, lámparas fluorescentes, envases de plaguicidas, envases de desinfectantes, termómetros los cuales pueden generar contaminación de metales pesados como plomo, cadmio, mercurio, arsénico, entre otros, además metales menos pesados como aluminio y berilio. Algunos de estos metales y los metabolitos de los productos orgánicos pueden fijarse en las arcillas de los suelos y luego ser liberados cuando pasa una corriente de agua en ellos.

Impactos al aire

Se liberan grandes cantidades de gases dañinos a la atmósfera cuando estos desechos son quemados, ya que en su composición pueden existir desechos con altas cantidades de cloro, ejemplo de ello el PVC y las mantas de polivinilo o mantas de vinilo, entre los principales contaminantes generados se encuentran: el gas metano, originado sin necesidad de combustión, solo por descomposición de desechos, este gas forma parte de los gases de efecto invernadero (GEI) lo cual contribuye a un Calentamiento Global, es un gas muy volátil, por ello cuando los desechos están más secos, es fácil que se presente una combustión espontánea. Además en la quema propiamente dicha se liberan al ambiente gases como Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Bióxido de Nitrógeno, Mercurio, Plomo, Derivados del Azufre, Ozono (dañino a esta altura de la atmósfera), Terpeno, Benceno, Butano, Cenizas de fondo, Material particulado, Agentes patógenos y los tóxicos Dioxinas y Furanos. (EPA, Landfill Gas Emission Model, 2,005)

Las dioxinas y furanos son creadas durante la quema de materiales que contienen cloro y se distribuyen en el ambiente como parte de los gases, cenizas volátiles y cenizas sedimentadas, que pueden ser fácilmente capturadas por animales, peces y humanos produciendo grandes impactos ambientales. Una vez emitidas al ambiente, las dioxinas pueden viajar a grandes distancias en el aire y corrientes marinas, convirtiéndose en un contaminante global, estos contaminantes son altamente tóxicos e inciden en enfermedades graves a la salud humana.

Los contaminantes emitidos por las emisiones de la quema de desechos, se depositan y son asimilados por los tejidos de las plantas de cultivo (las plantas asimilan el 10% de la concentración de dioxinas y furanos presente en el suelo). Para los contaminantes transportados por el aire, los mayores índices de exposición corresponden a aquellos cultivos en los que la parte

comestible queda expuesta, aunque después de un buen lavado, una cantidad importante entre el 15 y 50 % permanece adherida.

Impactos al agua

El agua también es impactada ya que por verter los desechos en el Botadero Municipal, las correntadas de invierno los arrastran hacia el río de La Virgen, contaminándolo y dejando restos de desechos por su paso en las riveras, llevando esta contaminación río abajo, llegando a los Aposentos y parte de la cabecera de Chimaltenango.

El hecho de verter los desechos a los ríos implica una contaminación directa al agua, contaminación que trasciende a lo largo de la cuenca a la que pertenece, en este caso el río Guacalate, esta contaminación trasciende por los lixiviados generados, materiales solubles producto de las materias orgánicas, sólidos en suspensión, metales pesados antes mencionados y cenizas contaminadas si existió contaminación.

Al tirar los desechos en lugares inapropiados, dígase sitios baldíos o terrenos sin ninguna preparación para un relleno sanitario, contamina los suelos con lixiviados, metales pesados ya mencionados y permite la proliferación de vectores dañinos a la salud de la población.

Si se entierran los desechos mezclados en un terreno sin preparación previa, puede contaminar el suelo con lixiviados y metales pesados, además si el manto freático del lugar está cercano a la superficie este manto freático puede ser contaminado y a su vez si esta agua llega a recolectase por medio de pozos de absorción para consumo propio o para riego de plantas, es agua contaminada la que se está utilizando.

4.8 Puntos Críticos de riesgo ambiental y de salud

Por la posición en la que se localizan el Botadero Municipal y los Botaderos Clandestinos se consideran puntos críticos de alto riesgo dadas las siguientes características que son enumeradas, desde el punto de vista ambiental y de salud:

Tabla 16 Análisis de Puntos Críticos

Punto Crítico	Riesgo Ambiental	Riesgo en Salud
Botadero Municipal	45 Toneladas vertidas en el mismo punto en un mes, lo cual puede ocasionar: • Contaminación al suelo por lixiviados, metales pesados, entre otros. • Contaminación al aire por metano liberado • Por proceso de combustión, liberación de gases altamente	Por su ubicación dentro del Centro de la población, puede ocasionar los siguientes riesgos: • Propagación de plagas en el botadero y los alrededores lo cual puede provocar: Dengue, Malaria, Peste bubónica, Tifus, Cólera, etc. • Por la quema de desechos: Ardor en los ojos, irritación de las vías respiratorias y exacerbación del asma • Por la generación de dioxinas y

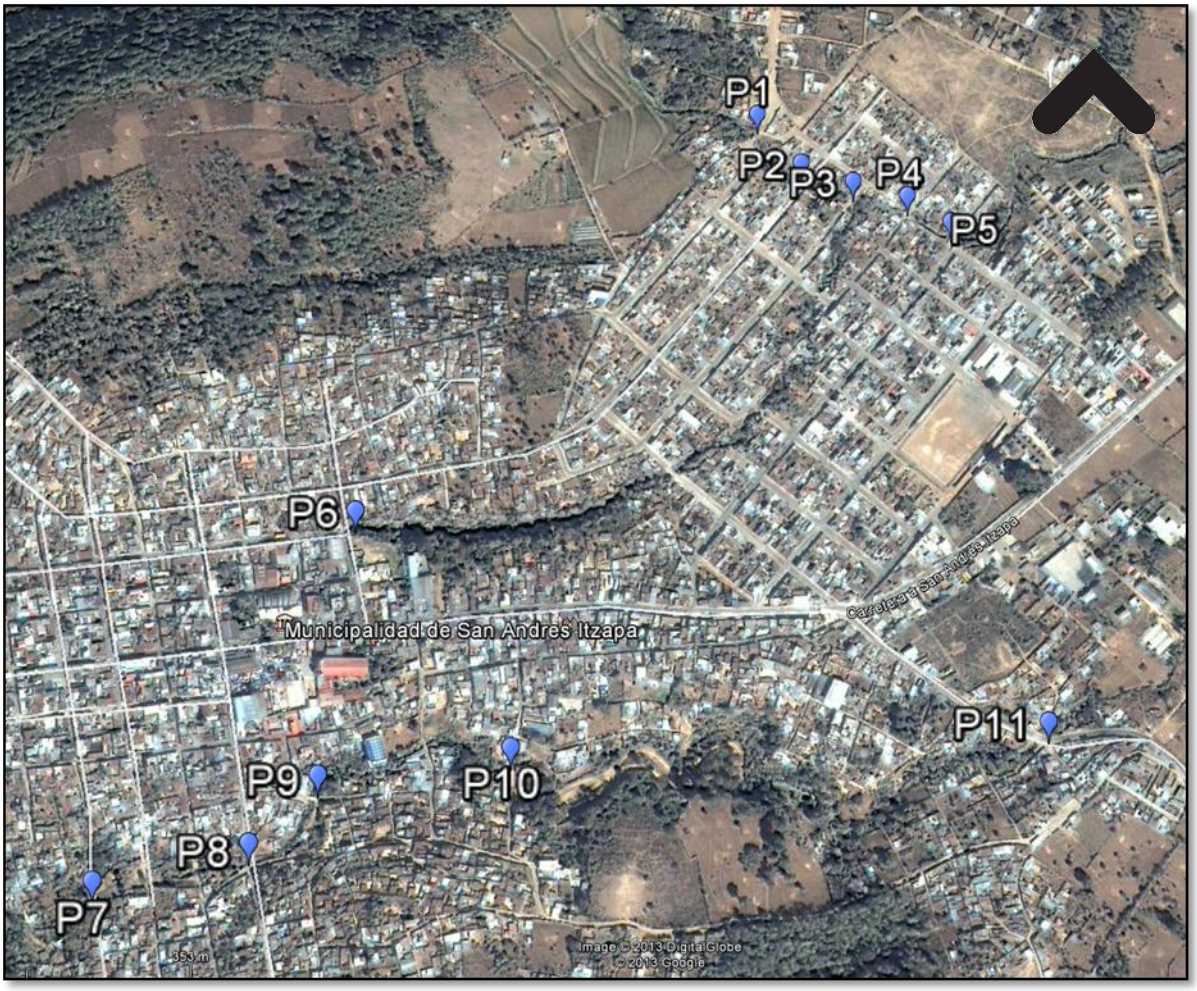
	contaminantes • Contaminación al manto freático • Contaminación al río La Virgen en invierno • Contaminación visual	furanos: Enfisema pulmonar, el cáncer, la disrupción endocrina, espina bífida, malformaciones y alteraciones neuroconductuales • El contacto con metales pesados puede provocar: Mercurio: irritación de la piel, mucosa y es sensibilizante de la piel, bronquitis, neumonías, diarrea, inflamación de encías, fatiga, sabor metálico, insomnio, indigestión (dependiendo la dosis). Cadmio: Las fuentes más comunes son las pilas, que también contienen Mercurio, los pigmentos para pinturas, los barnices y las cañerías de PVC. Este metal es sumamente tóxico, además de cancerígeno. En madres expuestas al Cadmio produce serias afecciones con lesiones para el embarazo. Plomo: Fatiga, dolores de cabeza, dolores óseos, dolores abdominales, trastornos del sueño, dolores musculares, impotencia, trastornos de conducta, etc. Cromo: Puede producir dermatitis, sensibilización de la piel, es irritante de la piel y mucosas. Afecciones generales: produce tos, bronquitis crónica, ulceraciones del tabique nasal y piel, dolores respiratorios y de cabeza, hemorragia nasal, dermatitis, etc.
Botaderos clandestinos a la orilla de los ríos	• Contaminación al agua por lixiviados • Contaminación por metales pesados • Contaminación por restos de líquidos de productos químicos de uso doméstico • Materiales solubles de materia orgánica • Sólidos en suspensión	

Elaboración propia.

Por los riesgos antes descritos, se consideran puntos de interés especial dentro del poblado, ya que su ubicación tan cercana a las viviendas incrementa el nivel de exposición de los habitantes a todos los problemas que pueden ocasionar ya sea a la salud o al ambiente, por ello el manejo adecuado de los mismos se consideran de alta prioridad.

A continuación se presenta una imagen del casco urbano de San Andrés Itzapa en donde se localizan 11 puntos críticos detectados, de acuerdo con los niveles de contaminación ambiental y el riesgo a la salud que representan para los pobladores.

Figura 30 Ortofoto del casco urbano de San Andrés Itzapa con ubicación de puntos críticos



Fuente: Google earth.

Para la referencia de una ubicación más exacta se muestra la siguiente tabla con coordenadas geoespaciales.

Tabla 17 Coordenadas de ubicación de puntos críticos

Ubicación de puntos críticos			
Puntos críticos ubicados en el Río Itzapa			
P1	14°37'37.92"N	90°50'20.62"O	Botadero clandestino
P2	14°37'35.81"N	90°50'18.79"O	Botadero clandestino
P3	14°37'35.05"N	90°50'16.61"O	Botadero clandestino
P4	14°37'34.47"N	90°50'14.34"O	Botadero clandestino
P5	14°37'33.35"N	90°50'12.55"O	Botadero clandestino

Botadero Municipal Barranca Honda			
P6	14°37'21.01"N	90°50'36.51"O	Botadero municipal
Puntos Críticos ubicados en el Río Negro			
P7	14°37'7.44"N	90°50'45.53"O	Botadero clandestino
P8	14°37'8.79"N	90°50'39.88"O	Botadero clandestino
P9	14°37'11.21"N	90°50'37.48"O	Botadero clandestino
P10	14°37'12.24"N	90°50'30.27"O	Botadero clandestino
P11	14°37'13.32"N	90°50'9.56"O	Botadero clandestino

Elaboración propia.

4.9 Análisis FODA de Manejo de Desechos del Municipio de San Andrés Itzapa

En la matriz FODA se identifican las fortalezas propias al manejo de desechos en el poblado de San Andrés Itzapa, representan los aspectos positivos del manejo actual, las debilidades identificadas representan todo lo contrario, ya que afectan de forma negativa el proceso en cuestión a nivel interno, dichas debilidades deberán ser disminuidas por medio de acciones correctivas. Para el análisis de las amenazas se toman en consideración condiciones externas que aportan factores desfavorables desde el exterior del proceso de manejo de desechos, estas deben ser reducidas por medio de acciones preventivas. Las oportunidades representan los aspectos externos positivos que son favorables para manejo de desechos analizado. De todo ello se presenta el siguiente cuadro de análisis.

Tabla 18 Análisis FODA

Factores internos / ***Factores externos***	**Fortalezas** 1. La mayoría de los desechos generados son de fácil degradación en el ambiente (82% tipo orgánicos) 2. Parte de la población ya está pagando el servicio de recolección de sus desechos 3. Interés de la Corporación Municipal actual, para la apertura de un relleno sanitario municipal 4. Presencia de un centro de acopio local para reciclaje	**Debilidades** 1. No existe una cultura de clasificación de desechos generados 2. No se cuenta con un servicio eficiente de recolección de desechos que cubra todo el pueblo 3. Carencia de un lugar apropiado para dar disposición final a los desechos 4. Falta de sensibilización ambiental en el tema de manejo de desechos
Oportunidades 1. Apertura del mercado de reciclaje y compostaje a nivel nacional 2. Existencia de un marco legal que designa a la municipalidad como responsable de la disposición de desechos 3. Presencia de apoyo institucional del MARN, MSPAS y ONGs para el manejo de desechos 4. Interés de empresas	**Estrategia FO (Maxi-Maxi)** 1. Incentivar una mayor apertura al mercado del reciclaje y compostaje, fomentando estas prácticas desde la clasificación de desechos hasta búsqueda de compradores interesados. 2. Fortalecer el marco legal municipal por medio de un reglamento de manejo de desechos, con apoyo interinstitucional. 3. Desarrollar un proyecto específico para la ubicación y construcción de un relleno sanitario, ya sea municipal o mancomunal.	**Estrategia DO (Mini-Maxi)** 1. Crear programas de sensibilización y capacitación para la población referente al manejo de desechos 2. Establecer un plan de recolección de desechos que dé cobertura a la mayoría de la población. 3. Ubicar en un lugar apropiado un relleno sanitario municipal como parte de la disposición final de desechos.

privadas para recolección de desechos		
Amenazas 1. Incremento consecutivo de la generación de desechos 2. Contaminación a los recursos naturales 3. Riesgos a la salud humana por mal manejo de desechos 4. Riesgos a inundaciones por obstrucción de cauces de ríos y drenajes 5. Deterioro de espacios públicos y paisaje visual	**Estrategia FA (Maxi-Mini)** 1. Incentivar prácticas de reducción de generación de desechos por medio de programas de sensibilización. 2. Fomentar la reducción, reuso y reciclaje de desechos, así como prácticas de disposición ambiental. 3. Establecer un plan de cierre y control de los botaderos que amenazan la salud de la población, contaminan el ambiente o deterioran el paisaje visual de la localidad. 4. Implementar controles consecutivos en diferentes puntos críticos que pongan en riesgo áreas por inundaciones debidas a acumulación de desechos en temporada lluviosa.	**Estrategia DA (Mini-Mini)** 1. Crear programas de capacitación para clasificación y manejo de desechos sólidos para diferentes sectores. 2. Fomentar la participación social para dar a conocer los riesgos para la salud, ambientales, a inundaciones y el deterioro de espacios públicos debidos a un mal manejo de desechos. 3. Fomentar de forma legal el cierre de los botaderos que no cumplan con los requisitos técnicos, ambientales y legales. 4. Brindar disposición final a los desechos en los lugares establecidos bajo reglamento municipal.

Elaboración propia.

El anterior análisis permite visualizar las condiciones actuales de manejo de desechos en el poblado, mediante la presentación de las fortalezas y debilidades internas, así como las oportunidades y amenazas externas, bajo en la clasificación de cuatro estrategias. En la primera estrategia FO, se buscó maximizar las fortalezas y oportunidades, en la estrategia DO, el objetivo fue plantear estrategias que minimizaran las debilidades y maximizaran las oportunidades. Para la estrategia FA se maximizaron las fortalezas y se buscaron estrategias para reducir las amenazas por medio de la prevención. En la estrategia DA, el objetivo fue la minimización, tanto de debilidades como amenazas, por medio de estrategias de prevención y corrección.

El análisis FODA realizado también permite la visualización de la situación desde otro ángulo, estableciendo el problema central, los efectos que repercuten, ya sea a la población directamente o al ambiente de la misma, ocasionados por causas que originan la problemática actual, partiendo de ello se puede realizar el diagrama causa y efecto.

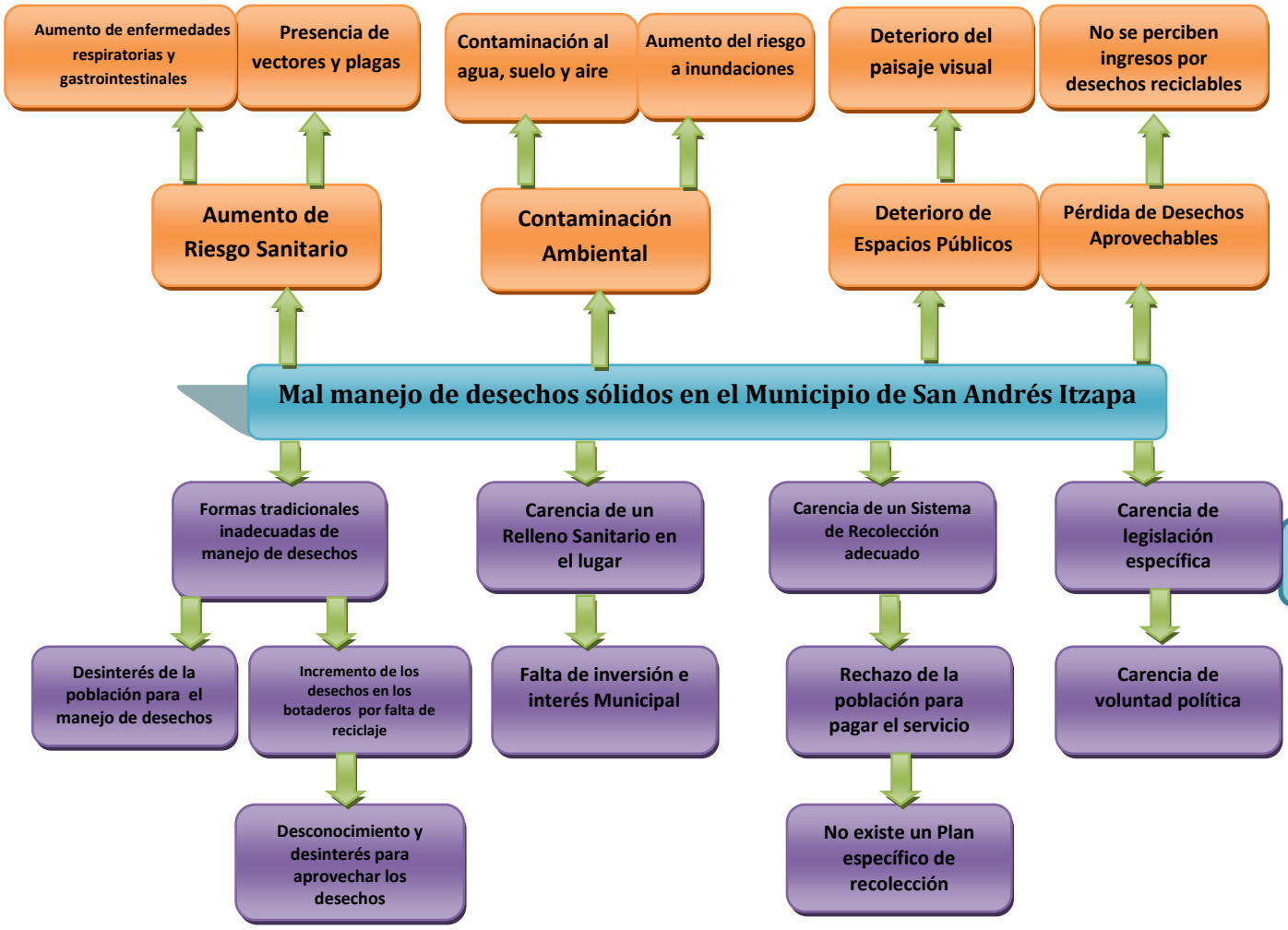
4.10 Diagrama causa y efecto del manejo de dresechos

En el siguiente diagrama se analiza el problema del Mal Manejo de Desechos, partiendo desde sus efectos principales, los cuales se han identificado en el aumento de riesgo sanitario para contraer enfermedades relacionadas al mal manejo de desechos, la contaminación ambiental con los efectos de la misma a diferentes medios, el deterioro de los espacios públicos al estar contaminados con desechos y la pérdida de desechos con potencial de ser aprovechados.

Las consecuencias que conllevan a estos efectos también son presentadas, visualizando las causas primarias, desprendiéndose de ellas las razones por las que se puedan dar las mismas, entre las principales causas se tienen las formas tradicionales inadecuadas de manejo de

desechos, la carencia de un lugar adecuado para disposición final, la falta de un sistema de recolección eficiente y la falta de un reglamento de manejo de desechos municipales, específico para las condiciones del municipio, ello puede derivarse de una falta de voluntad política para la ejecución de mejoras y presupuesto para las actividades que conllevan las mismas.

Figura 31 Diagrama Causa Efecto



Elaboración propia.

La situación del manejo de desechos en el poblado de San Andrés Itzapa es bastante precaria, pues posee focos de contaminación críticos que representan un alto riesgo a la población en términos sanitarios por estar tan cerca de sus casas de habitación, entre estos se puede mencionar las orillas de los ríos y sin faltar el botadero municipal, ubicado en pleno centro de la población. Aunada a esta situación, se presenta el desconocimiento y desinterés de la población para darle un tratamiento adecuado a sus desechos, la carencia de un servicio eficiente de recolección de desechos que cubra todo el poblado y la carencia de una legislación municipal aplicada al tema, causa de ello es la falta de voluntad política nacional para este tema. Con el fin de mejorar la situación actual se presenta en el siguiente capítulo una propuesta de manejo de desechos para el municipio analizado.

Capítulo 5

Propuesta de Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos

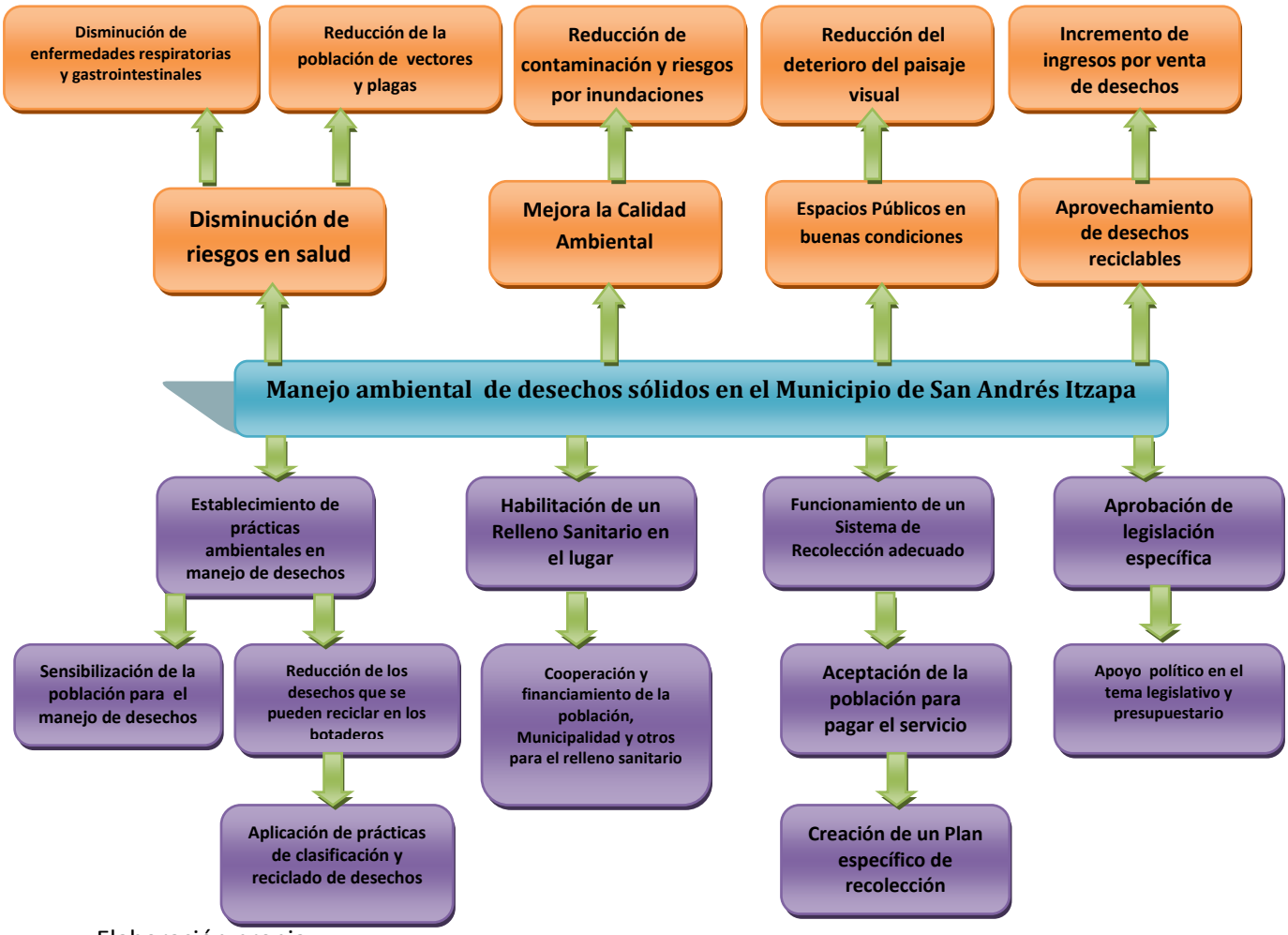
5. Propuesta de Plan de manejo integral de desechos sólidos

El objetivo de las propuestas para el Plan de manejo, es brindar elementos claves para la Municipalidad, referentes al manejo y disposición final de desechos generados en el poblado de San Andrés Itzapa, para así propiciar condiciones sanitarias, reduciendo los impactos ambientales y riesgos en salud provocados por el mal manejo de desechos que se realiza actualmente, buscando con ello una mejor calidad de vida de sus pobladores.

5.1 Árbol de Objetivos

El análisis del Árbol de Objetivos se basa en el Diagrama Causa-Efecto ya expuesto, se plantean los efectos ocasionados por el problema central en términos de objetivos o metas a alcanzar para un manejo adecuado de los desechos, a su vez las causas son utilizadas en la búsqueda de componentes y actividades encaminadas para el mejoramiento de la situación actual, de ello se cuenta con una herramienta muy útil para la propuesta de soluciones en un Plan de manejo ambiental.

Figura 32 Árbol de Objetivos



Elaboración propia.

Dado el diagrama del Árbol de Objetivos, se aspiran alcanzar diferentes beneficios derivados de un mejor manejo de desechos entre los cuales figuran:

- Disminución de los riesgos en salud de los pobladores
- Mejora de la calidad ambiental
- Espacios públicos en buenas condiciones
- Aprovechamiento adecuado de los desechos reciclables

Partiendo de ello, se empiezan a visualizar acciones que deben contemplarse en el plan de manejo por medio de líneas estratégicas o de acción, por lo que se enumeran las siguientes acciones:

- Contar con el apoyo de la población para que el que plan sea sustentable y funcional, para ello se debe trabajar de la mano con la participación social, la cual va unida con la sensibilización y capacitación a diferentes sectores del pueblo, ya que de lo contrario todo esfuerzo repercutiría en un fracaso.
- La mejora para el manejo de desechos en el poblado implica directamente acciones de clasificación para un posterior aprovechamiento de residuos que puedan reciclarse, reduciendo así la cantidad de desechos a disponer de forma definitiva sin aprovechamiento.
- Otra acción o línea importante a trabajar es la recolección ambiental y adecuada de desechos y residuos generados, los cuales deberán ser transportados en condiciones seguras y sanitarias para disponer de ellos de forma ambiental, esto repercute en costos los cuales deberán ser solventados por los pobladores.
- Un punto crítico que no se debe dejar de lado es la necesidad de un lugar apropiado donde disponer de los desechos, para este caso un relleno sanitario requiere de una línea estratégica específica que contemple su adecuada ubicación.
- Contar con el apoyo político de las autoridades gubernamentales y municipales es de suma importancia, ya que en el gobierno municipal recae la responsabilidad legal de brindar un manejo adecuado a los desechos generados por la población, parte de estas responsabilidades involucra la creación de una reglamentación específica en el tema y la asignación presupuestaria para la realización de diferentes acciones, no dejando de lado la búsqueda de financiamientos externos que apoyen el proyecto.

Analizada la problemática actual referente al manejo de los desechos sólidos del Municipio de San Andrés Itzapa, por medio de la metodología del FODA y Árbol de Problemas, se presentó la tabla del Árbol de Objetivos, en la cual se identifican diferentes líneas de acción prioritarias para una propuesta de un Plan de manejo de desechos sólidos en el municipio, estableciéndose de acuerdo con las necesidades actuales, por lo que en este capítulo se presentan diferentes propuestas de trabajo de acuerdo con las siguientes líneas estratégicas:

Tabla 19 Enlace de alternativas de solución y líneas estratégicas

Árbol de Objetivos (Alternativas de solución)	Líneas Estratégicas Propuestas
• Cooperación y financiamiento de la población para el manejo de desechos • Aceptación de la población para pago de servicio de recolección	1. Participación social (tema transversal)
• Reducción de desechos reciclables • Aplicación de prácticas de clasificación y reciclado	2. Diagnóstico y caracterización de desechos 3. Manejo ambiental de desechos
• Habilitación de un relleno sanitario en el lugar	4. Ubicación del relleno sanitario municipal
• Funcionamiento de un sistema de recolección eficiente y aceptado por la población	5. Programa de recolección efectiva de desechos sólidos
• Sensibilización de la población para el manejo de desechos	6. Programas de sensibilización y capacitación (tema transversal)
• Aprobación de legislación municipal con apoyo político y presupuestario	7. Fortalecimiento legal y administrativo

Elaboración propia.

Las propuestas de actividades que conforman las diferentes líneas de acción del Plan de manejo, están basadas en el estudio previo efectuado, en el cual se consideró información recabada por diferentes fuentes confiables, así como sectores relacionados directamente en el tema. Sin embargo es necesaria una planificación específica más a fondo para cada línea de acción, por lo que para una efectiva aplicación del plan se requieren reuniones de discusión pública para su realización. En estas reuniones deben participar los actores y sectores involucrados, para identificar estos actores se presentan propuestas en la Línea 1 de Participación Social.

El siguiente listado representa las líneas estratégicas propuestas para el Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa:

- Línea estratégica 1: Participación social
- Línea estratégica 2: Diagnóstico y caracterización de desechos
- Línea estratégica 3: Manejo ambiental de desechos
- Línea estratégica 4: Ubicación y construcción del relleno sanitario Municipal
- Línea estratégica 5: Programa de recolección efectiva de desechos sólidos
- Línea estratégica 6: Programas de sensibilización y capacitación
- Línea estratégica 7: Fortalecimiento legal y administrativo

5.1 Línea estratégica 1: Participación social

Objetivos

- Contar con el apoyo de los líderes comunitarios para la realización del Plan de manejo de desechos, haciendo suyo el proyecto para asegurar la aceptación del mismo, dentro de la población.
- Establecer un plan participativo y consensuado con todos los actores y sectores del Municipio.

Actividades

1. Organizar una serie de reuniones asegurando la presencia de representantes de diferentes sectores de la comunidad, especialmente los COCODE para obtener una tormenta de ideas y lograr una planificación participativa.
2. Promover en estas reuniones el involucramiento de todos los sectores sociales que se localizan en el municipio (Municipalidad, Sector educativo, Comercial, Recolectores, Salud, Ambiente, organizaciones religiosas, deportivas y otros) buscando su participación en el plan de manejo, mediante consultas y reacondicionamiento de criterios, comunicación de beneficios sociales, económicos, de salud y ambiente logrados a través de un manejo apropiado de desechos sólidos.
3. Contactar a grupos y miembros de ONG, para incluirlas en las discusiones sobre el desarrollo del plan.
4. Identificar y propiciar también la participación de empresas privadas, acopiadores y/o empresas recicladoras, empresas recolectoras y representantes de dichas empresas en la región.
5. Preparar agendas para las reuniones, con un plan definido de los alcances de las mismas por eventos en un tiempo suficiente.
6. Los puntos relevantes a tocar en el proceso participativo, son la capacitación, orientada hacia la clasificación efectiva (minina en residuos orgánicos e inorgánicos) de los diferentes materiales reciclables, la calendarización de actividades, identificando costos.
7. Los diferentes líderes de las comunidades deberán llevar a cabo la concertación con los miembros para lograr el objetivo principal.

Responsables

El análisis de responsables está basado en el marco jurídico nacional en el cual se asignan competencias directas según lo establecido por la legislación (ver tabla 4).

Directos

- Municipalidad de San Andrés Itzapa
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Indirectos y colaboradores

- Sector educativo

- ONG
- Comités comunitarios
- Asociaciones deportivas

Tiempo de ejecución estimado

- 6 meses
- Reuniones periódicas anuales y formales para revisión de planes cada 3 años

5.2 Línea estratégica 2: Diagnóstico y caracterización de los desechos

Es importante considerar que en el capítulo anterior del presente estudio, se estimó una generación total de desechos equivalentes a 35,502.08 libras producidas diariamente en el municipio, basada en una proyección de población para el 2,012, de ella se calcula de acuerdo con estudios previos realizados, que un 82.18% son desechos orgánicos y un 17.81% son desechos inorgánicos (Vargas, 2,007) Pero esta información es importante actualizarla con mayor profundidad para ello se requiere de un plan específico, por ello se tiene la siguiente propuesta:

Objetivos

- Definir la generación de desechos per cápita del casco urbano del Municipio
- Establecer la composición de los desechos generados
- Determinar las fuentes generadoras
- Cuantificar la generación de desechos
- Asegurar la obtención con información amplia, confiable y actualizada

Actividades

1. Establecer modelos estadísticos para conocer el tamaño de la muestra y el grado de confiabilidad que se desea alcanzar para analizar la composición de los desechos generados, así como días necesarios en los que se analizaran los desechos para presentar un ciclo completo de generación, ejemplo 7 días.
2. Crear instrumentos para recopilar la información sobre la gestión de los residuos y desechos (boletas informativas)
3. Contactar diferentes grupos que pudieran apoyar para la realización de este análisis (tesistas, estudiantes del último año de diversificado, asociaciones comunitarias, otros), los cuales visitarían los hogares y recabaran la información necesaria requerida en las boletas informativas.
4. Realizar el análisis de caracterización de acuerdo con las fuentes generadoras ya establecidas (hogares, mercado, comercios, escuelas e industria), estableciendo la generación en un período de tiempo, la composición de los desechos, la época del año y la disposición final que le brindan.
5. Establecer el proceso de análisis en campo:
    a. Separar los desechos de acuerdo con las categorías: madera, material orgánico, papel, plástico, duroport, vidrio, aluminio, metales ferrosos y otros.
    b. Pesar cada material clasificado
    c. Lo que no se identifique clasificarlo como otros

6. Asegurar que las personas que realizan el proceso de análisis cuenten con un equipo de seguridad el cual debe incluir como mínimo: camisa de manga larga, pantalones largos, guantes resistentes, botas o zapatos cerrados, mascarilla, entre otras).
7. Contar con una balanza adecuada, para pesar los desechos, con una precisión de 50 gramos.
8. Distribuir recipientes para clasificar los materiales y bolsas plásticas para almacenarlos temporalmente.
9. Cuantificar mediante un promedio las diferentes composiciones, de acuerdo con los sectores analizados y muestreados
10. Registrar en un formato establecido, la fecha y el peso, para luego elaborar una cuantificación de acuerdo con promedios de las categorías establecidas por generación de desechos. (Ver formato propuesto en Anexo 3)
11. Establecer mediante cálculos efectuados la generación diaria de desechos, de acuerdo con las categorías establecidas, sectores generadores e índices per cápita del casco urbano del Municipio de San Andrés Itzapa.
12. Establecer el tipo de disposición de las muestras analizadas, priorizando el reciclaje de las mismas.

Responsables

El análisis de responsables está basado en el marco jurídico nacional en el cual se asignan competencias directas según lo establecido por la legislación (ver tabla 4).

Directos

- Municipalidad de San Andrés Itzapa
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (delegación departamental)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Centro de Salud)

Indirectos y colaboradores

- Comité Nacional de Desechos Sólidos del MARN
- Sector educativo
- Comités comunitarios
- ONG

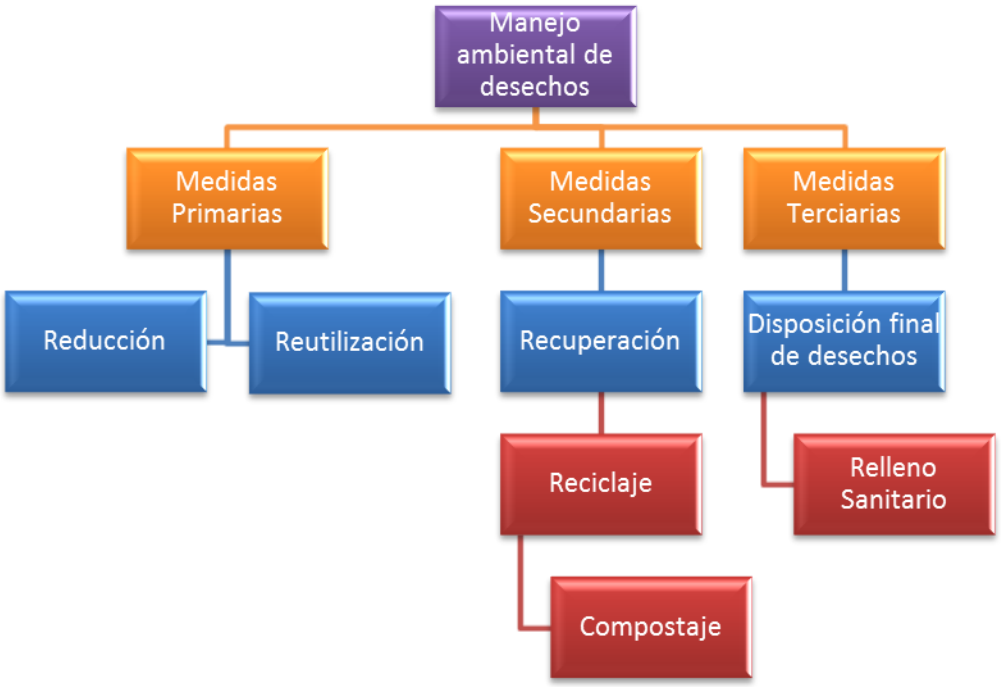
Tiempo de ejecución estimado

- Planificación: 4 meses
- Ejecución: 7 días
- Análisis: 1 mes

5.3 Línea estratégica 3: Manejo ambiental de desechos

El manejo ambiental de desechos involucra la reducción de los desechos desde la generación hasta las formas de disposición final, una reducción de desechos a lo largo de la cadena de manejo, para esta identificación se propone una clasificación de acuerdo con medidas de gestión. Estas medidas se presentan en el siguiente esquema:

Figura 33 Manejo de desechos



Fuente: Adaptado de Vögel, Gerhard. CER, Valencia 1,998.

5.3.1 Medidas primarias

Las medidas primarias son las primeras acciones a realizar desde el inicio del manejo de desechos, tanto las medidas primarias como las secundarias se basan en las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar).

5.3.1.1 Reducir

Se inicia con la reducción de los desechos, dando prioridad a lo que realmente se necesita, parte de ello implica la reducción de sustancias peligrosas y la disminución en el consumo de materiales y energía, lo cual requiere consumidores informados y sensibilizados en las consecuencias que producen los desechos de los productos consumidos, ejemplo de ello es la reducción de materiales de empaque innecesarios. Parte trascendente de la reducción es la participación de cada persona que produce desechos.

5.3.1.2 Reutilizar

Otra medida primaria es la reutilización, lo que implica el uso múltiple de los productos en su estado original, cumpliendo el mismo fin para lo que fue producido, esta es otra forma de reducción de desechos, procurando el consumo de productos que tienen un mayor tiempo de vida útil, lo cual implica productos de alta calidad para un uso más prolongado y duradero. Parte trascendente de la reutilización es también la participación de cada persona que produce desechos.

5.3.2 Medidas secundarias

Las medidas secundarias se centran en la recuperación de una parte o total de los desechos ya generados, de estas medidas las que son de mayor aplicación dadas las características que presenta el municipio, son el reciclaje y el compostaje.

5.3.2.1 Reciclaje

En el reciclaje se busca la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

En el reciclaje se aprovechan los materiales de los productos originales y se les brinda un nuevo uso diferente por el que fueron creados. Las características y clasificación de los desechos se presentan en la Tabla 10 de Prácticas de Reciclaje.

Se estima que un 27% de los desechos generados en el Municipio pueden considerarse para análisis de reciclaje; pero es importante considerar que debe existir una clasificación adecuada de los desechos, por lo que las personas deben estar capacitadas para efectuar esta práctica de forma que se puedan aprovechar al máximo los desechos reciclables, los cuales pueden ser comercializados, repercutiendo en ingresos económicos extras para la población, haciendo uso del pleno potencial de los productos (Vargas, 2,007).

Es importante hacer un estudio previo del mercado de reciclaje en Guatemala, para ello se deben contemplar los siguientes aspectos:

- Investigar las empresas dedicadas al reciclaje en Guatemala y sus canales de recolección, así como sus rutas en el Departamento de Chimaltenango, condiciones de reciclaje, cantidades mínimas, precio, transporte, entre otras.
- Considerar que la empresa única en Guatemala que compra el vidrio es VIGUA, la cual tiene establecida una logística de recolección y compra, por lo cual es importante contactarla para conocer los aspectos relacionados a la misma.
- Tomar en cuenta que para el reciclaje de los metales ferrosos su destino final es la fundidora de SIDEGUA, la cual se ubica en Masagua, Escuintla, en forma asociativa a nivel del municipio se puede lograr acopiar cantidades que pueden ser atractivas y más rentables que si se vendieran en pequeñas cantidades, además es importante conocer las características que debe cumplir la chatarra. En todo caso en la cabecera departamental existen varias chatarreras que pueden acopiar estos desechos, por lo cual se pueden contactar para organizar rutas de recolección.
- El mercado de la recolección de latas de aluminio es de mayor conocimiento a nivel general, las cuales cada vez son más recolectadas para su posterior venta y reciclaje.
- El plástico más característico, es el número 1 conocido como PET, considerar la comprar de una compactadora para hacer pacas adecuadas para su traslado, dependiendo del volumen de recolección del mismo.
- Identificar empresas que reciclan papel, una fuente potencial para la recuperación de este residuo es en establecimientos educativos a través de campañas de acopio al final del periodo escolar.

- Es importante considerar que al incurrir en gastos de operación y de transporte, el precio de venta puede ser menor, sin embargo al final el beneficio ambiental repercute en alcanzar hasta un 70% de recuperación y aprovechamiento de residuos que no se dispondrían en botaderos clandestinos, en los ríos del municipio, carreteras etc. y habrá una cultura y cambio de hábitos en la población al lograr la separación desde la fuente y evidenciar la valorización de estos.
- En el momento que se logre la recuperación del material reciclable estos ya no contaminaran el entorno, será atractivo para los habitantes del municipio y sus visitantes, iniciando con ello el proceso del adecuado manejo de los residuos y desechos.
- Un centro de acopio es vital para el almacenamiento temporal de todos los materiales a comercializar, la temporalidad dependerá del flujo y cantidad a trasladar para que dicho traslado sea rentable.
- No debe dejarse a un lado que estas actividades pueden ser concesionadas a empresas privadas para hacer más eficiente la operación.
- Parte trascendente del reciclaje es la participación de cada persona que produce desechos, Para este plan en particular, la clasificación de estos materiales debería hacerse preferentemente en casa, y facilitar su venta a los interesados.

5.3.2.2 Compostaje

Se estima por el análisis de caracterización de desechos que aproximadamente un 65% de los desechos generados pudieran formar materia para un compostaje, beneficioso para las plantaciones y de efectos positivos para la economía del lugar, aprovechándose los materiales orgánicos tales como follajes, restos de alimentos, suelos y otros. Para esta práctica se requiere capacitación y asesoría profesional, para que sea un compostaje que cumpla los requerimientos necesarios para brindar nutrientes para las plantas. Los pobladores pudieran hacer su propio compostaje o bien se puede centralizar esta práctica en una planta municipal.

Objetivo del manejo ambiental de desechos

- Implementar las medidas primarias y secundarias en el manejo de desechos, fomentando en la población la metodología de las 3R reducir, reutilizar y reciclar sus desechos.

Actividades

1. La mejor forma de no generar desechos es no producirlos, para esto es importante hacer una planificación de programas para realizar un constante monitoreo y enseñar a la población por medio de campañas de sensibilización como no generar o minimizar su generación, iniciando con clasificar los residuos y desechos en orgánico e inorgánico.
2. Recomendar a los vendedores ambulantes y en especial a los vendedores del mercado, la importancia de clasificar para el aprovechamiento del residuo orgánico.
3. Establecer en los centros educativos la clasificación y su potencial para acopiar y venderlo.
4. Establecer un centro de acopio en un lugar accesible, donde se pueda recibir, clasificar y almacenar los residuos de manera eficiente y segura, esta actividad es

importante analizarla si la realizará la misma Municipalidad o la concesionará a una empresa privada.

5. Analizar también la posibilidad de formar una asociación encargada de administrar el acopio de los residuos.
6. La minimización o reducción desde la fuente, forma parte de las medidas primarias, lo cual en realidad precede al manejo efectivo de los residuos y desechos sólidos y no es parte de él; pero contribuye a la prevención y a un manejo ambiental de los mismos.

A continuación se presenta una matriz con estrategias y acciones encaminadas a la aplicación de las medidas primarias y secundarias para el manejo ambiental de desechos sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa.

Tabla 20 Matriz de planificación de manejo de desechos sólidos

Meta	Resultados	Objetivos operativos	Acciones	Responsables/ Involucrados	Tiempo de ejecución
Minimización de generación de desechos (Medidas Primarias)	Desechos reducidos	Campañas de sensibilización para la reducción de desechos (menos empaques y embalajes y desechos fácil degradación en el ambiente)	Creación de una Comisión que integre el trabajo sinérgico entre instituciones gubernamentales y ONG Búsqueda de apoyo político y financiero Creación de programas y planes de sensibilización Análisis de sectores a sensibilizar Evaluación de personal a sensibilizar y metodología didáctica a utilizar Planificación de campañas de divulgación en fechas específicas (días ambientales, días de mercado, domingos, fechas festivas)	Municipalidad de San Andrés Itzapa Consejos Comunitarios Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Delegación departamental y CONADE)	3 campañas cada año, durante 5 años consecutivos
		Promover la disminución de la generación de desechos por sectores de la población		Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	2 campañas por año, durante 5 años consecutivos
	Productos reutilizados	Incentivar el uso de productos con tiempo de vida más largo		ONG ambientalistas Escuelas nacionales Colegios e Institutos Asociaciones comunitarias	
		Promover la reducción de la compra de productos desechables			
Recuperación de recursos de los residuos (Medidas Secundarias)	Procesos de reciclaje creados	Capacitaciones de clasificación de desechos	Organización interinstitucional para crear planes de trabajo Búsqueda de apoyo financiero con ONG		3 meses
		Fomento de clasificación de desechos desde			5 meses

		las hogares	nacionales e internacionales y empresas recicladoras nacionales Búsqueda de compradores de residuos reciclados Programa de capacitación y sensibilización de clasificación de residuos por sectores de la población Organización de capacitadores y herramientas didácticas para programas referentes al tema Invitar a empresas recicladoras e intermediarios a formar parte de las campañas de capacitación y sensibilización en búsqueda de alianzas estratégicas	Municipalidad de San Andrés Itzapa Consejos Comunitarios Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Delegación departamental y CONADE) Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social ONG ambientalistas Escuelas nacionales Colegios e Institutos Asociaciones comunitarias Empresas recicladoras Intermediarios recicladores Gremiales agrícolas Escuelas de Agronomía Facultades de Agronomía de las Universidades Nacionales	
		Incentivar el comercio de residuos reciclables por medio de campañas			Un año
		Apertura de centros de acopio	Realización de estudios de factibilidad para centro de acopio municipal Incentivo de centros de acopio privados dentro del municipio		6 meses
	Recursos por medio de compostaje creados	Creación de programas para realización de compostaje	Conformación de equipo de trabajo sinérgico con apoyo de instituciones nacionales y privadas Análisis de mercado, técnico y financiero del proyecto Planificación de campañas de divulgación Campañas de divulgación a la población Búsqueda de apoyo técnico académico de		Un año

			institutos con formación agrícola y Facultades de Agronomía de las Universidades		
		Capacitación en compostaje para sectores de la población	Sensibilización y capacitación a la población referente a la clasificación de desechos que puedan ser recursos de compostaje de acuerdo con sectores específicos		3 meses
		Apertura de planta de compostaje	Realización de estudio de factibilidad de una planta de compostaje municipal		3 meses
Tiempo total de ejecución					6 años

Elaboración propia.

5.3.3 Medidas terciarias

Estas medidas se enfocan al final de la cadena de manejo de desechos, en las cuales las acciones pretenden dar una disposición final a aquellos desechos que no pueden ser reutilizados, ni reciclados, sino que deben ser tratados de la forma más ambiental posible en su disposición final. El problema en este sentido radica que en el Municipio en cuestión no se tiene un lugar apropiado para este fin, por lo que es de vital importancia ubicar un sitio que cumpla con las condiciones para la apertura y funcionamiento de un relleno sanitario, este estudio proporcionará un análisis de las condiciones de ubicación de un lugar ambientalmente adecuado; pero es necesaria una evaluación específica de viabilidad de los lugares que se consideren como alternativas en el momento de la selección del sitio con el fin de examinar si cumplen o no con las condiciones aquí presentadas.

Para una disposición final ambiental de desechos es importante considerar los siguientes aspectos:

- El sistema y tipo de tecnología para disposición final debe elegirse sobre la base de técnica, social, ambiental, económica, aceptable y viable en el municipio.
- Cualquier sistema de tratamiento, ya sea por medio de transformación física, química o biológica, debe buscar la obtención de beneficios sanitarios o económicos, reduciendo o eliminando sus efectos nocivos al ambiente.
- El proceso de disposición final se realiza con lo más inservible, inerte y sin valor de recuperación, reúso y de reciclaje.
- Es importante el análisis de la viabilidad del sistema tomando en cuenta los aspectos legales, técnicos, financieros y el tiempo de duración del proyecto.
- Es necesario crear bases sólidas en las que se conciba el proyecto de disposición final de desechos del municipio, estableciendo para ello:
    a. La selección adecuada del sitio de disposición final
    b. Diseño y construcción de la planta
    c. Actividades a desarrollar en el lugar
    d. Operación y funcionalidad

e. Actividades de mantenimiento
f. Plan de clausura

- Para lo anterior descrito debe considerarse contar con la información básica de generación de desechos en el pueblo, analizando los aspectos siguientes:
  a. Procedencia
  b. Composición y cantidad de los desechos a dispone
  c. Terrenos disponibles o compra del mismo
  d. El uso futuro del terreno una vez terminada su vida útil
  e. Los recursos para su operación y mantenimiento
  f. La asesoría de un profesional competente en esta temática
  g. Elaboración de un estudio de prefactibilidad y factibilidad del proyecto
  h. Realización de un estudio de evaluación de impacto ambiental

- Debe establecerse un plan para a clausura y suspensión definitiva de disposición de desechos en el botadero municipal actual, llamado La Barranca Honda, utilizando para ello los principios de ingeniería para la conformación, compactación y sellado del mismo, así como para la construcción de sistemas de control, necesarios para minimizar los impactos al ambiente y a la salud de la población, durante la estabilización del mismo.

- Establecer controles para el saneamiento del área y minimizar la infiltración de agua pluvial, escurrimientos hacia el sitio, la erosión, migración de biogás y lixiviados, emisión de gases, contaminación, dada la sensibilidad ambiental por la ubicación crítica que posee el botadero municipal actual.

- Crear medidas de control y vigilancia en puntos críticos donde se vierten los desechos que sean susceptibles a obstrucción del cauce de los ríos y que puedan provocar inundaciones en las viviendas cercanas.

- Fomentar programas de limpieza en las calles, involucrando diferentes sectores ya mencionados, y establecimiento de medidas de prevención para no tirar los desechos en las calles y banquetas, especialmente en las calles principales, con el objetivo de prevenir el deterioro de espacios públicos y mejorar el paisaje visual

De las medidas terciarias de manejo de desechos y el análisis por objetivos realizado en el capítulo anterior se considera la siguiente línea estratégica del Plan de manejo ambiental de desechos.

5.4 Línea estratégica 4: Ubicación y construcción del relleno sanitario Municipal

Objetivo:

Presentar las características ambientales y sanitarias necesarias para la ubicación de un relleno sanitario para el poblado de San Andrés Itzapa.

Actividades:

- Evaluar la cantidad de generación de desechos en el poblado para establecer con ello la capacidad requerida del relleno sanitario.
- Analizar el tiempo de vida del proyecto.
- Establecer las operaciones que se realizaran en el lugar a seleccionar.
- Definir las actividades de operación y mantenimiento.
- Examinar el proyecto mediante un estudio de factibilidad, que incluya un estudio de impacto ambiental.
- Establecer las características para evaluar la ubicación apta para el relleno sanitario.

Según el estudio realizado del manejo actual de desechos sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa, se evidenció un problema de alto impacto en la población, siendo este la carencia de un lugar apropiado donde dar una disposición final a los desechos generados en el pueblo. Es por ello que la línea estratégica 3 de las recomendaciones para un Plan de Manejo de Desechos Sólidos se basa en establecer las características idóneas para ubicar un sitio para disposición final de desechos en la categoría de Relleno Sanitario. Para ello se consideran los diferentes aspectos de la generación y manejo de desechos que se efectúan en condiciones actuales.

Dado que en Guatemala no se cuenta con una normativa específica para este tema se buscaron normativas internacionales que pudieran ser aplicadas al caso de estudio, considerando características socioeconómicas y culturales similares a las del poblado analizado, por ello fue considerada como la mejor opción la Norma 083-SEMARNAT-2003 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), para la selección de un sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos, adaptándola al contexto analizado del Municipio en cuestión, además se complementa con el Manual de la Organización Panamericana de la Salud de la Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales.

5.4.1 Condiciones para la ubicación de un relleno sanitario en San Andrés Itzapa

El fin de este análisis es presentar las condiciones y características que debe cumplir un terreno que se esté evaluando para la localización del relleno sanitario municipal, el objetivo de este lugar es dar una disposición final a todos aquellos desechos sólidos que no sean aprovechados o tratados.

En muy pocas ocasiones un terreno reunirá todas las condiciones ideales para la construcción de un relleno sanitario. Por lo tanto, se debe elegir aquel que presenten las mejores características y analizar sus inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos disponibles. Es una actividad donde el responsable directo será la Municipalidad; pero es importante contar con el apoyo de los líderes comunitarios y con el acompañamiento del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, además de un equipo de expertos en la temática de rellenos sanitarios.

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

comunidad podrá beneficiarse con un parque o una zona verde, de acuerdo con planes de cierre y rehabilitación.

Desde el punto de vista del servicio de aseo urbano, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al centro urbano (plaza principal) y el tiempo que tarda el vehículo recolector en llegar a su destino final, porque de ello depende el número de viajes diarios con cargas de desechos que este pueda hacer. Esto repercute en la cobertura del servicio de recolección y el costo del transporte de los desechos. Por lo tanto, el sitio no debe estar a más de 30 minutos de ida y regreso del centro del poblado, además es importante que sea de fácil acceso y que en invierno los camiones recolectores puedan ingresar sin peligro de atascos. Otro aspecto importante a considerar es la disponibilidad de material de cobertura del lugar, así como su distancia de acarreo y calidad del mismo. (Jaramillo, 2,002)

Los requerimientos del lugar de ubicación dependen de la cantidad de desechos generados por día y su composición general en cada lugar, para este caso, por estimaciones se cuantifica una generación de 11.35 toneladas diariamente, por lo que en la categorización de la Norma 083-2,003 (SEMARNAT), se aplicarían los siguientes requisitos:

5.4.1.1 Ubicación

- Debe estar alejado a una distancia mínima de 1,500 metros a partir del límite de la traza urbana de la población, así como de poblaciones rurales de hasta 2,500 habitantes. En caso de no cumplirse con esta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.
- En localidades menores de 2,500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 metros, contados a partir del límite de la traza urbana existente.
- No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.
- Respetar el derecho de vía de obras públicas municipales.
- No debe ubicarse en zonas de planicies susceptibles a inundaciones por crecida de ríos o cercanas a su cauce**,** áreas de recarga de acuíferos, zonas arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.
- El relleno sanitario deberá estar ubicado de tal manera que el viento circule desde el área urbana hacia él; en caso contrario, para contrarrestar esta molestia se deben sembrar árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno.

5.4.1.2 Aspectos geológicos

- Debe estar a una distancia mínima de 60 metros de una falla activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.
- Se debe localizar fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos.

5.4.1.3 Aspectos hidrológicos a cumplir

El objetivo de este estudio es garantizar que no existe conexión alguna con los mantos freáticos y acuíferos, para evitar su contaminación por los lixiviados que se generan.

- Se debe localizar fuera de zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no exista la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los desechos sólidos.
- La distancia de ubicación del relleno sanitario, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, debe ser de 500 metros como mínimo.
- La ubicación entre el límite del relleno sanitario y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego o ganadero, tanto en operación como en abandono, será de 500 metros.
- Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar hundimientos que lleven a fallas o fracturas del terreno, que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero.

Otros estudios hidrogeológicos a realizar:

a. Evidencias y uso del agua subterránea

Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea y su profundidad, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia. Así mismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en el área de ubicación del terreno.

b. Identificación del tipo de acuífero

Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.

En síntesis, para el municipio de San Andrés Itzapa, el relleno sanitario debe estar a una distancia no menor de 1.5 kilómetros de cualquier vivienda y de 500 metros como mínimo de las aldeas que poseen menos de 2,500 habitantes. No debe ubicarse cerca de cuerpos de agua, ya sean superficiales o subterráneos, respetando la distancia de 500 metros respecto a cuerpos de agua superficiales y pozos. El terreno debe ser seco, no propenso a inundaciones, sin riego de ser lavado por la lluvia. Debe analizarse la dirección del viento para evitar que los malos olores lleguen a la población y circulado para evitar el ingreso de animales. Dado que la mayoría del suelo en el municipio es franco-arenoso el relleno sanitario debe contar con una membrana base, impermeabilizante que proteja el suelo de contaminación.

5.4.1.4 Estudios generales previos a la construcción del relleno sanitario

Los estudios que deben realizarse antes de la construcción y operación del relleno sanitario, variarán de acuerdo al tipo de sitio, por lo que en la etapa de selección del lugar es importante considerarlos.

a. Estudios de generación y composición

Estos estudios son básicos, ya que definirán la capacidad y el tamaño del área necesaria, la cantidad presentada en el presente estudio es un estimado, el cual debe ser actualizado por

medio de un estudio más profundo, con proyección para al menos el tiempo de vida útil del sitio de relleno sanitario.

b. Estudio Topográfico

Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.

c. Generación de biogás

Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos, que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar.

d. Generación del lixiviado

Se debe cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.

Ya seleccionado el lugar se deben cumplir las características constructivas, operativas, de mantenimiento y monitoreo, así como un plan de clausura y rehabilitación del sitio del relleno sanitario.

Responsables

- Municipalidad de San Andrés Itzapa

Asesoría

- Delegación departamental de Chimaltenango del MARN
- Comisión Nacional de Desechos Sólidos
- ONG
- Técnicos especializados

Tiempo de planificación y preparación

- 2 años

Tiempo de vida útil

- 20 años (estimado)

5.5 Línea estratégica 5: Programa de recolección efectiva de desechos sólidos

La recolección de desechos es un eslabón muy importante en la cadena de gestión de desechos municipales, actualmente existe una enorme carencia en esta etapa del proceso, ya que el servicio no cubre la mayoría de la población, esto debido a razones de rechazo para el pago del mismo y la preferencia de tirar los desechos a los lugares más próximos a las viviendas, aún estos desechos que llegan a ser recolectados son desechos mezclados, por lo que si se aspira llegar a un

sistema de gestión ambiental de manejo de desechos, esta situación implica un enorme reto por alcanzar.

La propuesta es formar un programa de recolección selectiva, lo cual implica una clasificación desde la fuente generadora, para ello se necesita mucha conciencia y capacitación de la población que aunque se vislumbre como una situación ambiciosa, es la única forma de asegurar que la mayoría de desechos sean aprovechados, extrayendo el máximo de utilidades posibles de un producto, esto implica un impacto positivo en la economía de la población al comercializar este tipo de desechos, reduciendo el impacto ambiental en los puntos críticos antes descritos donde se tira actualmente los desechos, además de mejorar y reducir grandemente los riesgos sanitarios ocasionados por propagación de plagas en los tiraderos clandestinos.

Partiendo del punto expuesto se presentan las siguientes propuestas:

Objetivo:

Recolectar la mayor cantidad de desechos ya generados en el Municipio de San Andrés Itzapa para su posterior reciclaje.

Actividades:

- Establecer programas de capacitación, información, sensibilización, además de solicitar la colaboración de los pobladores para la recolección adecuada, informando sobre horarios, rutas, frecuencia, tarifa, haciendo énfasis que la misma se realizará de forma separada, mínimo en dos categorías, estableciendo el criterio de no mezclar los desechos, para ello se debe buscar el compromiso del servicio de recolección para canalizar lo reciclable, así también la colaboración y responsabilidad de la población de mantener limpio el municipio.
- Crear un sistema informativo de letreros perfectamente visibles y aptos para identificar el sistema de almacenaje temporal de los desechos, en botes clasificadores, estableciendo las categorías de clasificación, mínimo orgánico e inorgánico.
- Establecer el tipo de sistema de barrido o tren de aseo, dadas las características del pueblo, se recomienda por método manual, ante método mecánico, considerando factores como: trazo urbano, topografía y condiciones socioeconómicas, teniendo para ello el objetivo de crear condiciones más sanitarias, ambientales y la reducción del deterioro de los principales espacios públicos.
- En los lugares de convivencia pública, como lo son las canchas deportivas, el parque frente a la municipalidad, la terminal de buses, el mercado y otros, deberán instalarse cestos o recipientes en lugares estratégicos.
- Los cestos o recipientes de recolección deben protegerse y asegurarse que los mismos cumplan su función.
- Es conveniente que estos sean rotativos al momento de su instalación para facilitar la descarga de los residuos depositados.
- Se pueden utilizar dos recipientes etiquetados en la parte superior preferentemente con tapadera para evitar llamar plagas, esto dependerá de la composición de los desechos, pues pueden utilizarse más de acuerdo con la cantidad y el tipo de desechos generados en los lugares públicos o comunitarios mencionados.
- La rotulación debe ser clara y visible, diferenciando también por colores la clasificación.

- La unidad a cargo puede establecer más categorías de recolección para un mejor aprovechamiento de residuos: metal, vidrio, plástico.
- Priorizar los recipientes plásticos con capacidad de 15 a 20 galones, pues estos pueden ser donados por alguna entidad o industria particular, los cuales tienen la ventaja que son más durables y lavables.
- Elaborar además una señalización apropiada sobre los sitios donde se ubican los recipientes.
- Propiciar el espacio publicitario en los recipientes por empresas interesadas y definir un cobro por el mismo.
- Para la recolección definir categorías de acuerdo con la fuente generadora (domiciliar, comercial, industrial, etc.).

5.5.1 Transporte de los residuos y desechos

- La concesión del servicio debe ser supervisado por la administración del área municipal, se recomienda que sea a través de contrato, con el objetivo que se cumplan con todas las normas que el caso amerite y sean establecidas en la normativa.
- Establecer un sistema de recolección selectiva, así como el tipo de vehículo que se debe emplear y adoptar de acuerdo con las características físicas y poblacionales como la capacidad económica.
- La administración municipal debe tener como meta lograr la cobertura total del servicio y que este funcione en todo el casco urbano del municipio.

5.5.2 Tipo de recolección planificada: Recolección selectiva

Este tipo de recolección consiste en que la misma población separa los residuos secos (materiales reciclables) de residuos húmedos (materia orgánica), luego el servicio de recolección realiza la colecta en días alternados para residuos secos y húmedos.

Requerimiento preliminar*:* Brindar clasificados los desechos desde los lugares de generación de los mismos. Otra sugerencia es que la propia empresa recolectora brinde bolsas de colores que identifiquen cada grupo de residuos para su posterior reciclaje.

La clasificación sugerida es la siguiente:

Tabla 21 Clasificación de desechos a recolectar

Desechos Orgánicos Biodegradables	Desechos Reciclables	Desechos no Reciclables
Provenientes de los jardines Restos de comida, especialmente restos de frutas y verduras	Plástico Vidrio Latas de aluminio Cartón y papel Metal	Pañales y toallas sanitarias Baterías alcalinas y normales Medicina vencida Restos de artículos de limpieza Trapos

Fuente: (International Solid Waste Association, 2011)

5.5.3 Método de recolección

5.5.3.1 Recolección puerta a puerta

Los trabajadores de los camiones recolectores llevan los residuos desde las casas hasta el camión recolector. Es un método caro; pero que asegura contar con la mayoría de los desechos generados, además de ser el más cómodo para la población.

5.5.3.2 Uso de Contenedores

Por la ubicación de diferentes viviendas en las que el acceso a las mismas representa una gran dificultad para los camiones, se propone el uso de contenedores con tapadera, en los cuales la población podrá verter sus desechos a pocas horas antes que pasen los recolectores por ellos, este método también pudiera utilizarse para recolectar los desechos de un grupo de comercios, escuelas y el mercado.

5.5.3.4 Transporte de residuos

Los camiones transportadores de los residuos deberán contar con compartimentos separados donde depositarán los residuos previamente clasificados, estos se transportarán en dos categorías: orgánicos y reciclables.

Es importante hacer un estudio previo específico de un Plan de recolección y transporte donde se definirá la cantidad de camiones, la capacidad de los mismos, las rutas de recolección, así como los días de recolección.

5.5.3.5 Frecuencia de recolección

La frecuencia de recolección no debe exceder el ciclo de reproducción de las moscas, la cual dependiendo del clima varía entre 7 a 10 días, por lo que se recomienda una recolección de 2 a 3 veces por semana.

La frecuencia de la recolección es importante que considere lo siguiente:

- La cantidad de residuos generados en la localidad
- La composición de los residuos
- El clima
- Las estaciones del año o bien días festivos
- Características geográficas del lugar

Este método ofrece las siguientes ventajas a considerar:

- Aprovechamiento al máximo del potencial de residuos seleccionados.
- Disminución en la producción de materiales que no se pueden reciclar
- Facilita la separación de materiales reciclables que se puedan comercializar fácilmente.
- Brinda la posibilidad de generación de empleo y mejoramiento de ingresos, con la conformación de asociaciones de recolectores y recicladores.

- Mejora el aseo en zonas públicas.
- Reduce los gastos públicos al hacer una colecta programada

5.5.3.6 Ruta de recolección

Realizar el estudio de las rutas de recolección, considerando las características propias de San Andrés Itzapa, el tipo del calles, la amplitud o estreches de las mismas, su pendientes, área, vías, afluencia vehicular, capacidad y tipo de los vehículos, entre otros.

Responsable

- Municipalidad de San Andrés Itzapa
- Empresa municipal o privada de recolección de desechos
- Habitantes del poblado en general

Tiempo de planificación

- 9 meses

Tiempo de ejecución

- 12 años, con revisiones periódicas anuales

5.6 Línea estratégica 6: Programas de sensibilización y capacitación

Objetivos:

- Crear la visión de una población limpia y saludable.
- Promover el principio de la clasificación de desechos desde los hogares, inculcando los principios de respeto al ambiente y a las demás personas, partiendo de ello, los desechos deben clasificarse y no disponer de ellos en lugares inapropiados.
- Brindar información básica y sensibilizar de acuerdo con sectores establecidos.
- Propiciarla aplicación del sistema de las 3Rs y los beneficios que este sistema conlleva.
- Dentro del contexto educacional-cultural involucrar a la población, bajo una estrategia integrada y sostenida.
- En un marco de educación y difusión, establecer programas educativos y materiales dirigidos a la población según los sectores definidos (líderes comunitarios, asociaciones comunitarias, instituciones educativas, amas de casa, sociedad civil, comerciantes, etc.).

Actividades

- Identificar y establecer los grupos a capacitar, priorizando según temática a impartir.
- Mediante un proceso participativo, definir los objetivos que se desean alcanzar.

- Analizar mediante reuniones comunitarias el nivel de conocimientos de la población, por sectores, en el tema de manejo de desechos, ello permitirá definir objetivos reales, tiempo de duración, mecanismos y herramientas que se requieren para la campaña educativa.
- Seleccionar cuidadosamente el material educativo más apto para los grupos de pobladores que serán sensibilizados o capacitadas, panfletos, videos, boletines, etc. Considerando el grado de analfabetismo de la población.
- Los programas de capacitación deben ser continuos y masivos, estableciendo una periodicidad para los mismos.
- Solicitar una asesoría especialista para la coordinación de la educación ambiental, para ello se recomienda abocarse a la Delegación Departamental del Ministerio de Ambiente de Chimaltenango, en el área de educación ambiental o a la Dirección de Género y Participación Social de dicho Ministerio en sus oficinas centrales, además de contar con el apoyo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Responsables y colaboradores

- Municipalidad de San Andrés Itzapa
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Área de Formación y Participación Social
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
- Sector Educativo
- ONG ambientalistas

Tiempo de implementación

- Estos programas deben implementarse continuamente, en los 3 primeros años 3 a 4 veces al año y luego continuamente 2 veces al año

5.7 Línea estratégica 7: Fortalecimiento legal y administrativo

Objetivo

Establecer mediante un instrumento legal las condiciones de manejo de desechos sólidos en el Municipio de San Andrés Itzapa, de forma aplicable, que permita mejorar las condiciones actuales y el control de las mismas para beneficio de la comunidad.

Actividades:

- Realizar una reglamentación municipal, creando una base para una ordenanza municipal, con el objetivo de alcanzar la actuación en la gestión y manejo integral dentro de un marco efectivo, alcanzando la capacidad de aplicación de la misma, complementando a su vez el conocimiento, con la revisión de otros reglamentos similares con el propósito de homologar el tema.
- Publicar y aplicar el reglamento municipal, para ello es necesario contar con las normas adecuadas que garanticen el control y funcionamiento de la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

- Asignar recursos presupuestarios para su cumplimiento.
- Crear un subconsejo municipal o una unidad específica, que sea la responsable de la gestión y manejo en forma integral, se recomienda que esta unidad desarrolle un plan con recursos humanos, materiales y financieros definidos, el cual sea evaluado y analizado por la autoridad municipal.
- Buscar el trabajo en conjunto para el manejo ambiental de desechos sólidos a nivel de mancomunidad, ya que el problema es complejo y se pudieran realizar programas de mayor envergadura por mancomunidad, lo que repercutiría en mayor y mejores impactos, así como reducción de costos.
- Para que el plan sea sustentable, es importante establecer un costo tarifario por el servicio prestado, el cual debe registrarse legalmente, reflejando los costos reales del servicio, para la aceptación del mismo es importante como en todo el proceso el acompañamiento de la comunidad y asegurarse del conocimiento de los beneficios que ello acarrea para el pueblo.

Responsables

- Municipalidad de San Andrés Itzapa
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
- Gobernación Departamental

Tiempo de ejecución

- 3 años

5.8 Priorización y cronograma

A continuación se presenta una tabla donde se establecen las prioridades de las líneas estratégicas propuestas y el tiempo de ejecución de las mismas. Inicia el listado con la actividad más prioritaria, este listado fue realizado en base al análisis de la teoría del Desarrollo Sostenible, en el que se evalúan las líneas estratégicas de acuerdo con sus componentes sociales, económicos y ambientales, de ello se tiene lo siguiente:

Tabla 22 Priorización y cronograma de ejecución

Priorización		Ejecución del plan en años																					
No.	**Líneas estratégicas**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**
1	Participación social																						
2	Programas de sensibilización y capacitación																						
3	Ubicación y construcción del relleno sanitario Municipal																						
4	Diagnóstico y caracterización de desechos																						
5	Manejo ambiental de desechos																						
6	Programa de recolección efectiva de desechos sólidos																						
7	Fortalecimiento legal y administrativo																						
		Período de preparación						Período de implementación															

Elaboración propia.

Se prioriza la participación social, por ser el inicio de convocatoria ante la comunidad en busca de su respaldo y apoyo para iniciar la ejecución del proyecto, estas reuniones deben ser periódicas y las reuniones de revisión y planificación se propone para que se efectúen cada 3 años, los programas de sensibilización y capacitación son de suma importancia, ya que se busca un cambio de prácticas que deben llevarse a cabo en el tiempo de vida del plan, sin esta sensibilización social, cualquier esfuerzo será inútil. La ubicación de un relleno sanitario y el cierre del botadero municipal son vitales para la mejora de condiciones sanitarias y ambientales; pero serán infructuosas sino se cuenta con el apoyo de la comunidad, esta estrategia es la que más inversión requiere para su inicio. El diagnóstico y caracterización de desechos presiden el manejo ambiental, ya que de la información obtenida se programarán mejor los programas de manejo, ocasionando un comercio más activo del reciclaje, por lo que para ello se requiere el programa de recolección efectiva, estimando su preparación en 2 años, para luego continuar con su implementación y seguimiento, todas estas estrategias deben estar amparadas bajo un fortalecimiento legal, preferiblemente un reglamento de desechos sólidos municipales propio de la comunidad.

Conclusiones

1. Se identificaron diferentes condiciones de manejo de desechos sólidos imperantes en el casco urbano del Municipio de San Andrés Itzapa a lo largo de su cadena de manejo, evidenciando una alta generación de desechos que en su mayoría son de tipo orgánico biodegradable; pero que ya sea de este tipo o desechos no orgánicos, la mayoría de ellos no son recolectados, ni transportados de una forma adecuada, que llegue a cumplir con condiciones de seguridad, sanitarias, ni ambientales de un servicio de recolección eficiente que cubra todo el pueblo.
2. La disposición final que se le brinda a los desechos generados está basada en arrojar los desechos en lugares inapropiados, en su mayoría, ya sea en el botadero municipal o en las orillas de los ríos que cruzan el pueblo, además de no realizar previamente una segregación de los desechos generados, desaprovechando así el potencial de reciclaje de algunos desechos.
3. La contaminación generada por una mala disposición de los desechos es más que evidente en los lugares donde estos son arrojados, pues el agua de los ríos es uno de los medios que más se contaminan con todos los materiales sólidos y líquidos que componen los desechos, además de los lixiviados que la descomposición de los mismos generan, todo ello es arrastrado por la corriente a lo largo de toda la micro cuenca, también existe contaminación al suelo por las mismas razones y al aire por los gases liberados ya sea por la descomposición de los desechos o por la quema de los mismos.
4. La mezcla de la falta de interés y desconocimiento por parte de la población de los impactos que causa un mal manejo de desechos, es una de las razones por las que este problema se agudiza, además de la carencia de interés gubernamental para establecer soluciones de prevención y control para mejorar esta gestión a nivel nacional y municipal, alcanzando con todo ello el nivel de complejidad de esta problemática.
5. Una de las líneas estratégicas necesarias para mejorar el manejo y disposición final de desechos sólidos en el Municipio analizado es la ubicación adecuada de un relleno sanitario, por ello se brindaron diferentes lineamientos a tomar en consideración para el análisis de alternativas en el momento de evaluación y búsqueda del sitio adecuado.

Recomendaciones

1. Es importante realizar dentro de la comunidad programas de sensibilización y capacitación referente al tema de manejo de desechos sólidos, con el fin de hacer conciencia en los habitantes de la consecuencias en salud y en ambiente que ocasionan un manejo inadecuado de desechos, consecuencias que pueden empeorar y ser más graves e impactantes conforme transcurra el tiempo, si no se toman acciones ahora.

2. Brindar servicios adecuados de recolección, disposición final, alternativas de recolección y compostaje, contribuyen a que la población forme parte de un programa integrado de manejo de desechos, ya que se no cuentan con estos servicios el proyecto de una mejora de manejo de desechos no funciona, si falta alguno de estos componentes.

3. El respaldo de un marco legal municipal y el apoyo financiero que permita la aplicación de las diferentes líneas estratégicas propuestas, es de vital importancia, sin ello los avances serán muy limitados, ya que contar con estos componentes son claves dentro del Plan de Manejo.

4. Basándose en experiencias similares a las condiciones analizadas, se recomienda buscar el apoyo regional para implementar estas líneas estratégicas, ya que se pueden fortalecer si se trabaja en conjunto con municipios que conforman la microcuenca.

5. Uno de los puntos críticos que requieren intervención oportuna es la ubicación del Botadero Municipal, recomendando para ello el cierre y control del mismo, ubicando en lugar adecuado, dadas las características presentadas, un relleno sanitario municipal.

Bibliografía

Barradas, A. (2,009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.* Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Minatitlán.

Carreaga, J. (1993). *Guía para la gestión de residuos sólidosmunicipales.* México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Castillo, E. J. (2,008). *Plan de ordenamiento Territorial en el Departamento de Chimaltenango.* Chimaltenango: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Díaz, F. (1,989). *Ecología I Ambiente Físico y Organismos Vivos.* Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

EPA, U. E. (2,005). *Landfill Gas Emission Model.* Washington D.C.: U.S. Enviromental Protection Agency, Office of Research and Development.

Finder, W. M. (2013). *World Map Finder*. Recuperado el Mayo de 2013, de http://www.worldmapfinder.com/BingMaps/Es_North-America_Guatemala_San-Andres-Itzapa.html

Fraume, N. (2,008). *Diccionario Ambiental.* Colombia: ECOE Ediciones.

Guatemala, Instituto Nacional de Estadística (2,008). *Anuario Estadístico Ambiental.* Guatemala: Encuesta Nacional de Condiciones de vida.

Guatemala, InstitutoNacional de Estadística (2,002). *Proyecciones de Población en Guatemala de acuerdo con Censo Nacional 2,002. Guatemala:* INE.

Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2,009). *Informe Ambiental del Estado de Guatemala.* Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturalea, Universidad Rafael Landivar, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Guevara, E. (22 de Septiembre de 2013). Pozos del Municipio de San Andrés Itzapa. (J. W. Zamora Arenales, Entrevistador)

Herrera, I. (1995). *Manual de Hidrología.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

INSIVUMEH. (2013). *Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología*. Recuperado el Mayo de 2,013, de http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia.html

International Solid Waste Association. (2011). *ISWA*. Recuperado el 12 de Julio de 2013, de www.iswa.org

Jaramillo, J. (2,002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales.* Antioquia, Colombia: Organización Panamericana de la Salud.

López, C. (1998). *Efecto de cobertura de cultivos sobre la erosión hidrica del suelo en la parte baja media de la cuenca del río Itzapa, Chimaltenango.* Guatemala: Facultad de Agronomía, USAC.

México, Secretaría de Desarrollo Social (2,005). *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales.* México D.F.: Secretaría de Desarrollo Social.

México, Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales (1,996). *Norma Nacional Mexicana NOM-083-ECOL-1996 Condiciones para un sitio para disposición final de desechos sólidos municipales.* MéxicoD.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

México, Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales (2,003). *Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición fianl de residuos sólidos urbanos y manejo especial.* México D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

México, Secretaría General de México.(2,012). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.* México D.F.

México,Secretaría de Desarrollo Social (2,005). *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales.*. México D.F.

México,Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales (2,003). *Norma 083 SEMARNAT. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición fianl de residuos sólidos urbanos y manejo especial.* México D.F.

Municipalidad de San Andrés Itzapa. (2,012). *Monografía de San Andrés Itzapa.* San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

Ordónez, F. (2,008). *Descripción Cuantitativa y Cualitativa de Desechos Sólidos Domésticos en 9 Municipios de Chimaltenango y su Potencial Uso en la Agricultura.* Guatemala: Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos.

Rentokil, Enfermedades transmitidas por vectores. (2,010). Recuperado el 2,012, de Fuente: http://www.rentokil.com/es-es/sanidad-publica/transmitidas-por-vectores/

Sanz, D. (18 de Octubre de 2,012). *Ecología Verde*. Recuperado el 30 de Agosto de 2013, de www.ecologiaverde.com

Sanz, D. (18 de Octubre de 2012). *Ecología Verde*. Recuperado el 30 de Agosto de 2013, de www.ecologiaverde.com

Simmons, C., Tarano, J., & Pinto, J. (1959). *Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala* . Guatemala: José de Pineda Ibarra.

Suiza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2,005). *Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos.* Ginebra: PNUMA, Productos Químicos.

Suiza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2,005). *Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos.* Ginebra: PNUMA, Productos Químicos.

Taracena, J. (1,999). *Determinación de la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo y propuestas de políticas y estrategias de uso en la cuenca del río Itzapa del departamento de Chimaltenango.* Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.

Tchobanoglous, G. (1,994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos.* México: McGraw Hill.

Tello Espinosa, P., Martínez Arce, E., & Daza, D. (2,010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en Amética Latina y el Caribe.* Organización Panamericana de la Salud.

Tojín, S. (1,987). *Caracterización de los recursos naturales renovables de la Cuenca del Río Itzapa. Investigación referencial de EPS.* Guatemala: Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos.

Tyle, G. (2,002). *Ciencia Ambiental Preservemos la Tierra, Quinta Edición* . Ciencias e Ingenierías.

Universidad de San Carlos de Guatemala. (1995). *Informe anual del Proyecto de investigación básica para la planificación del manejo de la cuenca del río Itzapa.* Instituto de Investigaciones Agronómicas, Dirección General de Investigación . Guatemala: Facultad de Agronomía.

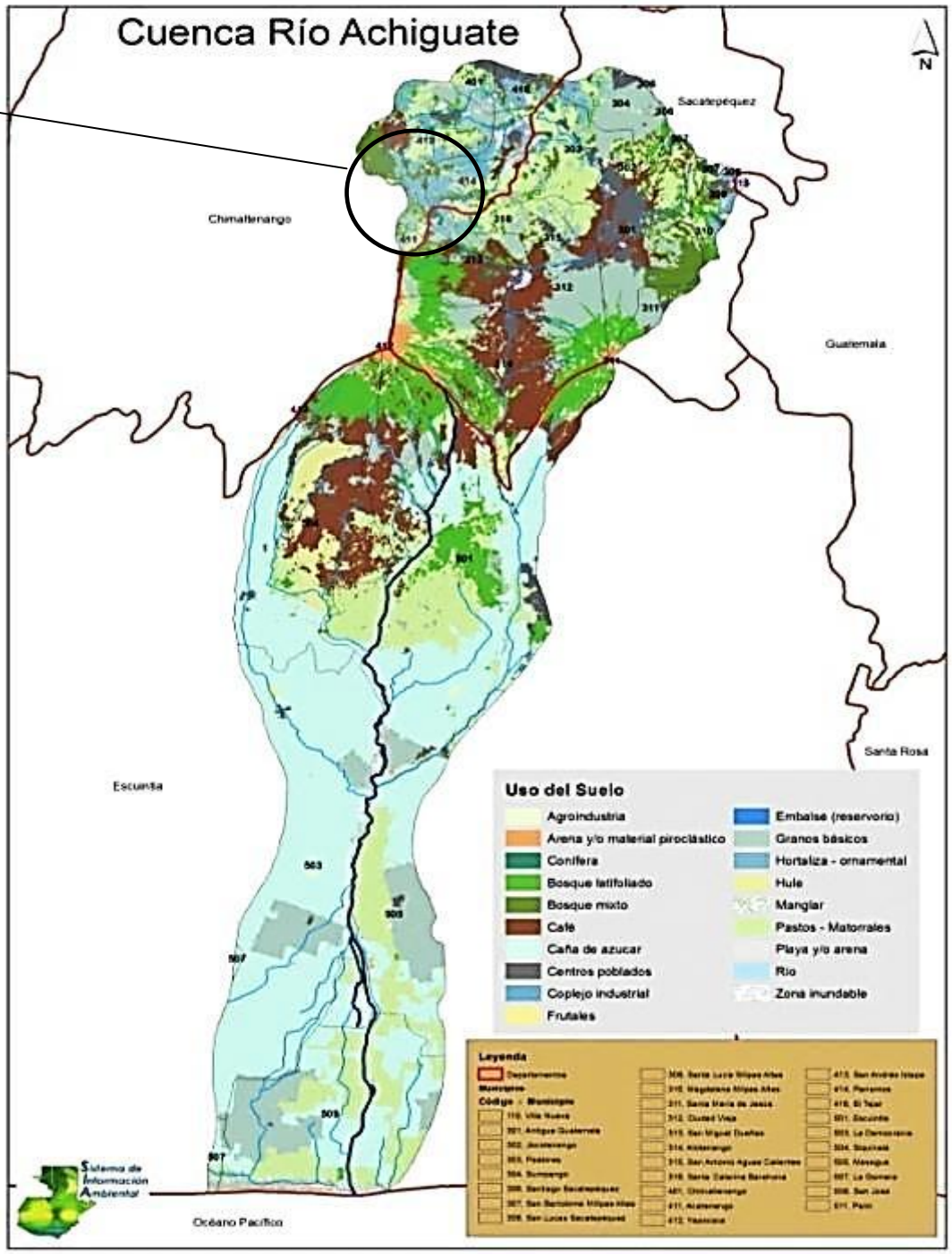
Vargas, J. (2,007). *Primer Informe sobre Desechos sólidos domiciliares.* Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Véliz Zepeda, R. (1996). *Comparación de metodologías de capacidad de uso de la tierra de la cuenca del Río Itzapa, Chimaltenango.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Cuenca del río Achiguate, SIA, MARN

Río de la Virgen y Negro, inicio de la subcuenca Guacalate, San Andrés Itzapa.



Fuente: Sistema de Información Ambiental, MARN, 2,013.

Anexo 2. Boleta de Campo Desechos Sólidos Domiciliares

MUNICIPIO _____
FECHA DE RECOLECCIÓN _____
DIA DE RECOLECCION 1_____ 2_____ 3 _____ 4_____ 5 _____ 6 _____ 7_____
RESPONSABLE DE LA BOLETA _____
SECTOR O ZONA

PERSONAL DE APOYO _____ _____ Día	Peso total	Papel y cartón	Trapos	Madera y follaje	Restos de alimentos	Suelos y otros	Caucho, cuero, plásticos	Metales	Vidrio
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
Totales									

Fuente: CONADES, MARN 2,007.

Anexo 3 Tabla para establecer la Caracterización (Modelo Propuesto)

Información general del lugar muestreado	
Número de lugar analizado	Escribir número asignado del proceso de muestreo
Número de personas que generan desechos en el lugar	
Sector analizado	
Clasificación de Índice per Cápita	
Prácticas de Disposición final de sus desechos	
Observaciones referentes a recolección de desechos	

Concepto	%	Peso	Diario	Semanal	Mensual	Anual
Material orgánico						
Papel y cartón						
Textiles						
Plásticos						
Metal						
Vidrio						
Otros						

Fecha_____

Elaboración propia.

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

"Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del Municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango"

IMPRÍMASE

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
DECANO

PhD. Ing. Agr. Marvin Roberto Salguero Barahona
ASESOR

Inga. Jennifer Waleska Zamora Arenales
SUSTENTANTE

Guatemala, octubre 28 de 2013.

Señor Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala
Arq. Carlos Valladares Cerezo
Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento de la estudiante de la Maestría en **DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL** de la Facultad de Arquitectura -USAC, **INGA. JENNIFER WALESKA ZAMORA ARENALES,** Carné No. **100022107**, realicé la Revisión de Estilo de su trabajo final de investigación titulado: **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO,** previamente a conferírsele el Grado Académico de *Magister Scientificae / Maestro en Ciencias con la Especialización* en DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida, por lo que recomiendo darle continuidad a los trámites correspondientes, antes de que se realice la impresión de dicho documento de investigación.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

Licda. Maricella Saravia
Colegiado 10804
Lic. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804

Maricella Saravia de Ramírez
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español y de la Literatura
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios

Teléfonos: 3122 6600 - 5828 7092 - 2232 - 9859 – maricellasaravia@hotmail.com