

**Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-
Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC-
Ingeniería en Gestión Ambiental Local –IGAL-**



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**Caracterización cualitativa y cuantitativa de
los residuos y desechos sólidos de las
comunidades de Monterrico y La Curvina,
Santa Rosa.**

Por:

**Julio Andrés
González Díaz**

Carné 201141589

Guatemala, octubre 2017.

**Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-
Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC-
Ingeniería en Gestión Ambiental Local –IGAL-**



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina, Santa Rosa.

**Trabajo presentado a las autoridades del Centro Universitario de
Suroccidente –CUNSUROC- de la Universidad de San Carlos de
Guatemala –USAC-**

Por:

Julio Andrés González Díaz

Carné 201141589

Previo a conferírsele el título que le acredita como:

Ingeniero en Gestión Ambiental Local

En el grado académico de Licenciado

Guatemala, octubre 2017.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Rector

Dr. Carlos Enrique Camey Rodas

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTES GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Lcda. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez

Vocal

**AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Coordinador Académico

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Luis Carlos Muñoz López

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Lic. Mauricio Cajas Loarca

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

Ing. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Inga. Agra. Iris Yvonne Cárdenas Sagastume

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales

Abogado y Notario

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinador de Área

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Coordinadora de las carreras de pedagogía

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

**Coordinadora Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

ACTO QUE DEDICO

A Dios:

Por regalarme la vida que tengo,
fortalecerme en los momentos agradables
y difíciles en mi vida y por permitirme ser
quien soy hoy en día.

A mi madre:

Karla Eugenia Díaz Palomo,
por ser esa persona que con amor,
esfuerzos y dedicación logró que su
primogénito cumpliera una de sus grandes
metas.

A mi abuelita:

Olga Eugenia Palomo Franco,
por ser mi segunda madre y brindar su
apoyo y amor incondicional durante toda mi
vida.

A mis hermanos:

Karla Daniela del Rosario González Díaz y
Carlos Alfonzo González Díaz,
por ser parte de mi diario vivir y
acompañarme durante cada momento
importante. Los amo.

A mi sobrino:

Carlos Sebastián González, por ser la luz
de mis ojos y la motivación para luchar en
esta vida.

A mi familia:

Por estar presente y contribuir en mi
formación durante la niñez y adolescencia
y brindarme su amor y ayuda incondicional.

A mis amigos:

Byron César Flores;
Cristhian Alexander González Espinoza;
Kevin Florián López Paz;
Andrea Par Rojas,
por el apoyo, orientación, amistad y cariño
que me brindan.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por acompañarme siempre y brindarme lo necesario para sobresalir en cada momento.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser la Alma mater que brindó la oportunidad de formarme y desarrollarme en el ámbito profesional.

Centro Universitario del Sur-Occidente

Por acogerme durante el plazo del aprendizaje.

A mis catedráticos

Por brindar con paciencia y entusiasmo los conocimientos académicos y consejos para poder incursionarme en el ámbito profesional.

Mi asesora:

Licenciada Heydi Angelina Vela.
Por acompañar, asesorar y auxiliar durante el proceso de la práctica supervisor y de igual manera el cariño, la paciencia y los consejos brindados.

EPSUM

Ser el programa universitario que otorgó la beca económica y la institución para desarrollar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Especial a la Licenciada Jenifer Pinzón.

AGRADECIMIENTOS

Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico y equipo de trabajo

Por ser la institución que permitió
desarrollar el Ejercicio Profesional
Supervisado.

Por brindarme la ayuda, confianza,
amistad y consejos durante el proceso
académico.

Especialmente al Ingeniero Roberto
González y al señor Pablo Castellanos.

A mis colegas:

David Guadalupe Ramos;
Vivian Marcela Córdova González y
Jorge Raúl Mazariegos.

Por acompañarme en los últimos tres
años de vida universitaria y brindarme
su conocimiento, amistad y cariño.

ÍNDICE

Contenido	Página
ABSTRACT	IX
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
IV. OBJETIVOS	7
4.1. Objetivos generales.....	7
4.2. Objetivos específicos.....	7
V. MARCO REFERENCIAL	8
5.1. Descripción general de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, CECON-USAC.....	8
5.1.1. Descripción geográfica.....	8
5.1.2. Clima.....	8
5.1.3. Suelos.....	9
5.1.4. Flora y fauna.....	9
5.2. Descripción de la población objetivo.....	11
5.2.1. Monterrico.....	11
5.2.2. La Curvina.....	12
5.2.3. Antecedentes del manejo de los desechos y residuos sólidos en Monterrico.....	12
5.2.4. Ubicación del terreno destinado al centro de acopio de desechos y residuos sólidos.....	13
5.2.5. Programa arquitectónico de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos....	15
VI. MARCO CONCEPTUAL	16
6.1. Desechos y residuos sólidos domiciliarios.....	16
6.1.1. Desechos sólidos.....	16
6.1.2. Residuos sólidos.....	16
6.1.3. Desechos y residuos sólidos domiciliarios....	16
6.2. Clasificación de los desechos y residuos sólidos....	16

Contenido	Página
6.2.1. Por su composición química.....	16
6.2.1.1. Orgánica.....	16
6.2.1.2. Inorgánica.....	17
6.2.2. Por su valor económico.....	17
6.2.2.1. Residuos recuperables.....	17
6.2.2.2. Desechos no recuperables.....	17
6.3. Indicadores de desechos sólidos.....	18
6.3.1. Producción per cápita (PPC) de desechos y residuos sólidos domiciliarios.....	18
6.3.2. Peso volumétrico de los desechos y residuos sólidos domiciliarios.....	19
6.3.3. Composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliarios.....	19
6.4. Instituciones relacionadas con la gestión de los desechos y residuos sólidos en Guatemala.....	20
6.5. Unidades de análisis y de muestreo.....	21
6.5.1. Muestreo.....	21
6.5.2. Error del muestreo.....	21
6.5.3. Muestreo probabilístico.....	22
6.5.4. Método de muestreo aleatorio simple.....	22
6.5.4.1. Sorteo de la muestra (Tómbola)....	22
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
7.1. Materiales.....	23
7.2. Recursos humanos.....	24
7.3. Recursos financiero.....	24
7.4. Métodos.....	25
7.4.1. Elección de la muestra.....	25
7.4.2. Determinación de hábitos y percepciones sobre el manejo de los desechos y residuos sólidos de los comunitarios.....	27

Contenido	Página
7.4.3. Obtención de la producción per cápita (PPC) de los desechos y residuos sólidos domiciliars.....	28
7.4.4. Determinación de la densidad de los desechos y residuos sólidos domiciliars.....	29
7.4.5. Composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliars.....	31
7.4.6. Propuesta para el buen manejo de desechos los desechos y residuos sólidos.....	32
7.4.6.1. Proyección de población, producción per cápita y producción de abono para el año 2036.....	32
7.4.6.2. Asignación de dimensiones generales de la planta de tratamiento.....	33
VIII. RESULTADOS.....	34
8.1. Determinación de hábitos y percepciones de los habitantes.....	35
8.2. Producción per cápita (PPC) de desechos y residuos sólidos de las aldeas de Monterrico y La Curvina.....	38
8.3. Densidad de los desechos y residuos sólidos domiciliars de las aldeas de Monterrico y La Curvina	40
8.4. Características físicas de los desechos y residuos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina.....	41
8.5. Proyección poblacional y de producción de desechos y residuos sólidos para el año 2036.....	43
8.6. Propuesta para la gestión de los desechos y residuos	

Contenido	Página
sólidos.....	46
8.6.1. Planta de separación y clasificación.....	47
8.6.1.1. Planta de clasificación.....	48
8.6.1.2. Cuartos específicos para los residuos inorgánicos recuperables.	48
8.6.1.3. Zona de almacenamiento de desechos inorgánicos no recuperables.....	49
8.6.1.4. Área de carga y descarga.....	49
8.6.2. Cámaras de compost.....	50
8.6.3. Campo de maduración.....	51
8.6.4. Planta administrativa.....	52
8.6.5. Planta de servicios.....	52
8.6.6. Fosa séptica.....	52
IX. CONCLUSIONES.....	54
X. RECOMENDACIONES.....	56
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	57
XII. ANEXOS.....	61
12.1. Mapas.....	61
12.2. Encuesta.....	63
12.3. Fichas técnicas.....	65
12.4. Cuadros.....	68
12.5. Planos.....	79
12.6. Fotografías.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
1. Ubicación de las aldeas de la RNUMM, CECON-USAC.....	10
2. Ubicación del terreno comunal, donde se establecerá el proyecto del centro de acopio de desechos sólidos.....	14
3. Porcentaje de la población con conocimientos de clasificación de los desechos y residuos sólidos.....	34
4. Porcentaje de población consciente de la problemática de los desechos y residuos sólidos.....	35
5. Ponderación de los métodos que utiliza la población de Monterrico y La Curvina para deshacerse de los desechos y residuos sólidos.....	36
6. Porcentaje de alcance del tren de aseo en ambas comunidades.....	37
7. Porcentaje de las características físicas de los desechos y residuos sólidos de las comunidades.....	41
8. Características físicas de los residuos recuperables de las comunidades.....	42
9. Mapa de ubicación del total de viviendas y de la muestra de viviendas de Monterrico.....	61
10. Mapa de ubicación del total de viviendas y de la muestra de viviendas de La Curvina.....	62
11. Plano general de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.....	79
12. Plano amueblado de la planta de clasificación de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.....	80
13. Plano amueblado de las cámaras de compost A y B.....	81
14. Plano amueblado del campo de maduración de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.....	82
15. Plano amueblado de la planta administrativa.....	83

Contenido	Página
16. Plano amueblado de la planta de servicios.....	84
17. Realización del pesaje de los desechos y residuos sólidos de Monterrico.....	85
18. Separación de los desechos y residuos sólidos en orgánico e inorgánico.....	85
19. Determinación del volumen de los desechos y residuos sólidos.....	86
20. Determinación de hábitos y percepciones de los comunitarios...	86

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
1. Materiales utilizados durante la investigación.....	23
2. Recursos humanos.....	24
3. Resultados de PPC.....	39
4. Densidad de los desechos y residuos sólidos de las aldeas de Monterrico y La Curvina.....	40
5. Proyección de crecimiento poblacional y producción de desechos y residuos sólidos.....	44
6. Proyección de producción de desechos y residuos sólidos.....	45
7. Proyección de producción de residuos recuperables.....	45
8. Proyección de producción de compost.....	46
9. Módulos y dimensiones de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.....	46
10. Espacios específicos y dimensiones del módulo de clasificación.....	47
11. Ficha técnica No. 1.....	65
12. Ficha técnica No. 2.....	66
13. Ficha técnica No. 3.....	67
14. Códigos de las viviendas a muestrear en la presente investigación.....	68
15. Proyección poblacional y de producción per cápita para el año 2036.....	69
16. Proyección de la producción de desechos y residuos sólidos orgánicos, inorgánicos no recuperables e inertes para el año 2036.....	70
17. Proyección de los residuos inorgánicos recuperables para el año 2036.....	72
18. Proyección anual de producción de desechos y residuos	

Contenido	Página
sólidos.....	74
19. Proyección anual de la clasificación de los residuos inorgánicos recuperables.....	76
20. Proyecciones de la producción de abono para el año 2036.....	78

ABSTRACT

The Monterrico Multiple Uses Natural Reserve (RNUMM, CECON-USAC) is one of seven biotopes managed by the Center for Conservation Studies, CECON, belonging to the Faculty of Chemical Sciences and Pharmacy of the University of San Carlos of Guatemala.

It has an area of influence of 2,800 hectares (28 km²), where five villages are settled: Monterrico, La Curvina, Agua Dulce, La Avellana and El Pumpo; which belong to the municipal jurisdiction of Taxisco and Chiquimulilla, of the department of Santa Rosa.

The RNUMM Master Plan, CECON-USAC, (2000-2005), determines that one of the most important areas is the so-called "Beach Sector", which is located to the South of the zone of influence and limits with the Pacific Ocean, is made up of three communities: La Curvina, Monterrico and El Pumpo; being the first two in which the present investigation is centered.

Based on research carried out in the communities, it was detected that the contamination by the wastes and solid residues that are generated in the domiciliary zones is a latent problem. This is why qualitative and quantitative characterization of household waste and solid waste was carried out in June and July of the year 2016, with the objective of generating a viable proposal to solve the pollution.

The research began with a sampling by community, in Monterrico 451 houses were registered giving a sample of 92 houses and in the community of La Curvina, with a total of 84 houses, a sample of 52 houses was used.

From the sample obtained, a survey was carried out to determine the habits and perceptions about the waste and solid waste management of both communities, in order to generate a panorama of the field where the research methodology was adapted to the results obtained.

It was determined that 63% of the population does not have knowledge about the classification of solid wastes, 90% stated that they are aware of the problems

caused by inadequate waste management. However, 83% do not use a toilet train and 52% of the population burn the garbage.

In the characterization of 144 dwellings, per capita production, PPC, of 0.3875 Kg / hab / day was obtained, for a total production of 604.5 kg / day, 18.739.5 kg / month and 220.642.5 kg / year.

The highest density was obtained in the community of Monterrico, being: 220.56 kg / m³ of organic matter; glass of 16.12 kg / m³; Classification plastic polyethylene terephthalate (PETT) 34.33 kg / m³; aluminum cans 17.56 kg / m³; dry bond paper 1.36 kg / m³; dry carton 9.38 kg / m³; scrap 14.84 kg / m³.

The physical characteristics that compose the waste and solid waste are divided as follows, 72% of the total are organic waste; 20% is made up of non-recoverable waste; 5% inert waste and 3% recoverable waste.

Regarding the alternative for the management and treatment of waste and solid waste, it is recommended to install a solid waste and waste treatment plant, which should include: a separation module, 8 composting chambers, a maturation field of compost, an administrative plant, a service plant and a septic tank.

I. RESUMEN

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico (RNUMM, CECON-USAC), es uno de los siete biotopos que administra el Centro de Estudios Conservacionistas, CECON, perteneciente a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Posee una zona de influencia de 2,800 hectáreas (28 Km²), en donde se asientan cinco aldeas: Monterrico, La Curvina, Agua Dulce, La Avellana y El Pumpe; las cuales pertenecen a la jurisdicción municipal de Taxisco y Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa.

El Plan Maestro de la RNUMM, CECON-USAC, (2000-2005), determina que una de las zonas de mayor importancia es la denominada como "Sector Playa", la cual se ubica al Sur de la zona de influencia y limita con el Océano Pacífico, está conformada por tres comunidades: La Curvina, Monterrico y El Pumpe; siendo las dos primeras en las que se centra la presente investigación.

Con base a investigaciones realizadas en las comunidades, se detectó que la contaminación por los desechos y residuos sólidos que se generan en las zonas domiciliarias es un problema latente. Es por ello, que se realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa de los desechos y residuos sólidos domiciliarios, ejecutada en los meses de junio y julio del año 2016, con el objetivo de generar una propuesta viable que dé solución a la contaminación.

La investigación se inició con un muestreo por comunidad, en Monterrico se censó 451 viviendas dando una muestra de 92 viviendas y en la comunidad de La Curvina, con un total de 84 viviendas, se utilizó una muestra de 52 viviendas.

De la muestra obtenida se determinó, mediante una encuesta, los hábitos y percepciones sobre el manejo de los desechos y residuos sólidos de ambas comunidades, con el fin de generar un panorama del campo donde se trabajó y adecuar la metodología de la investigación con los resultados obtenidos.

Se determinó que el 63% de la población no posee conocimientos sobre la clasificación de los desechos sólidos, el 90% manifiesta estar consciente de la

problemática que genera el manejo inadecuado de los residuos, a pesar de esto el 83% no utiliza un servicio de tren de aseo y el 52% de la población quema la basura.

En la caracterización realizada en 144 viviendas se obtuvo una producción per cápita, PPC, de 0.3875 Kg/hab/día, para una producción total de 604.5 kg/día, 18,739.5 Kg/mensual y 220,642.5 Kg/año.

La mayor densidad se obtuvo en la comunidad de Monterrico, siendo de: 220.56 Kg/m³ de materia orgánica; vidrio de 16.12 Kg/m³; Plástico de clasificación tereftalato de polietileno (PETT) 34.33 Kg/m³; latas de aluminio 17.56 Kg/m³; papel bond seco 1.36 Kg/m³; cartón seco 9.38 Kg/m³; chatarra 14.84 Kg/m³.

Las características físicas que componen los desechos y residuos sólidos están divididos de la siguiente manera, 72% del total son residuos orgánicos; 20% lo componen los desechos no recuperables; 5% de desechos inertes y el 3% de residuos recuperables.

Respecto a la alternativa para el manejo y tratamiento de los desechos y residuos sólidos, se recomienda la instalación de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, la cual debe incluir: un módulo de separación, 8 cámaras de compostaje, un campo de maduración de compost, una planta administrativa, una planta de servicios y una fosa séptica.

II. INTRODUCCIÓN

En la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizó un diagnóstico ambiental de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, en el cual se realizaron análisis técnicos y junto con los gobiernos locales (COCODES) se determinó la existencia de varias problemáticas ambientales, priorizándose la que genera mayor impacto ambiental: el manejo inadecuado de los desechos y residuos sólidos

Esta problemática ha generado suelos degradados, contaminación de la atmósfera, presencia de desechos y residuos en aguas del Canal de Chiquimulilla y playas del sector y en la salud de los habitantes ya que el método que más se utiliza, para poder disponer los desechos y residuos sólidos es la quema de los mismos, según las encuestas realizadas más del 52% de la población utiliza la incineración como método práctico y económico.

Debido a esta situación se realiza la presente investigación denominada “Caracterización cualitativa y cuantitativa de los desechos y residuos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina”, que permitirá establecer una propuesta viable para el buen manejo de los mismos.

La investigación tiene como objetivos específicos: calcular la producción per cápita de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de Monterrico y La Curvina; determinar la densidad de los desechos y residuos domiciliarios; establecer la composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliarios y proponer una solución viable para el tratamiento de los mismos.

Para la caracterización de los desechos y residuos sólidos se inició realizando un muestreo aleatorio simple en ambas comunidades y sortear mediante una tómbola los códigos asignados a cada una de las viviendas, por lo tanto se generaron 92 viviendas para Monterrico y 52 viviendas para La Curvina.

Los resultados obtenidos en la PPC, se lograron obtener mediante un pesaje en cada una de las viviendas durante una semana consecutiva, en la cual se realizaba una clasificación y un pesado de cada una de las categorías siguientes:

orgánico, inorgánico, recuperable y no recuperable, con el fin de calcular la densidad y la composición física de los desechos y residuos sólidos y por último se realizó una proyección de población y PPC, para el año 2,036.

Obteniendo como resultado de la producción per cápita 0.3875 Kg/habitante/día, en donde se puede estimar que habiendo 1,560 habitantes, se produce un total de 604.5 kg/diarios y que la producción de desechos va en aumento, ya que según las proyecciones para el año 2036 se generará un total de 1,269,549.35 Kg/año, de los cuales más del 65% serán incinerados, contaminando así el suelo, la atmósfera de las comunidades y afectando la salud de los habitantes.

Se proponen recomendaciones puntuales siendo la más conveniente la creación de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, en donde se pueda aprovechar al 100% los residuos orgánicos, que constituye más del 72% y los residuos inorgánicos recuperables, siendo el 3%. En la presente investigación se incluyen las dimensiones y características que cada una de las áreas dentro de la planta deben cumplir.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, RNUMM, CECON – USAC, tiene cinco comunidades en su zona de influencia, resaltando por sitios turísticos, servicios prestados y mayor concentración de población: Monterrico, La Curvina y El Pumpo; que conforman el sector playa.

Las comunidades que conforman el sector playa son aldeas que se ubican aisladas de sus cabeceras municipales, para poder llegar a dichas poblaciones se debe de navegar el canal de Chiquimulilla.

Con base en la investigación titulada, “Diagnóstico ambiental de las comunidades de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, RNUMM, CECON-USAC” se determinó que las aldeas no cuentan con un manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos, a pesar que el Código Municipal en su artículo 68 inciso a) menciona que son competencias municipales la “recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos”, y de esta manera brindar a los pobladores un ambiente agradable que propicie el desarrollo del territorio.

Actualmente el manejo de los residuos y desechos sólidos, que utilizan ambas jurisdicciones es la incineración en espacios libres, el entierro y por último la contratación de un servicio de tren de aseo proveniente de la municipalidad de Iztapa, Escuintla, el cual es el municipio más cercano que presta dicha asistencia.

Con base en la investigación preliminar y trabajo de campo realizado a la población en el sector playa, se determinó que el servicio de tren de aseo se prioriza en la extracción de residuos y desechos sólidos de hoteles, chalets, restaurantes y una mínima parte en viviendas, debido a que la mayoría de la población se niega a contratar el costo del servicio que puede variar entre Q30.00 a Q50.00 mensuales.

Tomando como referencia lo anterior, se han incrementado los basureros clandestinos en zonas aisladas, que afectan la salud de los habitantes y el ornato en las comunidades, causando la disminución del turismo, la contaminación de aguas subterráneas y superficiales y reproducción de hongos, virus y roedores.

Se presenta así el presente estudio titulado “Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina”, el cual pretende brindar a los municipios de Taxisco y Chiquimulilla información básica necesaria para iniciar el manejo integral de los desechos sólidos generados, y al mismo tiempo contribuirá al diseño preliminar del proyecto relacionado con la planta de tratamiento.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Caracterizar cualitativa y cuantitativamente los desechos y residuos sólidos domiciliarios de las comunidades Monterrico del municipio de Taxisco, y La Curvina, del municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa.

4.2. Objetivos específicos

- a. Calcular la producción per cápita (PPC) de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de Monterrico y La Curvina
- b. Determinar la densidad de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de las aldeas.
- c. Establecer la composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de Monterrico y La Curvina.
- d. Proponer una solución viable para el tratamiento de los desechos y residuos sólidos.

V. MARCO REFERENCIAL

5.1.Descripción general de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, CECON-USAC

5.1.1. Descripción geográfica

La extensión territorial de la reserva es de 2,800 hectáreas, equivalentes a 28 Km^2 , se encuentra ubicado en el departamento de Santa Rosa, en los municipios de Taxisco, Guazacapán y Chiquimulilla, dentro de su zona de influencia se encuentran cinco aldeas de los municipios antes mencionados que son, La Avellana, El Pumpo, Monterrico, La Curvina y Agua Dulce. (Ver figura No.1).

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, RNUMM, CECON-USAC, es administrada por el Centro de Estudios Conservacionistas, CECON, el cual es dependencia de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.

Es declarada como área protegida mediante el Acuerdo Gubernativo (sin número), 16 de diciembre de 1977 y legitimado por el artículo 89 inciso b de la Ley de Áreas Protegidas (Decreto número 4-89).

La reserva natural se encuentra ubicada entre los límites meridianos 1535095, 1539095 Norte y paralelos 506844 y 499844 Este, proyectado en GTM. (Roque, S. 2015).

5.1.2. Clima

La temperatura promedio, según el INSIVUMEH (S.F.), es de 25° C a 34° C; según Cruz, R., 1976, en su documento “Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala”, la precipitación promedio es de 500 mm a 850 anuales; se encuentra dentro de la zona de vida, según Simmons, C. (1959), bosque seco sub-tropical (Bs-s) y es considerada, según Sigüenza R. (1999), que el 65% es conformada por agua, la cual proviene un porcentaje del litoral Pacífico (costera-marina), el resto que proviene de los cuerpos de agua que conforma los ecosistemas estuarinos del

Canal de Chiquimulilla, el punto más alto se encuentra a 8 metros sobre el nivel del mar.

5.1.3. Suelos

Según el Plan Maestro (2000), existen dos tipos de suelo los cuales son:

- Serie de arena de playa de Mar (Am): Según Simmons, C., et al. 1959, descrito en el mapa "Mapa de reconocimiento de los Suelos de Guatemala", 2,002, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), describe que es la franja de un aproximado de 300 metros de ancho de arena suelta, color gris oscuro y no tienen ningún potencial agrícola, más solo para recreación de los visitantes y para la conservación de la tortuga marina.
- Serie de suelos de los valles no diferenciados o sedimentos de origen volcánico: este tipo de suelo se caracteriza por no identificarse qué tipo de roca madre es la que dio origen al suelo, ya que proviene de varios sedimentos que son arrastrados por corrientes de agua.

5.1.4. Flora y fauna

Según entrevistas realizadas a los COCODES de las aldeas que se encuentran en el área de influencia de la RNUMM, el tipo de flora que se pueden localizar es: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avisennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), ceiba (*Ceiba pentandra*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), madre cacao (*Gliricidia sepium*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), eucalipto (*Eucalyptus*) y palo blanco (*Cybistax donnell-smithii*).

La reserva natural cuenta con un ecosistema esteromarino, en el cual se pueden encontrar una variedad de animales silvestres; Camarón (*Paneus*), Camarón de río (*Macrobrachium*), jaiba (*Crassostrea*), machorras (*Atracosteus tropicus*), caimán (*Caiman crocodilus fuscus*), iguana verde (*Iguana iguana*), iguana negra (*Ctenosaura similis*), parlama blanca (*Lepidochely olivaceae*), parlama negra (*Chelonia sp.*) tortuga baule (*Dermodochelys coriácea*).

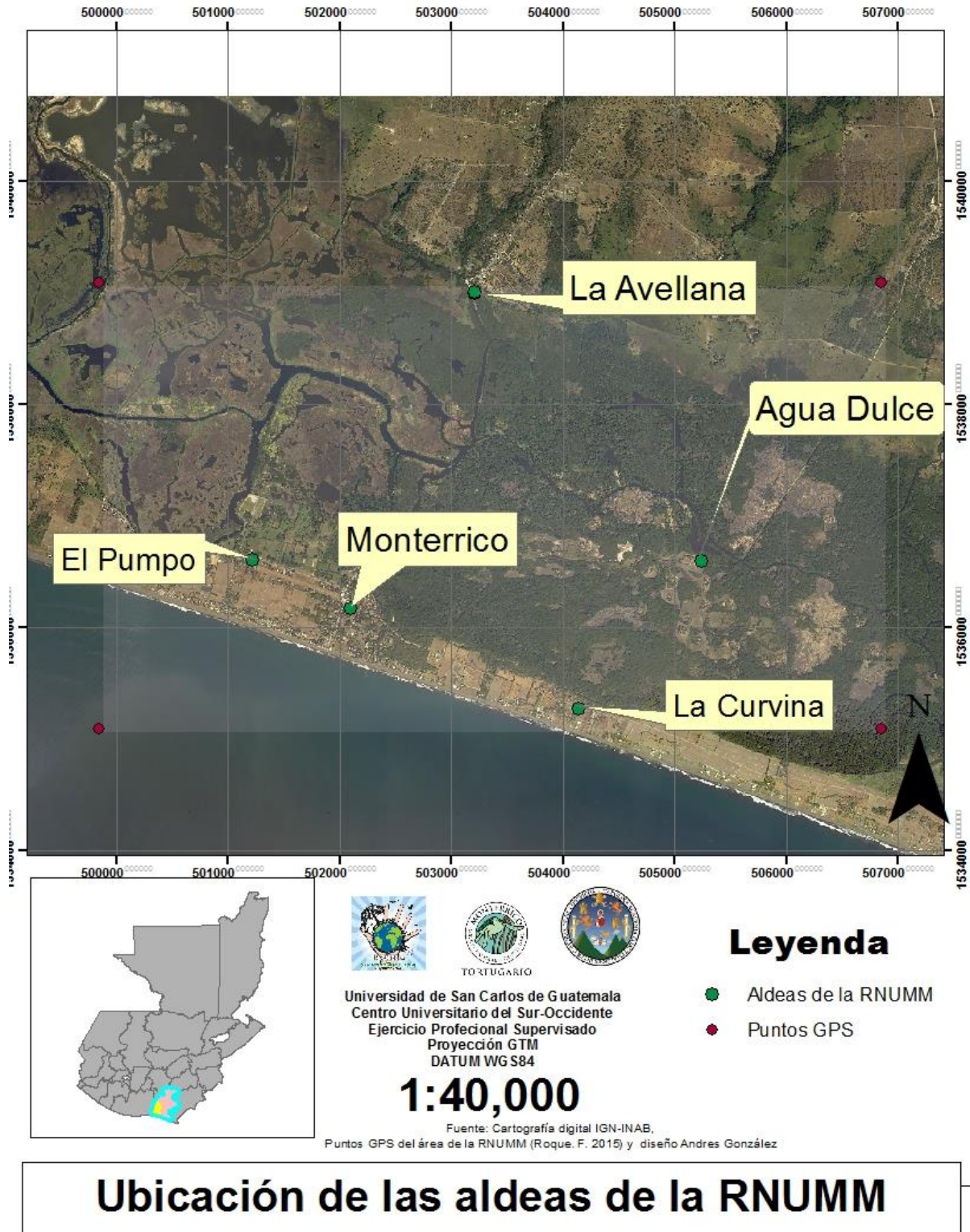


Figura No. 1. Ubicación de las aldeas de la RNUMM, CECON-USAC.

Nota: Con base en capas raster del IGN-INAB.

5.2. Descripción de la población objetivo

5.2.1. Monterrico

La aldea de Monterrico está ubicada en la jurisdicción del municipio de Taxisco, del departamento de Santa Rosa. El territorio ofrece variedad de recursos naturales de atracción para los vecinos y turistas. (Gálvez et al. 2015)

Monterrico colinda al norte con el Canal de Chiquimulilla, al sur con Océano Pacífico, al oeste con la aldea El Pumpo y al este con La Curvina.

La comunidad tiene 1,151 habitantes, el 52% es del sexo femenino y el 48% es del sexo masculino; cuenta con un 93% de personas que se consideran mestizos, un 6% indígena y el 1% son extranjeros. (Gálvez et al. 2015)

Mediante la proyección poblacional, se estima que Monterrico tiene una población aproximada de 1,179 habitantes.

El censo elaborado en el año 2015, por estudiantes de la primera cohorte 2015 EPSUM, indica que el 94% de la población cuenta con energía eléctrica y el 49% utiliza un pozo artesanal para la obtención de agua. La aldea no posee drenajes pluviales y de aguas negras, la disposición de las aguas servidas es en fosas sépticas.

La aldea cuenta con una Escuela Oficial Rural Mixta de nivel primario, instituto de nivel básico, un puesto de salud, una sub-estación de policías, un polideportivo, un campo de fútbol, un embarcadero y se tiene una estación de bomberos voluntarios.

El 66% de la población quema sus desechos y residuos sólidos, el 27% utiliza el tren de aseo, 5% la entierra y el 2% recicla los desechos sólidos.

5.2.2. La Curvina

La aldea La Curvina está ubicada en la jurisdicción del municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa. Su casco urbano cuenta con área de seis Km^2 .

La Curvina colinda al norte con la aldea Agua Dulce, al sur con el Océano Pacífico, al este con aldea El Cebollito y al oeste con Monterrico. (González Díaz & Martínez García, 2016)

El censo de la comunidad elaborado en el año 2016, determina que cuentan con 381 habitantes, del cual el 51% es del sexo masculino y el 49% es del sexo femenino; de estos un 63% de origen mestizo, 25% ladinos, un 4% indígena y el 8% ignoran su etnia.

De igual manera determina que el 93% de las familias posee energía eléctrica y un 96% utiliza una fosa séptica para el tratamiento de las aguas residuales. La comunidad carece de drenajes que conduzcan las aguas pluviales y residuales.

La Curvina cuenta con una Escuela Oficial Rural Mixta de nivel primaria, una clínica médica social, un embarcadero, un área polideportiva y un cementerio

El censo poblacional realizado determina que el manejo de los desechos sólidos de la aldea La Curvina se deriva de la siguiente manera, el 86% de las familias queman los desechos, un 12% utiliza el tren de aseo y un 4% los entierra.

5.2.3. Antecedentes del manejo de los desechos y residuos sólidos en Monterrico.

Según el Plan Maestro para los años 2000 – 2005, de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, aprobado en el año 1999, especifica que una de las principales amenazas que afronta el área protegida es el manejo inadecuado de los desechos y residuos sólidos, el cual posee como recomendación que se debe de implementar investigaciones y proyectos que puedan mitigarlo.

Se estableció el “Grupo de Apoyo a la Naturaleza de la Reserva Natural Monterrico”, GANARNM, el cual estaba conformada por el equipo de trabajo de

RNUMM, CECON – USAC, y sociedad civil, con el fin de generar un proyecto que busque la solución de los desechos y residuos sólidos.¹

En el mismo año se dieron los primeros acercamientos a la Municipalidad de Taxisco, para gestionar el apoyo necesario para dar inicio a la construcción de un Centro de Acopio para los Desechos y Residuos Sólidos, en donde se determinó que la administración se comprometía a ser la fuente financiera del proyecto, con el requisito de que se contara con un espacio para su construcción.

Con el transcurso del tiempo, el grupo GANARNM, con apoyo de la sociedad civil y el sector económico local, se logró conseguir un terreno de 6,986.58 m², ubicado a 500 metros oeste, del centro de Monterrico.

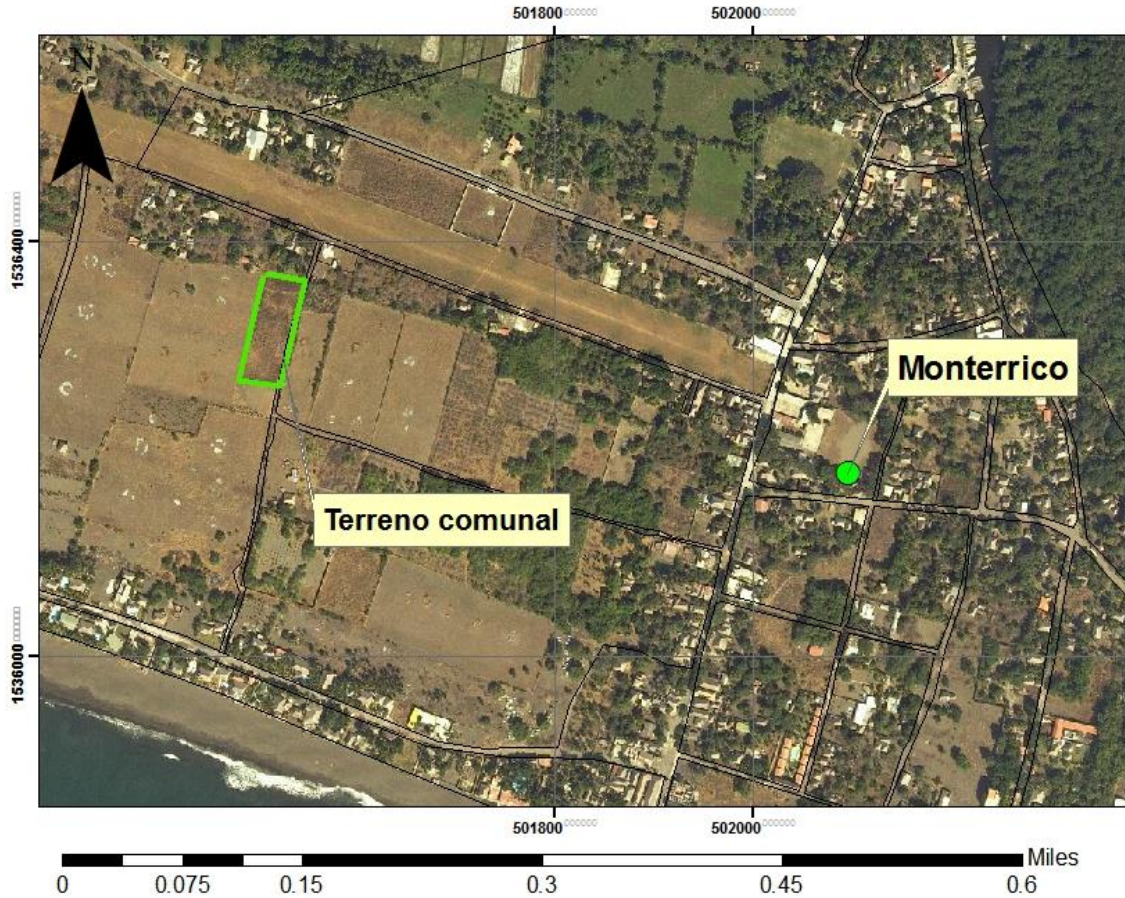
La formulación del proyecto del centro de acopio quedó en responsabilidad del GANARNM, en donde solamente se estableció un perfil de proyecto, en el cual determinan arbitrariamente que cada habitante genera 1 libra de basura y las generalidades de una planta de tratamiento.

Al presentar el perfil del proyecto a la administración municipal de Taxisco, por problemas financieros y administrativos, no dio continuidad al proyecto, dejando congelada la iniciativa del GANARNM. En el año 2015, un estudiante de EPS de arquitectura, realizó los planos del área administrativa y planta de servicios para la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos que se realizaría en el futuro. (Ver figuras No. 13 y 14).

5.2.4. Ubicación del terreno destinado al centro de acopio de desechos y residuos sólidos Monterrico.

Se ubicó el terreno que se destinó para la construcción del centro de acopio, el cual está bajo la administración del COCODE de Monterrico; está ubicada en dirección al Oeste, a 500 metros aproximados del casco urbano de Monterrico. (Ver figura No. 2).

¹ González, R. 2016. Hechos históricos del grupo GANARM (entrevista). Monterrico, GT. Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.



1:5,274



Legenda

- Aldeas de la RNUMM
- CAD&RS
- Calles Monterrico



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico
 Ejercicio Profesional Supervisado
 Proyección GTM
 DATUM WGS84



Ubicación del terreno comunal de Monterrico

Figura No. 2. Ubicación del terreno comunal, donde se establecerá el proyecto del centro de acopio de desechos sólidos.

Nota: Con base en capas raster del IGN-INAB.

5.2.5. Programa arquitectónico de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.

Según el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, MECD, de España, establece en su documento titulado “Anexo 3: Programas”, que un programa arquitectónico es un listado en donde deben señalarse las necesidades espaciales y de infraestructuras, pero en ningún caso se apuntarán soluciones concretas que pretendan resolver las necesidades propuestas.

Gálvez, 2015, describe que un programa arquitectónico cumple con la finalidad de distribuir posibles áreas o ambientes que tendrá un objeto arquitectónico, las cuales se deben de asignar dependiendo de las necesidades que vaya a cubrir la planta de tratamiento.

A continuación se enlistan las áreas que pueden incluirse en una planta de tratamiento de desechos sólidos, según Gálvez, 2015.

a. Área administrativa:

- Recepción;
- Administrador;
- Contador;
- Encargado de planta; y
- Servicios sanitarios.

b. Área de proceso:

- Recepción desechos;
- Cinta de separación;
- Prensas compactadoras;
- Áreas de rechazo;
- Área de almacenamiento;
- Composteras; y

- Lombricultura.

c. Área de mantenimiento:

- Bodega general;
- Garita de acceso;
- Bascula para camiones;
- Oficina mantenimiento;
- Sala de empleados + servicios sanitarios;
- Cuarto eléctrico;
- Cuarto hidráulico;
- Planta de tratamiento; y
- Campos de infiltración.

VI. MARCO CONCEPTUAL

6.1. Desechos y residuos sólidos domiciliarios

6.1.1. Desechos sólidos

Son materiales resultantes de cualquier proceso destinado al desuso y el cual no se puede obtener algún recurso por su reciclado o recuperación. (Quiñonez, S. 2015).

De igual naturaleza, los desechos sólidos pueden ser materia orgánica e inorgánica que no posee alguna utilidad práctica o valor económico o comercial para la persona o entidad que los genera. (Enríquez, T. 2009).

6.1.2. Residuos sólidos

Es un objeto, material, sustancia o elemento sólido que prestó un servicio y su sub-producto puede ser susceptible a aprovechamiento y transformación en un nuevo producto, (Contreras, 2006).

6.1.3. Desechos y residuos sólidos domiciliarios

Son todos aquellos desechos y residuos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen son generados por actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar a éstas. (Contreras, 2006).

6.2. Clasificación de los desechos y residuos sólidos

6.2.1. Por su composición química

6.2.1.1. Orgánica

Son aquellos que se desintegran en presencia de oxígeno y su principal componente es el Carbono. (Quiñonez, S. 2015).

Según Ramos, H. (2009), describe que los desechos orgánicos son conocidos también por poseer una composición húmeda y son susceptibles a sufrir una descomposición biológica, es decir una descomposición natural.

6.2.1.2. Inorgánica

Los desechos inorgánicos son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases plásticos. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas. (Sepúlveda S., 2010)

6.2.2. Por su valor económico

Los desechos y residuos inorgánicos se pueden clasificar en dos: residuos inorgánicos recuperables y desechos inorgánicos no recuperables.

6.2.2.1. Residuos recuperables

Cualquier material, objeto, sustancia o elemento inorgánico, que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo. (Decreto 1713-2002, 2002)

Algunos ejemplos son: botellas de vidrio, botellas de plástico, latas, papel bond seco, papel periódico seco, cartón seco y chatarra.

Según la oferta y la demanda que exista en el mercado de los residuos recuperables los precios pueden variar, un aproximado del costo que se maneja es el siguiente:

Botellas de vidrio (Q16.00 c/quintal), botellas plásticas color (Q25.00 c/quintal), botellas plásticas transparentes (Q50.00 c/quintal), latas de aluminio (Q275.00 c/quintal), papel bond seco (Q50.00 c/quintal), cartón seco (Q15.00) y chatarra (Q25.00 c/quintal).

6.2.2.2. Desechos no recuperables

Son los desechos que no son degradados naturalmente, provenientes de minerales y productos sintéticos. (Caro, C. 2009)

Por lo tanto los desechos no recuperables se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Papeles (papel de fax y carbónico, plastificados, catálogos, celofán, envases de comida, servilletas y papel de cocina, vasos, papel de fotografías, etiquetas);
- Vidrios (focos, tubos de luz, lámparas, cristales de ventanas, espejos, lentes, tazas, macetas, objetos de cerámica);
- Textiles (telas impregnadas con pinturas y combustibles);
- Metales (envases de sustancias tóxicas o peligrosas);
- Tetrapack (envases de líquidos y alimentos);
- Otros (pañales usados, toallas sanitarias, cartón con impresiones derivadas del petróleo, cartón mojado con impresiones derivadas del petróleo, papel mojado, baterías de automotores, baterías de litio y bolsas plásticas húmedas).

6.3. Indicadores de desechos sólidos

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, (2005) los indicadores ambientales dirigidos a los desechos sólidos son un conjunto de parámetros que permiten proporcionar información sobre la presión que se está ejerciendo en un área y sus recursos naturales (Presión); la calidad ambiental restante de esta presión (Estado); el impacto del estado de los vecinos y ambiente y mediante la medición (Impacto) y la eficacia de la respuesta a las actuaciones de los diferentes colectivos (Respuesta).

Los indicadores ambientales aportan, de igual manera, información de la actualidad sobre la gestión de los desechos sólidos de un área determinada. A continuación se describirán los indicadores que se tomarán en cuenta para el desarrollo de la presente investigación.

6.3.1. Producción per cápita (PPC) de desechos y residuos sólidos domiciliarios.

Según Duarte, F. (2008), explica que la producción de desechos se puede medir en valores unitarios como kilogramos por habitantes por día, kilogramos por viviendas por día, kilogramos por cuadra por día, kilogramos por tonelada o kilogramo por números de animales por día.

El documento “Indicadores Ambientales Municipales” del MARN (2005), indica que se debe disponer de una medida unitaria para la generación de basura de una localidad, determinada que sea fácilmente comparable y a la vez, específica de una ciudad, región, barrio o de una zona urbana de un determinado nivel de ingreso o de estratos sociales. El indicador, por ser unitario, puede multiplicarse por la población para obtener la producción diaria, mensual o anual de los desechos sólidos. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, 2005)

Por lo tanto el indicador de PPC, es la unidad técnica de presión para expresar cuantos desechos sólidos genera un individuo de una zona en determinado tiempo; para la presente investigación se describirá en kilogramo/habitante/día. El procedimiento se debe realizar durante siete días consecutivos.

6.3.2. Peso volumétrico de los desechos y residuos sólidos domiciliare

Es el peso de los desechos generados contenidos en una unidad de volumen. Este dato se emplea para calcular los servicios y vehículos necesarios para la recolección de los desechos sólidos o para verificar el espacio necesario para su disposición final. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, 2005)

6.3.3. Composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliare.

El indicador determina cualitativa y cuantitativamente los subproductos de desechos y residuos sólidos que se pueden encontrar en una muestra. La utilidad de conocer la composición de los residuos y desechos sólidos, según Enríquez, T. 2009, es obtener estudios de factibilidad de reciclaje, de tratamiento, de investigación, identificación de residuos y estudio de política de gestión de manejo, al igual obtener una idea general de qué tipo de desechos y residuos se generan en mayor cantidad.

Según MARN (2005), la clasificación de los subproductos de desechos y residuos sólidos se deriva de la siguiente manera:

- a) Orgánico: restos de comida, papel, cartón, hojas de arbustos y árboles.
- b) Inorgánico: plástico, aluminio, metales, vidrio.
- c) Inertes: materiales sobrantes de construcciones, tierra, ceniza.

d) Bio-infeccioso: jeringas, algodón, agujas, curitas.

6.4. Instituciones relacionadas con la gestión de los desechos y residuos sólidos en Guatemala

La entidad responsable de generar una gestión adecuada de los desechos y residuos sólidos en un municipio, según el Código Municipal, es la municipalidad que debe velar por el buen manejo de los desechos y residuos sólidos en su jurisdicción.

Desde el punto de vista institucional, el ente rector en el tema de control de contaminación de desechos sólidos, es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y en lo que respecta a la salud humana, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS. (Universidad Rafael Landívar, URL, 2003)

Las responsabilidades que adquiere cada uno de los ministerios mencionados anteriormente, sobre el manejo de los desechos sólidos, provocan confusiones de quien le corresponde formular leyes, políticas y reglamentos que rijan esta temática.

En Guatemala no existe una ley que vele por el correcto manejo de los desechos sólidos, pero si existen documentos que son instrumentos de apoyo como es el de "Indicadores Ambientales Municipales, (2005), elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, en donde menciona la situación actual de los desechos sólidos y de las aguas residuales, y de igual manera proporciona la metodología de los indicadores de Presión, Estado, Impacto y de Respuesta, para que las administraciones municipales, puedan generar documentos técnicos sobre las condiciones de la gestión de desechos sólidos a nivel municipal. A nivel nacional existen también Acuerdos Gubernativos que velan por el buen manejo de los desechos sólidos hospitalarios (Acuerdo Gubernativo 501-2001) y radiactivos (Acuerdo Gubernativo 559-89).

El Consejo Nacional de Desechos Sólidos, dependencia del MARN, es una instancia de coordinación y asesoría para las instituciones que lo conforman según

el Acuerdo Gubernativo 700-97. En la actualidad dicho Consejo está integrado por el: MARN, MSPAS, INFOM (Instituto de Fomento Municipal), CACIF (Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras), Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la USAC, INGUAT (Instituto Guatemalteco de Turismo), Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSCLA) y SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). (Universidad Rafael Landívar, URL, 2003).

6.5. Unidades de análisis y de muestreo

La población que se desea estudiar se llama población objeto, y la población estudiada es la población muestreada. (Silva, L. 1993).

Silva, L. 1993, recomienda que antes de seleccionar la muestra, la población se divide en unidades de muestreo las cuales deben de cubrir por entero a la población; en otras palabras, todo miembro de la población objeto o unidad de análisis pertenece a una y sólo una unidad de muestreo. Una cantidad de muestreo puede contener un conjunto de unidades de análisis. La lista de las unidades de muestreo reciben el nombre de marco muestral.

6.5.1. Muestreo

La muestra es, en esencia, un grupo de una población, es decir que es el subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Hernández et al. 1991).

El muestreo es una herramienta de la investigación científica, su función básica es determinar qué parte de la realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre el todo de la que procese. (Silva, L. 1993).

6.5.2. Error del muestreo

Una forma de expresar la falta de congruencia entre la muestra y la población se expresa como el error de muestro. Dicho error es la diferencia entre las

características de la muestra y las características de la población de la cual se seleccionó la muestra. (Salkind, 1999).

6.5.3. Muestreo probabilístico

Los métodos de muestreo probabilístico son aquellos en el que todos los elementos que componen un universo tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra. (Hernández, R.; Fernández, C.; Batista, L. 1991).

6.5.4. Método de Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S)

El muestreo aleatorio simple (M.A.S.) es un procedimiento de selección basado en la libre actuación del azar. Es el procedimiento de muestreo más elemental y es referencia de los demás tipos de diseño de muestreo. (Vivanco, 2005)

El mismo autor determina que M.A.S es un procedimiento monoetápico que puede realizarse con o sin reposición. Teóricamente la diferencia dice la relación con la independencia o dependencia en la probabilidad de selección. En virtud que el muestreo sin reposición resulta más sencillo desde el punto de vista teórico y práctico los desarrollos siguientes se realizan a partir del supuesto de no reposición de los elementos seleccionados.

6.5.4.1. Sorteo de la muestra (Tómbola)

Es una de las técnicas que se utiliza para obtener de manera simple y rápida la población que determina la muestra. Según Hernández R.; Fernández, C.; Baptista, P. (1959), el método consta en enumerar todos los elementos muestrales de la población del uno al número "N". Después se elaboran fichas o papeles, uno por cada elemento, se deposita en un instrumento cerrado y se va adquiriendo "n" números de fichas, según el tamaño de la muestra. Los números elegidos al azar conformarán la muestra.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Materiales

Cuadro No. 1. Materiales utilizados durante la investigación.

No.	Material	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Pesa romana	1	Q100.00	Q100.00
2	Cinta métrica	1	Q45.00	Q45.00
3	Laptop ACER Aspire E14	1	Q5,500.00	Q5,500.00
4	Resma de hojas papel bond tamaño carta	1	Q50.00	Q50.00
5	Recipiente de dimensiones conocidas	1	Q50.00	Q50.00
6	Lapiceros	2	Q2.00	Q4.00
7	Cuaderno	1	Q7.50	Q7.50
8	Mascarillas	8	Q5.00	Q40.00
9	Par de guantes gruesos	4	Q15.00	Q60.00
10	Gorra	2	Q30.00	Q60.00
11	Metro de nylon de polietileno	5	Q15.00	Q. 75.00
12	Paquete de 50 bolsas plásticas de dimensiones 45.7 cm. * 48.2 cm	2	Q30.00	Q60.00
13	Tabla de madera 18 X 26.5 cm	2	Q15.00	Q30.00
14	Fotocopias	330	Q0.20	Q66.00
TOTAL				Q6,147.50

7.2 Recursos humanos

Cuadro No. 2. Recursos humanos.

No.	Cantidad	Capacidad técnica	Función
1	1	EPS de la carrera de ingeniería en Gestión Ambiental Local. CUNSUROC	Planificar, ejecutar y evaluar la metodología de la investigación.
2	1	EPS de la carrera de Trabajo Social. Escuela de trabajo social, sede central.	Apoyo en la tabulación en las fichas técnicas de la información obtenida en el campo.

7.3 Recurso financiero

El investigador subsidió el 90% del recurso económico que requirió la investigación y el 10% restante por la RNUMM, CECON-USAC.

7.4 Métodos

A continuación se describe la metodología que se utilizó para el desarrollo de la investigación.

7.4.1 Elección de la muestra

Las oficinas administrativas del área protegida proporcionaron un mapa general de las aldeas, el cual se actualizó mediante sistemas de información geográfico.

Se realizó un recorrido por cada una de las comunidades, con el fin de obtener el número total de viviendas que se asientan en cada jurisdicción, a las mismas se les asignó un número para ser identificadas posteriormente. Contabilizando un total de 281 viviendas en Monterrico y 84 en La Curvina. (Ver anexo No.4, cuadro No. 14).

Mediante el programa de ArcGis 10.1, se elaboraron dos mapas, uno que muestra la posiciones de las viviendas contadas de Monterrico y el segundo las de La Curvina. (Ver anexos 1, figura No. 9 y 10).

Al obtener el total de número de viviendas de ambas comunidades, se utilizó la siguiente ecuación para calcular el número de muestra.

$$n = Z^2 * \left| \frac{N * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q} \right|$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

p: Probabilidad de éxito

N: Tamaño de la población de estudio

q: Probabilidad de fracaso

Z = Confiabilidad estadística

e: Error máximo admisible

Sustituyendo los datos de la ecuación se obtiene.

a. Monterrico:

$$N = 281$$

$$Z = (90\% = 1.64)$$

$$P = (0.50)$$

$$Q = (0.50)$$

$$e = (0.07)$$

$$n: (1.64)^2 * \left(\frac{(281 * 0.5 * 05)}{(0.07)^2 * (281 - 1) + (1.64)^2 * 0.5 * 05} \right) = 92 \text{ viviendas}$$

b. La Curvina

$$N = 84$$

$$Z = (90\% = 1.64)$$

$$P = (0.50)$$

$$Q = (0.50)$$

$$e = (0.07)$$

$$n: (1.64)^2 * \left(\frac{(84 * 0.5 * 05)}{(0.07)^2 * (84 - 1) + (1.64)^2 * 0.5 * 05} \right) = 52 \text{ viviendas}$$

La aplicación de la ecuación anterior para la obtención de la muestra dio como resultado que para la aldea de Monterrico se debe cubrir 92 viviendas (451 habitantes) y para La Curvina un total de 52 (282 habitantes), en donde la

confiabilidad estadística indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean reales en un 90% de confianza (Z) y con una probabilidad de error de 7%, siendo el límite aceptable de error muestral, dicho valor generalmente es determinado por el encuestador el cual debe estar en los parámetros del 1% al 10%.

Los valores de p y q generalmente son valores desconocidos por lo tanto se suele suponer que la probabilidad de éxito es de 0.5 y “q” es equivalente a 1-p.

Posterior a la obtención del número de muestra, se realizó un total de 281 fichas enumeradas del 1 al 281, estas fueron depositadas en una tómbola plástica, con el fin de obtener al azar 92 códigos de viviendas para Monterrico y un total de 52 para La Curvina. (Ver cuadro No. 3, anexo No. 4).

Se realizaron dos mapas de ubicación de las viviendas que participan en la muestra de la investigación. (Ver anexo No. 1, figura 9 y 10).

7.4.2. Determinación de hábitos y percepciones sobre el manejo de los desechos y residuos sólidos de los comunitarios.

Se diseñó un formato de encuesta que fue dirigida a los habitantes de las viviendas de la muestra, con el fin de obtener información de los hábitos que poseen los comunitarios respecto a los desechos y residuos sólidos, al igual que el número de habitantes que pertenece a la muestra. (Ver anexo No. 2.1), encuesta a la población de la muestra, con el objetivo de visualizar las costumbres que poseen los habitantes al respecto de la producción de desechos y residuos sólidos y los métodos para deshacerse de ellos.

Se visitaron las viviendas de la muestra de Monterrico en la segunda semana de junio y las de La Curvina la última semana del mismo mes; durante la visita se les dio a conocer el motivo y la importancia de la investigación, al igual que encuestarlos y finalmente solicitar el apoyo de los habitantes y la responsabilidad durante el proceso de la investigación.

7.4.3. Obtención de la producción per cápita (PPC) de los desechos y residuos sólidos domiciliarios

El pesado de los desechos y residuos sólidos para Monterrico se realizó durante la cuarta semana del mes de junio y para La Curvina durante la primera semana de julio.

Durante la visita de cada una de las viviendas pertenecientes a la muestra, se solicitó los desechos y residuos sólidos generados durante 24 horas, estos eran depositados en una caneca cilíndrica con las siguientes características, 1 kg de peso y una altura de 36 cm, y mediante una pesa romana se obtenía el peso, los resultados eran tabulados en la ficha técnica No. 1. (Ver anexo No. 2.1).

Al obtener la información diaria total del pesaje de los desechos y residuos sólidos de las viviendas de la muestra, fueron sumadas, con el fin de establecer un dato general de producción diaria de la comunidad y posteriormente obtener el total de los siete días para generar un dato semanal.

La ecuación utilizada para calcular la producción per cápita de cada comunidad fue la siguiente:

$$PPC = (1/7) * \frac{\left(\frac{A1}{B1}\right) * P1 + \left(\frac{A2}{B2}\right) * P2 + \left(\frac{A3}{B3}\right) * P3}{P1 + P2 + P3}$$

Donde:

P1, P2 Y P3: Número de habitantes en cada estrato socioeconómico o grupos de habitantes que el investigador considere.

A1, A2 Y A3: Peso de la muestra de una semana completa tomada cada una de las zonas o grupos.

B1, B2 Y B3: Número de habitantes correspondientes a la muestra tomada de cada zona o grupo.

1/7: Constante.

Sustituyendo los datos de la ecuación da como resultado lo siguiente:

a. Monterrico

$$PPC = \left(\frac{1}{7}\right) * \left(\frac{\left(\frac{1220.65}{451}\right) * 1179}{1179}\right)$$

A1: 1,220.65 Kg/semana

B1: 451 habitantes de la muestra

P1: 1,179 habitantes total de 1/7: Constante.

Monterrico para el año 2016.

b. La Curvina

$$PPC = \left(\frac{1}{7}\right) * \left(\frac{\left(\frac{766.33}{282}\right) * 381}{381}\right)$$

A1: 766.33 Kg/semana

B1: 282 habitantes de la muestra

P1: 381 habitantes total de La Curvina 1/7: Constante.

para el año 2016.

7.4.4. Determinación de la densidad de los desechos y residuos sólidos domiciliarios.

Durante la semana de investigación del pesaje de los desechos y residuos sólidos se realizó la siguiente metodología para obtener la densidad.

Posterior a la determinación del peso de los desechos y residuos sólidos mezclados, se clasificaron de la siguiente manera:

- a. Orgánicos: Restos y cascaras de alimentos, hojas y ramas de árboles y arbustos.
- b. Residuos inorgánicos recuperables: latas de aluminio, plástico PET, material de vidrio, material férnico (chatarra), cartón seco sin impresiones, papel seco y material elaborado en base a aluminio.

- c. Desechos inorgánicos no recuperables: Papel toilet, pañales usados, retazos de tela, plástico PEAD, envoltorio de golosinas, pajillas, tetrapack, bombillas y duroport,
- d. Desechos inertes: arenas, ripio, ceniza, material de construcción y piedras.

Sobre dos yardas de nylon de polietileno, en donde se depositaron los desechos y residuos sólidos, se realizó la clasificación de los mismos. Este procedimiento se realizó por cada uno de los tipos de desechos.

Se depositaron en la caneca, se pesaron los desechos y los datos obtenidos se tabularon en la ficha técnica No. 2. (Ver anexo No. 2.2).

Seguidamente se presionaron los desechos o residuos sólidos dentro de la caneca, con el fin de liberar los espacios vacíos que puedan generarse al momento de ser depositados, se midió con una cinta métrica la altura que alcanzó, con el fin de calcular la densidad.

La ecuación utilizada para obtener el volumen de los desechos y residuos sólidos de acuerdo a la clasificación de cada vivienda es la siguiente:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde:

V: Volumen

π : 3.1416

r: radio (13.5 cm)

h: altura alcanzada por los desechos y residuos sólidos

La información obtenida se encuentra en cm^3 , por lo tanto se procedió a convertir cada uno de los datos a m^3 .

$$V_{cm^3} = \left(\frac{1 m^3}{1,000,000 cm^3} \right)$$

Se obtuvo la densidad, en la cual se utilizó la siguiente ecuación.

$$D = \frac{P}{V}$$

Donde:

D: densidad

P: Peso (Kg)

V: Volumen (*metros*³)

La ecuación se utilizó para cada uno de los datos obtenidos de cada clasificación y en cada una de las viviendas que pertenece a la muestra de ambas aldeas.

Por último se realizó un promedio general de cada clasificación que corresponde a cada aldea.

7.4.5. Composición física de los desechos y residuos sólidos domiciliarios

Durante la semana de investigación del pesaje de los desechos y residuos sólidos se realizó la siguiente metodología para obtener la composición física.

Al obtener la información del pesaje total general de las comunidades y de cada una de las clasificaciones, se puede generar una relación entre ambos datos, utilizando la siguiente ecuación.

$$CF = \frac{PTC * 100}{PT}$$

CF: Composición física

PTC: Peso total de cada clasificación
de desechos y residuos sólidos

PT: Peso total

La información obtenida en campo fue tabulada en la ficha técnica No. 3. (Ver anexo No. 2.3).

7.4.6. Propuesta para el buen manejo de los desechos y residuos sólidos

Al obtener los resultados finales de la caracterización de desechos y residuos sólidos fueron presentados al coordinador de la RNUMM, CECON-USAC, con el fin de generar varias propuestas generales que se adecuen a las recomendaciones de acción que establece el Plan Maestro del área protegida.

Con el apoyo del equipo de trabajo del área, se determinó que era necesaria la construcción de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, que se adecue al terreno comunal que está dentro de la jurisdicción de Monterrico.

Por lo tanto, con base en la información de la caracterización, se calcularon las dimensiones generales de los módulos de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, que contenga por lo mínimo: módulo de separación, cámaras de compost y campo de maduración.

7.4.6.1. Proyección de población, producción per cápita y producción de abono para el año 2036.

En Guatemala se tiene estimado un aumento de población cada año y según el Instituto Nacional de Estadística, INE, determina que por año hay un crecimiento del 2.4% de los habitantes de Guatemala, con base en ello se realizó una proyección para el año 2,036, con el fin de calcular un estimado de producción de desechos y residuos sólidos que se estarán generando y tratando durante el tiempo determinado.

Según el Perfil Ambiental de Guatemala elaborado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y ambiente, de la Universidad Rafael Landívar, existe un aumento del 0.5 Kg/Habitante/año, por lo tanto se utilizó el promedio de la PPC de Monterrico y de La Curvina para obtener un dato proyectado para el año 2,036.

Al obtener la proyección de los residuos orgánicos para el año 2036, se debe realizar una operación aritmética, entre la cantidad total de materia orgánica y el porcentaje de pérdida de masa, que según el “Manual para el compostaje individual”, elaborado por el departamento para el desarrollo sostenible de Gipuzkoa, S.F., determina que los residuos orgánicos, en el proceso de compost,

se reduce de un 70% a 80%, es decir que si se genera 100 kg de materia orgánica, se podrá obtener 20 o 30 kg de compost.

7.4.6.2. Asignación de dimensiones generales de la planta de tratamiento.

Para cada módulo que compone la propuesta de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, se relacionó, mediante un análisis dimensional la densidad de cada desecho sólido y el peso que lo compone del último año proyectado, con la finalidad de determinar cuántos metros cúbicos se necesitan para almacenar el total de kilogramos para el año 2,036; a excepción del cuarto de almacenamiento de desechos inorgánicos no recuperables, ya que se utilizó la proyección semanal del año 2,036, ya que este tipo de basura debe ser retirado semanalmente de la planta de tratamiento. Posterior a ello se realizó el diseño de los módulos de la planta de tratamiento.

VIII. Resultados

8.1. Determinación de hábitos y percepciones de los habitantes.



Figura No. 3. Porcentajes de la población con conocimiento de clasificación de los desechos y residuos sólidos.

Con base en las boletas de encuesta realizadas se puede estimar que del total de habitantes solamente el 37%, tienen la idea de cómo se debe separar los desechos y residuos sólidos, mientras que el resto de la población no tienen el conocimiento de que los residuos y desechos sólidos pueden ser separados y obtener algún nuevo producto o ganancia económica y por lo tanto incineran mezclada la basura, provocando la liberación de gases nocivos, tanto para la salud de la población como a la atmosfera.

En la figura No. 3, se evidencia que es necesaria la formulación y el diseño de métodos de concientización a las familias de ambas comunidades.

El 90% de la población menciona que los desechos y residuos sólidos son un problema que afronta su comunidad, por lo tanto se puede estimar que de los 1,560 habitantes, 1,404 pobladores, están conscientes de la problemática. (Ver figura No. 4).

Esto es una ventaja que podrá aprovechar la entidad encargada de ejecutar futuros proyectos, ya que la población mayoritaria está consciente que es necesario implementar proyectos como la construcción de una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.



Figura No.4. Porcentaje de población consciente de la problemática de los desechos y residuos sólidos.

¿Cuál es el método que utiliza para deshacerse de los residuos y desechos sólidos?

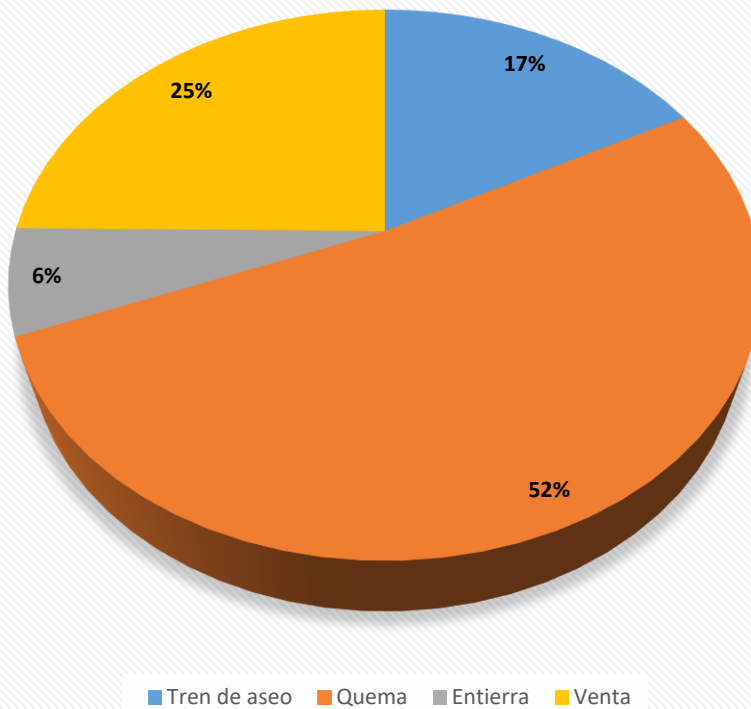


Figura No.5. Ponderación de los métodos que utiliza la población de Monterrico y La Curvina para deshacerse de los desechos y residuos sólidos.

La figura No. 5, explica que la población, a pesar que el 90% de la población está consciente de la problemática de los desechos y residuos sólidos, sigue con los métodos que perjudican el ambiente, siendo la incineración, la técnica favorita de los habitantes.

Comentan los pobladores, que las técnicas que utilizan son enseñadas por sus antecesores, por lo que se ha convertido en una costumbre y de igual manera son medios donde no se invierte mayor capital económico.

En la figura No.6, se observa el alcance que tiene el tren de aseo que transita por ambas comunidades; este se encarga principalmente de los desechos y residuos sólidos de hoteles, comercios y chalets o casas de veraneo, existe un pequeño

porcentaje (14%) que utiliza dicho servicio, mientras que el 83% de la población no lo utiliza.

Eso se debe a que el público objetivo del servicio de tren de aseo no son las viviendas, sino que los chalets, hoteles y comercios, ya que la población no posee los recursos económicos necesarios para adquirirlo.

El 3% de la población utiliza un servicio de tren de aseo local, el cual es cotizado por algunas familias por tener nexos con el administrador.

Por lo tanto, esto es un factor que favorece para que los pobladores sigan utilizando las técnicas que promuevan la contaminación ambiental de sus comunidades.



Figura No. 6. Porcentaje de alcance del tren de aseo en ambas comunidades.

8.2. Producción per cápita (PPC) de desechos y residuos sólidos de las aldeas de Monterrico y La Curvina.

Se utilizó la ecuación correspondiente para obtener la PPC y sustituyendo los datos da como resultados los siguientes:

Para obtener la PPC se utilizó la ecuación siguiente:

a. Monterrico

$$PPC = \left(\frac{1}{7}\right) * \left(\frac{\left(\frac{1220.65}{451}\right) * 1179}{1179}\right) = 0.387 \text{ Kg/habitante/día}$$

Donde:

A1: 1,220.65 Kg/semana

B1: 451 habitantes de la muestra

P1: 1,179 habitantes total de
Monterrico para el año 2016.

b. La Curvina

$$PPC = \left(\frac{1}{7}\right) * \left(\frac{\left(\frac{766.33}{282}\right) * 381}{381}\right) = 0.388 \text{ Kg/habitante/día}$$

A1: 766.33 Kg/semana

B1: 282 habitantes de la muestra

P1: 381 habitantes total de La Curvina
para el año 2016.

Cuadro No. 3. Resultados de PPC

Aldea	PPC (Kg/habitante/Día
Monterrico	0.387
La Curvina	0.388
Promedio	0.3875

Con una producción de 0.3875 kg/habitante/día se está produciendo actualmente 604.50 kg/día de desechos y residuos sólidos, dando un total de 220,6442.5 kg/año (220.64 Toneladas/año).

Por lo tanto, si se continúa con los mismos hábitos y costumbres, se estará incinerando más del 70% de los desechos y residuos sólidos, generando grandes cargas de contaminación a la atmósfera, degradación de los suelos, nuevos basureros clandestinos, contaminación de las aguas superficiales del Canal de Chiquimulilla y de las playas vecinas.

8.3. Densidad de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de la aldea de Monterrico y La Curvina

En el cuadro No. 4, se visualiza la densidad de cada uno de las clasificaciones de los desechos y residuos sólidos, siendo los que más abundan los de material orgánico y los de menor cantidad el papel bond, cartón y el material inerte.

Cuadro No. 4. Densidad de los desechos y residuos sólidos de las aldeas de Monterrico y La Curvina

Tipo de desecho o residuos	Características	Monterrico Kg/m³	La Curvina Kg/m³
Orgánico	Restos de alimentos, cascara de frutas y verduras, podas de árboles y arbustos.	220.56	162.51
Recuperable	Vidrio	16.12	2.01
	Plástico PET	34.33	4.28
	Lata de aluminio	17.56	2.19
	Chatarra	14.84	1.85
	Papel	1.36	0.17
	Cartón	9.38	2.35
No recuperable	Bolsas de plástico mojadas, cartón con impresos derivados del petróleo, pañales usados, toallas sanitarias, baterías de litio.	124.68	40.97
Inerte	Arena, piedras, restos de construcción	31.64	1.31

Con estos resultados se genera información para el diseño de propuestas de manejo de desechos y residuos sólidos a realizar, ya que determina las

dimensiones físicas necesarias para poder almacenarlos, por lo tanto la densidad es la base para la formulación y diseño de propuestas como: centros de acopio, plantas de tratamiento y cámaras de compost.

8.4. Características físicas de los desechos y residuos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina

En la figura No. 7, se presenta el consolidado de las características físicas de los desechos y residuos sólidos de ambas comunidades, en donde se evidencia que los materiales orgánicos predomina, estos están compuestos principalmente por hojas de árboles, arbustos, podas y restos de alimentos; esto se debe a que los hogares poseen espacios de área verde, los cuales sufren una limpieza constante.

Al igual demuestra que dentro de las jurisdicciones no existe una normativa que regule la venta y compra de material inorgánico no recuperable, provocando que los pobladores tengan libertad de consumo en este tipo de producto, los cuales son los que perjudican con mayor gravedad el ambiente al momento de ser desechados.

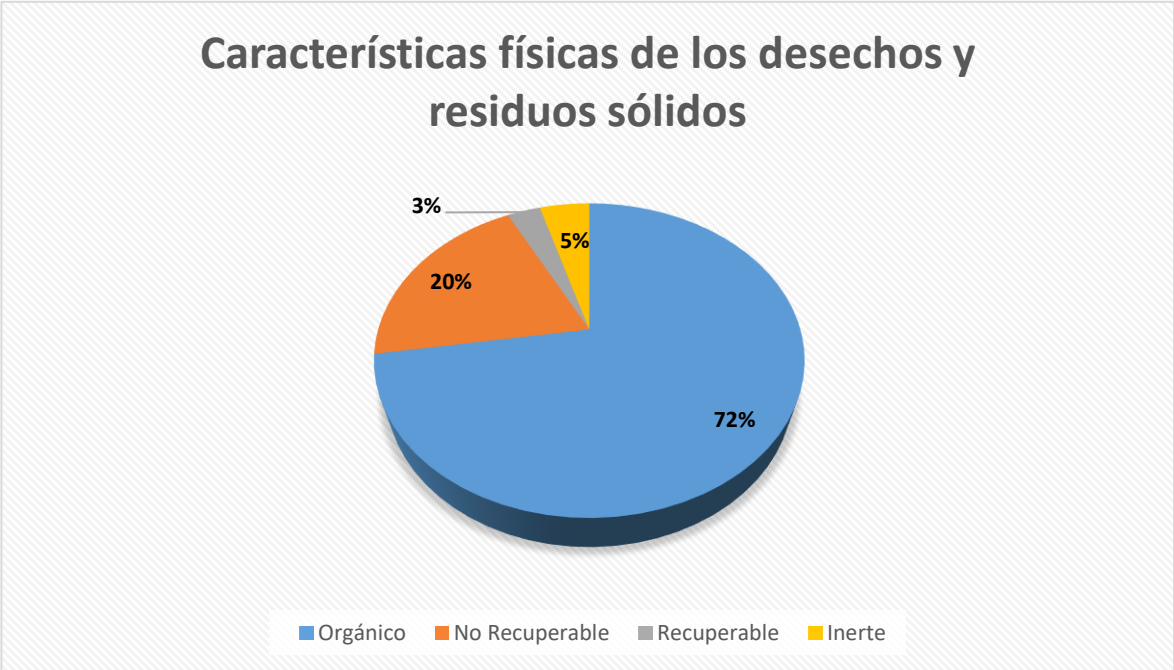


Figura No. 7. Porcentaje de las características físicas de los desechos y residuos sólidos de las comunidades.

Por lo tanto se estima que ambas comunidades, de los 220,642.5 kg que se producen al año, un total de 158,862.60 kg/año son de material orgánico, un 44,128.50 kg/año son de material no recuperable, un total de 11,032.13 kg/año de material inerte y 6,619.28 kg/año son residuos recuperables. (Ver anexo No. 4, cuadro No. 18).

La figura No. 8 explica cómo se desenvuelve el consumo de productos inorgánicos recuperables, en donde predominan productos envasados con plástico PET, pero al no existir un mercado cercano que se dedique a la compra o adquisición de este producto, son desechados con el resto de los desechos sólidos, desaprovechándose la utilidad que se le pueda dar a este tipo de material.

El vidrio, la chatarra y el aluminio no presentan problema de contaminación en las aldeas, ya que al existir mercados locales que adquieren este producto no son desechados.

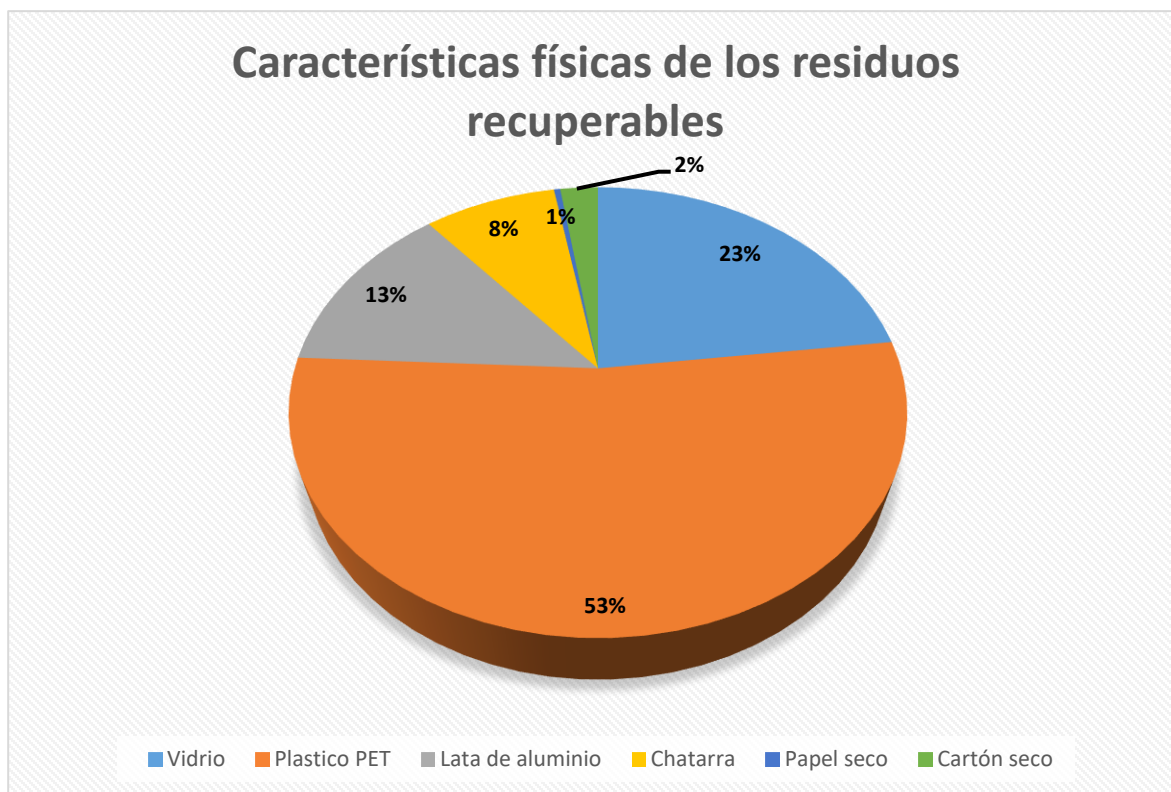


Figura No. 8. Características físicas de los residuos recuperables de las comunidades.

En términos de producción, se determina que de los 6,619.28 kg/año, se puede estimar que se producirá un total de 3,508.22 kg/año de plástico PET; 1522.43 kg/año de vidrio mezclado; 860.51 kg/año de latas de aluminio; 529.54 kg/año de chatarra; 132.39 kg de cartón seco y 66.19 kg/año de papel bond.

Por lo tanto se puede determinar que con el 72% de residuos orgánicos que se producen en las viviendas se puede transformar en abono orgánico, el 3% de los residuos recuperables puede ser clasificados y disponerse a la venta en centros de acopio específicos, los desechos no recuperables e inertes deben ser trasladados a un vertedero municipal autorizado por el MARN más cercano.

8.5. Proyección poblacional y de producción de desechos y residuos sólidos para el año 2036

En el cuadro No. 6, se aprecia el crecimiento poblacional y el aumento de la producción de desechos y residuos sólidos que se estará generando en ambas comunidades de la reserva natural de usos múltiples de Monterrico, esto es una amenaza que se debe tomar en cuenta, ya que por año se incrementa la población y por lo tanto la producción de la basura; es por ello que se realizó una proyección poblacional y de producción de desechos y residuos sólidos.

Según el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, INE, en el documento titulado como “Caracterización de la república de Guatemala”, 2011, el crecimiento poblacional de Guatemala tiende a incrementar anualmente el 2.4% de habitantes a nivel nacional.

Y como lo determina el documento “Perfil Ambiental de Guatemala”, elaborado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de Guatemala, de la Universidad Rafael Landívar, (IARNA) en el año 2005, la producción per cápita aumenta anualmente 0.05 kg/habitante, por lo que se ha realizado una proyección para el año 2036, obteniendo como resultado de 1.39 kg/hab/día.

Con las proyecciones de aumento de la población, la producción de desechos y residuos sólidos domiciliarios, se puede determinar que para el año 2036 se contará con la presencia de 2,507 habitantes y con una producción per cápita de

1.39 kg/hab/día, por lo que se producirá un total de 3,484.73 kg/día (3.48 toneladas/días), 107,824.74 kg/mensual (107.82 toneladas/mensual) y un total de 1, 269,549.35 kg/anual (1,269.49.35 toneladas/mensuales). (Ver Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Proyección de crecimiento poblacional y producción de desechos y residuos sólidos

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensual		Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual	
			Kg	Ton	Kg	Ton
2016	1,560	0.3875	18,739.50	18.74	220,642.50	220.64
2036	2,507	1.39	107,824.74	107.82	1,269,549.35	1,269.55

Es importante inferir que con el crecimiento poblacional y la disminución de terrenos para la incineración, los habitantes empezarán a buscar nuevas técnicas para poder deshacerse de sus desperdicios, provocando que ocurra un incremento de basureros clandestinos en las playas, en el canal de Chiquimulilla o en el área urbana de cada comunidad.

La contaminación por el inadecuado manejo de los desechos y residuos sólidos provocarán que estos lugares pierdan de manera parcial o total sus atractivos turísticos, generando pérdidas económicas, afectando principalmente a los habitantes de las comunidades en estudio y a las aledañas y por ende los arbitrios municipales.

El cuadro No. 6, presenta las proyecciones de generación de los desechos y residuos sólidos para el año 2036, por parte de las comunidades de Monterrico y La Curvina, en donde se estima que existe un aumento del 500% de los desechos y residuos sólidos, creando una fuerte contaminación por la quema de más del 65% de los desechos y residuos sólidos. (Ver las proyecciones completas en anexos No. 4, en el cuadro No. 11).

Cuadro No. 6. Proyección de producción de desechos y residuos sólidos.

Tipo de residuo	Año 2016				Año 2036			
	Kg/mes	Ton/mes	Kg/año	Ton/Año	Kg/mes	Ton/mes	Kg/año	Ton/año
Orgánico	13,492	13.49	158,862	158.862	77,633	77.63	914,075	914.07
Inorgánico no recuperable	3,747	3.74	44,128	44.12	21,564	21.54	253,909	253.90
Inerte	936	0.93	11,032	11.03	5,391	5.39	63,477.	63.47

En el cuadro No. 7, se determina la generación de los residuos recuperables para el año 2,036, siendo los envases de plásticos PET los de mayor producción, del cual se producen 1,714.41 kg/ mensual (1.17 Ton/mensual), generando anualmente 20,185.83 kg/anuales (20.19 Ton/anual). (Ver las proyecciones completas ver en anexos No. 4, cuadro No. 19)

Cuadro No. 7. Proyección de producción de residuos recuperables.

Tipo de residuo	Año 2016		Año 2036	
	Kg/mes	Kg/año	Kg/mes	Kg/año
Plástico PET	297.96	3,508.22	1,714.41	20,185.83
Vidrio	129.30	743.99	1,522.43	8,759.89
Latas de aluminio	73.08	860.51	420.52	4,951.24
Chatarra	44.9748	529.54	258.78	3046.92
Cartón	11.24	132.39	64.69	761.73
Papel	5.62	66.19	32.35	380.86

Para el año 2016 se estará generando un total de 18,739.50 Kg de desechos y residuos sólidos, del cual el 72% es orgánico (13,492.44Kg), y por la reducción

de masa debido a la descomposición de la materia orgánica, solo el 30% es transformado en abono, siendo un total de 4,047.73 Kg/mensual de compost y un total anual de 47,658.78 kg., como se puede apreciar en el cuadro No. 8

Cuadro No. 8. Proyección de producción de compost

Tipo de residuo	Año 2016		Año 2036	
	Kg/mensual	Kg/año	Kg/mensual	Kg/año
Compost	4,047.73	47,658.78	23,290.14	274,222.66

Para el año 2036 se determina que se generará un total de 1,269,549.35 kg/anual de desechos y residuos sólidos, del cual 914,075.53 kg son residuos orgánicos, produciendo un total de 274,222.66 Kg de abono que puede ser utilizado en áreas verdes o para su venta. (Ver las proyecciones completas en el anexo No. 4, cuadro No. 20).

8.6. Propuesta para la gestión de los desechos y residuos sólidos

Según la información expuesta anteriormente y para el buen manejo de los desechos y residuos sólidos que se generan en las comunidades de Monterrico y La Curvina, se propone diseñar una planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos, que contenga los módulos que se encuentran detallados en el cuadro No. 9.

Cuadro No. 9. Módulos y dimensiones de la planta de tratamiento de desechos y residuo sólidos.

Módulo	Dimensiones (Ancho/Largo/Altura)
Módulo de clasificación	13.30m X 23.85m x 5m
Cámaras de compost	11.45m x 10.60m x 3.5m
Campo de maduración	5 m x 5.5 m x 4m

Cuadro No. 10. Espacios específicos y dimensiones del módulo de clasificación.

Área	Dimensiones (Ancho/Largo/Altura)
Cuarto de almacenamiento de plástico PET	3.5m x 4 m x 4m
Cuarto de almacenamiento de vidrio	3.5m x 3.5 m x 4m
Cuarto de almacenamiento de latas de aluminio	2.5 m x 2.5 m x 4
Cuarto de chatarra	2 m x 2.5 m x 4
Cuarto de almacenamiento de cartón seco	1.5 m x 1.5 m x 4
Cuarto de almacenamiento de papel seco	2.5 m x 1.5 m x 4 m
Cuarto de almacenamiento de material inorgánico	5.5 m x 5.5 m x 4 m
Área de carga y descarga	2.5 m x 9.5 m x 4 m

Las dimensiones de la Planta de Tratamiento que describe los cuadros No. 10 y 11, se obtuvieron con base en la relación entre la densidad y el peso total que recibirá la planta de tratamiento para el año 2036; para el cuarto de material inorgánico no recuperable, se utilizó la proyección semanal del año 2036.

8.6.1 Planta de separación y clasificación

La planta de clasificación de desechos y residuos sólidos está compuesto por:

- Área de clasificación;
- Cuartos específicos para los residuos inorgánicos recuperables;
- Zona de almacenamiento de desechos inorgánicos no recuperables;
- Área de descarga y de carga.

En anexo No. 5, figura No. 11, se puede visualizar el plano general de ubicación de los distintos recintos que tendrá la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.

8.6.1.1 Planta de clasificación

Esta sección está constituida por dos planchas de concreto de 3 metros de ancho por 3.5 metros de largo (10.5 m^2) y una altura de 1.50 metros, el cual estará recibiendo un total de desechos y residuos sólidos para el año 2036 de 3.6 toneladas diarias de desechos sólidos. Ver anexo No. 5, figura No. 12.

8.6.1.2 Cuartos específicos para los residuos inorgánicos recuperables

Cada uno de los siguientes cuartos de almacenamiento para los distintos residuos recuperables está propuesto para almacenar mensualmente los residuos para su posterior venta.

Cuarto de almacenamiento para vidrio: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de vidrio son de 47.83 m^3 de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 3.5 metros de largo, 3.5 metros de ancho y 4 metros de alto ($3.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$).

Cuarto de almacenamiento para plástico PET: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de plástico PET son de 51.75 m^3 de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 4 metros de largo, 3.5 metros de ancho y 4 metros de alto ($4 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$).

Cuarto de almacenamiento para latas de aluminio: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de latas de aluminio son de 24.8 m^3 de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 2.5 metros de largo, 2.5 metros de ancho y 4 metros de alto ($2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$).

Cuarto de almacenamiento para papel seco: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de papel son de 33.53 Kg, dando un total de 24.65 m^3 de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 2.5 metros de largo, 2.5 metros de ancho y 4 metros de alto ($2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$).

Cuarto de almacenamiento para cartón seco: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de cartón seco son de 67.05 Kg, dando un total de 4.52 m³ de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 1.5 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 4 metros de alto (1.5 m X 1.5 m X 4 m).

Cuarto de almacenamiento para chatarra: las dimensiones para el cuarto de almacenamiento de chatarra son de 18.07 m³ de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 2.5 metros de largo, 2 metros de ancho y 4 metros de alto (2.5 m X 2 m X 4 m).

8.6.1.3 Zona de almacenamiento de desechos inorgánicos no recuperables

La zona de almacenamiento para los desechos inorgánicos no recuperables está diseñado para poder mantener por una semana los desperdicios que no tienen algún aprovechamiento y ser transportados a un vertedero que posea una licencia otorgada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

De igual manera que los cuartos de almacenamiento para los residuos inorgánicos recuperables, para obtener la dimensión del mismo se basó en la densidad obtenida, siendo de 124.68 Kg/m³, y el peso derivado de la proyección semanal del año 2036, siendo de 5,021 Kg, dando un total de 40.27 m³ de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda una dimensión de 5.5 metros de largo, 5.5 metros de ancho y 4 metros de altura (5.5 m X 5.5 m X 4 m).

8.6.1.4 Área de carga y descarga.

Para determinar la dimensión de esta área, se determinó que era necesario tener un espacio que permitiera a los automotores descargar y cargar, por lo que se recomienda 9.5 metros de largo y 2.5 metros de anchura para el área de descarga, este debe estar enlazado con los límites del área de clasificación.

Para el área de carga se recomienda un espacio de 3.5 metros de largo por 5 metros de ancho, esta sección debe poseer un ingreso de 3.5 metros, de los 5 metros de ancho, dentro de la planta de clasificación, con el fin de tener una mayor facilidad de carga.

En el anexo No. 5, figura No. 10 se observa el plano amueblado de la planta de clasificación.

8.6.2. Cámaras de compost.

Los residuos orgánicos por constituir el 72% de los desechos y residuos sólidos que se producen en las viviendas del sector playa de la reserva natural de usos múltiples de Monterrico, es importante poseer un área específica para el aprovechamiento de este tipo de materia, por lo que se proponen 8 cámaras de compost y un campo de maduración, el cual estará conformado por tres fases:

- Fase A: es la etapa donde se inicia la generación de compost, ya que durante un mes se debe tener un continuo almacenamiento de todos los residuos orgánicos provenientes de las viviendas; al cumplir el mes se debe de sellar la compostera por tres meses consecutivos, al cumplir el tiempo se debe de trasladar a la fase B.
- Fase B: En la etapa B es donde se recibe la materia orgánica proveniente de las cámaras de la etapa A, al finalizar de abastecer la cámara, esta debe de cerrarse por tres meses consecutivos, al cumplirse el tiempo estimado se debe de trasladar al campo de maduración..
- Campo de maduración: es el destino final del proceso del compost, ya que se obtiene un compost maduro listo para ser comercializado o ser utilizado en áreas verdes de la planta de aprovechamiento o en zonas dirigidas a la recuperación del suelo.

La función de las cámaras de compost de la fase A es recibir durante un mes la materia orgánica proveniente de las viviendas, para luego mantenerla durante 3 meses en un estado de descomposición aeróbica y al finalizar el tiempo ser trasladado a las cámaras de compost de la fase B, en la cual se deben de almacenar 3 meses consecutivos, para completar un ciclo de 6 meses.

Estas deben de poseer cuatro cámaras de compost, las dimensiones para cada una son de 364.8 m³ de espacio. Por lo que se recomienda que estas posean las siguientes dimensiones, 11 metros de largo, 10 metros de ancho y 3.5 metros de alto (11 m X 10 m X 3.5 m). (Ver anexo No. 5, figura No. 13).

8.6.3. Campo de maduración

El campo de maduración es la etapa final que atraviesa la materia orgánica que proviene de las viviendas del sector playa, luego de estar por 6 meses en un estado de descomposición aeróbica, se obtiene un abono orgánico, listo para ser utilizado en áreas verdes o para su venta.

Las dimensiones necesarias para el campo de maduración deben de estar con base a la producción de compost del último año de vida de la planta de aprovechamiento 24,139 Kg (ver cuadro No. 9) y la densidad que poseen los residuos orgánicos (220.56 Kg/m³) dando un total de (109.46 m³) de espacio que requiere el mismo, por lo que se recomienda 5.5 metros de largo, 5 metros de ancho y 4 metros de altura. Esta debe de estar situada a un costado de las cámaras de compost de la fase B, con el fin de facilitar el traslado del mismo. Este debe poseer techo y un perímetro que puede no estar constituido por paredes. (Ver anexo No. 5, figura No. 14).

8.6.4 Planta administrativa.

La planta administrativa tendrá como función ser el área de oficinas administrativas, donde se deben de contemplar cuartos específicos para cada uno de los funcionarios superiores que laborarán dentro de la planta de aprovechamiento.

El diseño de la planta administrativa que está estipulado en los planos del centro de acopio, fue elaborado por el estudiante de EPS de Arquitectura de la primera cohorte 2015 de EPSUM que realizó su práctica en la RNUMM, CECON-USAC, ha sido tomado como base para la propuesta de la planta de aprovechamiento. (Ver anexo No. 5, figura No. 15).

8.6.5 Planta de servicios

Es el área donde los trabajadores pueden acudir para realizar las actividades de sanitarios e higiene personal.

El diseño de la planta de servicios que está estipulado en los planos del centro de acopio, fue elaborado por el estudiante de EPS de Arquitectura de la primera cohorte 2015 de EPSUM que ejerció su práctica en la RNUMM, CECON-USAC, ha sido tomado como base para la propuesta de la planta de aprovechamiento. (Ver anexo No.5, figura No. 16).

8.6.6 Fosa séptica

Según Gálvez, J. (2015) de la facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, una fosa séptica es un sistema de disposición de excretas con arrastres de agua y tiene la aplicación en zonas que cuentan con redes generales de agua potable, pero que carecen de red de alcantarillado.

Las zonas urbanas del área protegida carecen de un sistema de drenaje y por lo tanto un tratamiento a las mismas, por lo que el sistema que se utiliza en las áreas residenciales, comerciales y hoteleras son las fosas sépticas.

Por lo que se propone la construcción de una fosa séptica para el tratamiento de las aguas residuales que puedan ser generadas en los sanitarios, en el mantenimiento y limpieza de la planta de clasificación y cámaras de compost y de igual manera el tratamiento de los lixiviados que se generarán en las mismas.

Por lo tanto la fosa séptica debe estar constituida principalmente de las siguientes fases:

- Tanque séptico: para los sólidos sedimentables, creando una pequeña capa de lodo que debe de ser retirada periódicamente.
- Tanque clarificador: deja introducir agua con mayor claridad y con partículas suspendidas, estas por ser muy livianas se mantienen en la parte superior del agua residual; en este apartado tiene la salida del agua en la parte inferior,

permitiendo que solo pueda ingresar líquido con una reducción de las partículas en suspensión.

- Tanque de evacuación: es el conductor que dirige el agua al campo de infiltración.
- Campo de infiltración: disposición final de las aguas tratadas a campo abierto.

IX. CONCLUSIONES

1. La producción per cápita de la comunidad de Monterrico es de 0.387 Kg/hab/día y con una población de 1,179 habitantes estimándose una producción de 456.86 Kg/día de desechos y residuos sólidos.
2. La producción per cápita de la comunidad de La Curvina, es de 0.388 kg/hab/día y con una población de 381 habitantes. Se estima una producción de 147.64 kg/día de desechos y residuos sólidos
3. El consolidado de la PPC de ambas comunidades es de 0.3875 kg/hab/día, con una población total de 1,560 habitantes, y se estima una producción de 604.5 kg/día de desechos y residuos sólidos.
4. La densidad de los desechos y residuos sólidos generados en la comunidad de Monterrico es de 220.56 Kg/m³ para los residuos orgánicos; 93.19 Kg/m³ para los residuos inorgánicos recuperables; 124.66 Kg/m³ para los desechos inorgánicos no recuperables y un total 31.64 Kg/m³ de material inerte.
5. La densidad de los desechos y residuos sólidos generados en la comunidad de La Curvina es de 162.51 Kg/m³ para los residuos orgánicos; 12.85 Kg/m³ de residuos inorgánicos recuperables; 40.97 Kg/m³ para los desechos inorgánicos y un total 1.31. Kg/m³ de material inerte.
6. Las características físicas de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de ambas comunidades están constituidas por un 72% los residuos orgánicos (podas, limpieza de áreas verdes y restos de alimentos), un 20% los desechos inorgánicos no recuperables (duroport, tetrapack, cubiertos desechables, pañales, telas, embalajes de alimentos), un 4% de desechos inertes (arena y piedras) y un 3% de material recuperable (botellas plásticas, botellas de vidrio, papel bond seco, cartón seco, latas de aluminio y chatarra).

7. Del 100% de material recuperable se deriva un 53% envases PET; 23% de vidrio mixto; 13% de latas de aluminio; 8% por residuos férricos o considerados como chatarras; 2% por cartón seco y un 1% por papel seco.
8. El 75% del material producido en el área domiciliar de las comunidades de Monterrico y La Curvina, tienen potencial para ser aprovechados, mediante la producción de abono orgánico, con base al 72% de los residuos orgánicos y el reciclaje o venta de los residuos inorgánicos recuperables.
9. Las dimensiones utilizadas para cada módulo y accesorio que incluye la planta de tratamiento, se basó en la densidad obtenida en la comunidad de Monterrico, por ser la más alta de ambas y así obtener una infraestructura que soporte densidades máximas.
10. La planta de tratamiento que se propone para el manejo adecuado de los desechos y residuos sólidos domiciliarios de Monterrico y La Curvina, contiene un módulo de clasificación, cuartos de almacenamiento temporal para los residuos inorgánicos recuperables, y para el material inorgánico no recuperable, cámaras de compostaje, un campo de maduración, así como una fosa séptica para el tratamiento de las aguas residuales.

X. RECOMENDACIONES

- 1.** El éxito de la propuesta de la planta de aprovechamiento de los desechos y residuos sólidos radica en torno a la sensibilización inicial que se le realice a los habitantes de las comunidades, por lo tanto es conveniente que autoridades municipales, COCODES, CECON y actores claves puedan unir esfuerzos y formular un programa de sensibilización, donde se detalle los beneficios ambientales, sociales y económicos que puede implicar participar en el proyecto de la planta de aprovechamiento.
- 2.** Realizar una serie de capacitaciones de “Construcción de aboneras familiares y producción de abonos” dirigidas a los pobladores de las comunidades.
- 3.** Diseñar una política municipal donde se promueva campañas de incentivos, dirigida principalmente a los comercios locales de las comunidades de la reserva natural de Monterrico, con el fin de la promover la reducción del uso de materiales no recuperables, como por ejemplo, las bolsas plásticas, envases plásticos, recipientes de duroport y envases de tetrapack.
- 4.** Realizar jornadas de educación ambiental en los diferentes establecimientos educativos, que se encuentren dentro de la reserva natural, en donde se permita educar a los estudiantes sobre la problemática generada por los desechos y residuos sólidos y como se puede combatir.
- 5.** Motivar e incentivar a los pobladores de las comunidades a no adquirir productos con material inorgánico difícil de degradar; mediante afiches, pancartas, actividades de recreación y charlas a grupos sociales activos específicos del área.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Caro Vera, C.; Solarno Cornejo, D. 2009. Gestión ambiental de residuos sólidos en instituciones educativas. Lima, Perú
2. Colombia. Leyes. Decretos. 2002. Decreto 1713-2002. Ley 99-93: Gestión integral de los desechos sólidos. (En línea) Consultado: 4 de mayo 2016. Disponible en:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>
3. Contreras, C. 2006. Manejo integral de aspectos ambientales-residuos sólidos. (En línea). Consultado: 4 de mayo 2016. Disponible en:
http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf
4. Cruz S., JR. de la. Junio de 1976. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Guatemala. Instituto Nacional Forestal.
5. Departamento para el Desarrollo Sostenible –DDS-. S.f. Manual para el compostaje. (En línea). Consultado 11 de mayo 2016. Disponible en:
http://www4.gipuzkoa.net/medioambiente/compostaje/down/manual_compostaje.pdf
6. Díaz, V.; López, H. 2014. Fosas sépticas, dimensionamiento, diseño y cálculo. (En línea). Consultado fecha 25 de mayo 2016. Disponible en:
<http://farusacremoto.blogspot.com/2014/03/fosas-septicas-dimensionamiento-diseno.html>
7. Duarte, F. Agosto de 2008. Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta

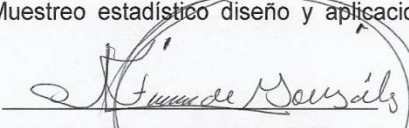
- para relleno sanitario. Tesis escuela de Ingeniería Industrial. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
8. Enríquez, T. Mayo del 2009. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Tesis Ingeniería Civil. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
 9. Gálvez, J. 2015. Planta de clasificación de desechos sólidos, Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. EPS. Carrera de Arquitectura. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura.
 10. Gálvez, J.; Roque, F.; Fonseca, C.; Sánchez, G.; Riz, L. 2015. Censo poblacional de la aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. EPS de Arquitectura, Trabajo social, Agronomía, Acuicultura. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Equipo Multidisciplinario.
 11. González, J.; Martínez, M. 2016. Diagnóstico comunitario de la aldea La Curvina. Santa Rosa, Guatemala. EPS de Ingeniería en gestión ambiental local y trabajo social. Universidad de San Carlos de Guatemala.
 12. González, R. 2016. Hechos históricos del grupo GANARM (entrevista). Monterrico, GT. Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.
 13. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. 1991. Metodología de la investigación. Iztapalapa, México.
 14. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH-. S.F. Isotermas de temperatura máxima promedio anual. (En línea). Consultado el 20 de junio 2017. Disponible en:

http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climatologico/t-mx-prom.jpg

- 15.** Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INISVUMEH-. S.F. Isotermas de temperatura mínima promedio anual. (En línea). Consultado el 20 de junio 2017. Disponible en:
http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climatologico/t-mn-prom.jpg
- 16.** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA. 2002. Mapa de clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala.(En línea). Consultado el 24 de julio 2017. Disponible en:
http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/maps/nac/250/ambientales/suelos/clasificacion_reconocimiento_de_suelos.pdf
- 17.** Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. MARN. 2005. Indicadores ambientales municipales. Guatemala, Guatemala.
- 18.** Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, MECED. s.f. Anexos 3: Programas arquitectónico. (En línea). Consultado fecha: 25 de junio del 2016. Disponible en: https://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/museos/mc/pm/pm/anexos/programas2_2.pdf
- 19.** Quiñonez, S. Febrero de 2015. Conceptos generales de desechos sólidos. Guatemala, Guatemala.
- 20.** Ramos, H. 2009. Propuesta para el manejo de los desechos sólidos residenciales generados en el área urbana del municipio de San Pedro

Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Tesis de Ingeniería Mecánica Industrial. Guatemala, Guatemala. Facultad de Ingeniería.

21. Roque, F. 2015. Delimitación, vértices y aldeas de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Taxisco, Santa Rosa, Guatemala.
22. Salkind, N. 1999. Métodos de investigación. México D.F. Edit. Prentice Hall.
23. Sepúlveda, F. 29 de abril 2010. Manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos derivados de la actividad agropecuaria en el Valle de Azpa, en la región Arica y Parinacota, Chile. (En línea). Consultado: 15 de mayo 2016. Disponible en: http://platina.inia.cl/ururi/docs/proyecto7/seminario_1/c_FabiolaSepulveda.pdf
24. Sigüenza, R.; Ruíz, J. 1999. Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Santa Rosa, Guatemala.
25. Silvia, L. 1993. Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Madrid. España.
26. Simmons, C.S.; Tárano T., J.M.; Pinto, Z., J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, Guatemala. Edit. José de Pineda Ibarra.
27. Universidad Rafael Landívar. URL. Agosto de 2003. Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala. Guatemala, Guatemala.
28. Vivanco, M. 2005. Muestreo estadístico diseño y aplicaciones. Santiago de Chile, Chile.

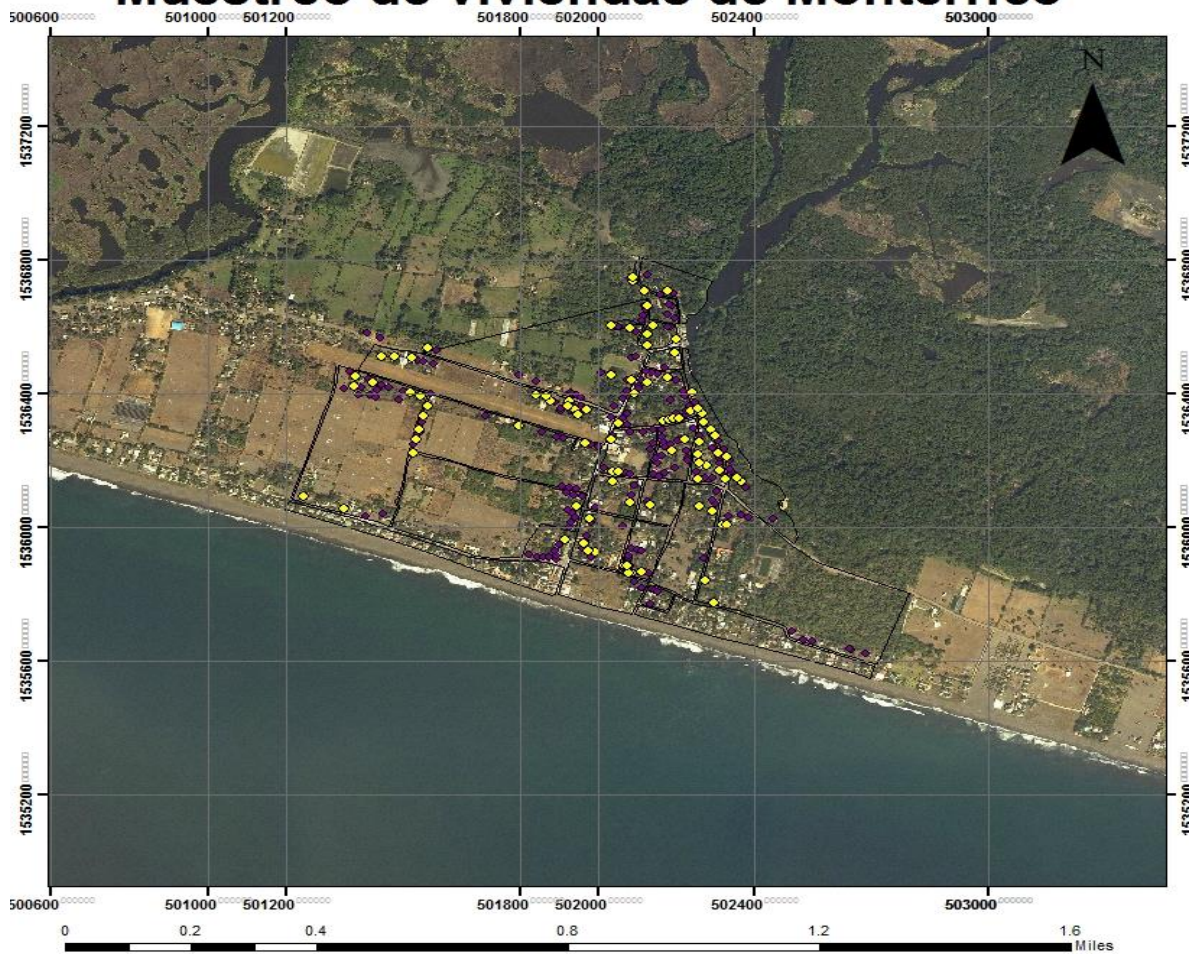

Vo. Bo. Ana Teresa Cap Yes de González
Bibliotecaria CUNSUROC



XII. Anexos

12.1. Anexo No. 1: Mapas.

Muestreo de viviendas de Monterrico



1:13,990

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Sur-Occidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico
Ejercicio Profesional Supervisado
Proyección GTM
DATUM WGS84



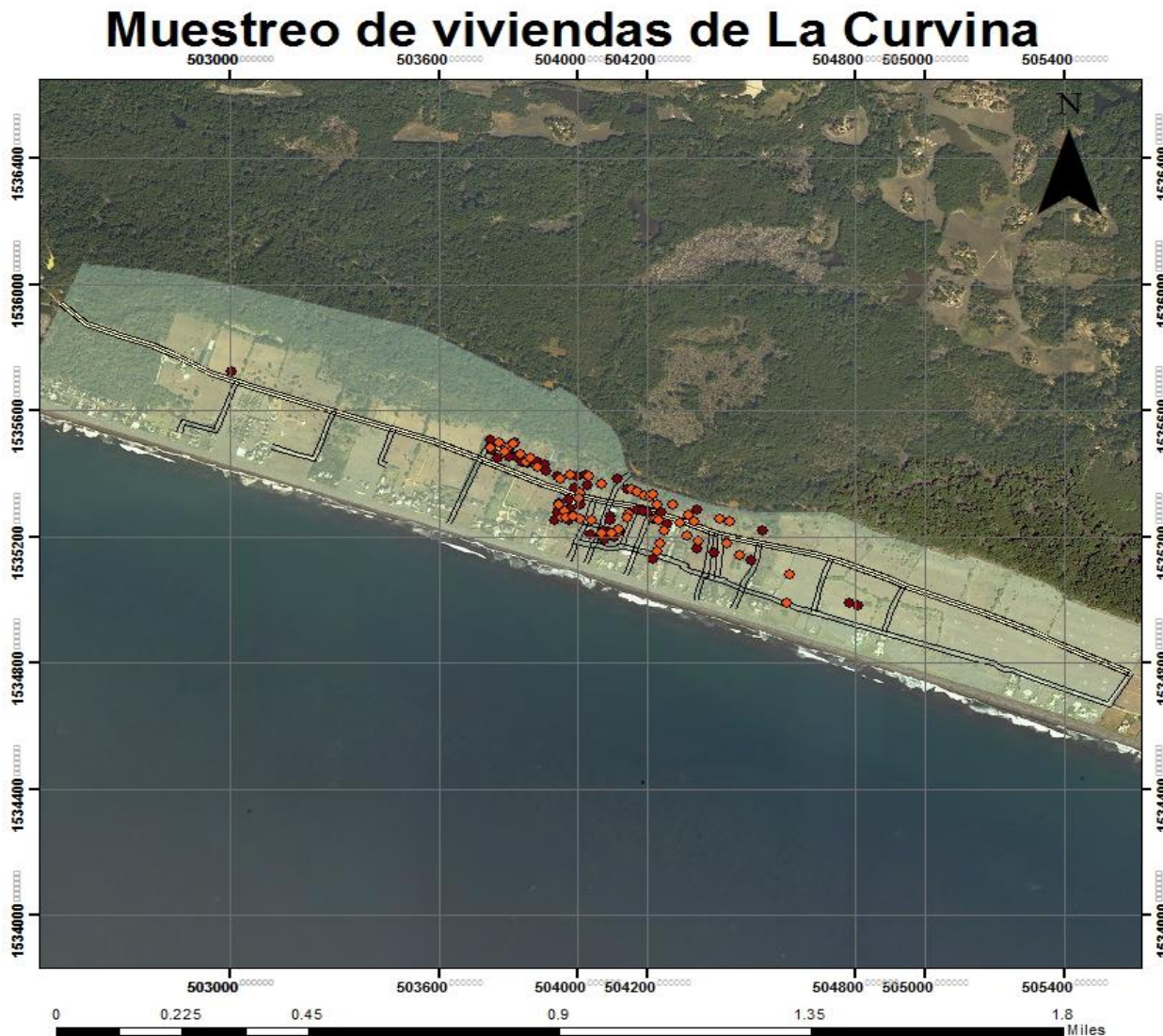
Leyenda

- ◊ Viviendas muestreadas Monterrico
- ◆ Viviendas Monterrico
- Calles Monterrico



Figura No. 9. Mapa de ubicación del total de viviendas y de la muestra de viviendas de Monterrico.

Nota: Con base a las capas raster del IGN-INAB.



1:15,500



Leyenda

- Viviendas censadas (77)
- Callejones
- === Calle principal
- ▭ Casco urbano La Curvina
- Viviendas muestreadas de La Curvina



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario del Sur-Occidente
 Ingeniería en Gestión Ambiental Local
 Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico
 Ejercicio Profesional Supervisado
 Proyección GTM
 DATUM WGS84



Figura No. 10. Mapa de ubicación del total de viviendas y de la muestra de viviendas de La Curvina.

Nota: Con base a las capas raster del IGN-INAB.

12.2. Anexo No. 2: Boleta de encuesta emitida a la muestra de ambas comunidades.

**Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-
Ingeniería en Gestión Ambiental Local –IGAL-
Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico –RNUMM-
Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-
Viviendas Monterrico y La Curvina**

Encuesta

Código de vivienda: _____

Nombre: _____

1) ¿Cuántas personas viven en su domicilio?

2) ¿Sabe cómo se debe separar los desechos sólidos?

Sí

No

Especifique: _____

3) ¿Cree que los desechos y residuos sólidos son un problema en su comunidad?

Sí

No

4) ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar su basura?

5) ¿Cuál es el método que utiliza para deshacerse de sus residuos orgánicos? (restos de comida, hojas de árboles o arbustos, cascaras de frutas, verduras y huevos)

TREN DE ASEO

QUEMA

ENTIERRO

VENTA

Observaciones: _____

6) ¿Cuál es el método que utiliza para deshacerse de sus residuos recuperables? (botellas, latas, botellas de vidrio)

TREN DE ASEO

QUEMA

ENTIERRO

VENTA

Observaciones: _____

7) ¿Cuál es el método que utiliza para deshacerse de sus desechos no recuperables? (papel mojado, bolsas plásticas, bolsas de golosinas, cartón con impresos, utensilios de duroport y de plástico)

TREN DE ASEO

QUEMA

ENTIERRO

VENTA

Observaciones: _____

SI UTILIZA EL TREN DE ASEO RESPONDER LA SIGUIENTES PREGUNTAS

8) ¿Qué tipo de servicio utiliza?

Público

Privado

9) Cuánto le cobra mensualmente por el servicio?

Q.5.00	Q10.00	Q15.00	Q20.00	Q25.00	Q30.00	Q35.00	Q40.00	Q45.00	Q50.00

10) ¿Cuántas veces por semana pasa el tren de aseo en su vivienda?

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

11) ¿Sabe el destino final de sus desechos sólidos?

Sí

No

Si su respuesta es positiva, ¿Dónde?: _____

12) ¿Estaría dispuesto a cancelar un servicio de tren de aseo?

Sí

No

Si su respuesta es positiva ¿Cuánto?

Q.5.00	Q10.00	Q15.00	Q20.00	Q25.00	Q30.00	Q35.00	Q40.00	Q45.00	Q50.00

13) ¿Cada cuánto quema sus desechos sólidos?

1 vez a la semana	2 veces a la semana	3 veces a la semana	4 veces a la semana	5 veces a la semana	Toda la semana

14) ¿Sabe si hay algún basurero clandestino en su comunidad?

Sí

No

15) ¿Le gustaría aprender a elaborar abono orgánico con base a sus desechos sólidos?

Sí

No

12.3. Anexo No. 3: Fichas técnicas.

FICHA TÉCNICA NO. 1
Producción Per Cápita.

PRODUCCIÓN PER CÁPITA MONTERRICO / LA CURVINA.								
	Días							
Código de vivienda	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL

Cuadro No. 11. Ficha técnica 1.

FICHA TÉCNICA NO. 2
Densidad de los desechos y residuos sólidos

DENSIDAD DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS DE MONTEERRICO / LA CURVINA					
CÓDIGO DE VIVIENDA					
DATOS					
Tipo de desecho o residuo	Área del recipiente	Altura de alcance	Volumen	Densidad	Peso
Orgánico					
Inorgánico Recuperable					
Inorgánico no recuperable					
Inerte.					

Cuadro No. 12. Ficha técnica 2.

FICHA TÉCNICA NO. 3
Composición física de los residuos recuperables

DENSIDAD DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS DE MONTEERRICO / LA CURVINA							
SUB-CATEGORIAS DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECUPERABLES							
Código de viviendas	Envases de vidrio	Botella plástico (PET)	Recipientes plásticos (PEAD)	Latas de aluminio	Chatarra	Papel seco	Cartón seco

Cuadro No. 13. Ficha técnica 3.

12.4. Anexo No. 4: Cuadros.

Aldea	Viviendas beneficiadas
Monterrico	<p>1-7-8-10-11-14-24-25-29-31-35-38-40-41-44-48-51-54-55-56-59-69-77-78-79-80-82-86-87-88-90-97-104-106-109-112-114-115-118-121-122-125-128-126-129-137-145-146-149-150-151-152-157-159-166-168-169-170-174-177-183-188-191-196-199-201-202-203-208-214-215-228-232-248-253-257-259-260-267-268-269-273-274-275-276-277-280-283-284-285-287</p>
La Curvina	<p>3-5-6-8-9-10-11-12-13-15-18-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-34-35-37-38-40-42-44-47-48-49-50-51-53-54-57-60-62-63-64-65-66-68-71-72-73-74-76-80</p>

Cuadro No. 14. Códigos de las viviendas a muestrear en la presente investigación.

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensual		Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual	
			Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas
2016	1560	0.3875	18,739.50	18.74	220,642.50	220.64
2017	1597	0.44	21,665.28	21.67	255,091.20	255.09
2018	1636	0.49	24,720.70	24.72	291,066.35	291.07
2019	1675	0.54	27,910.31	27.91	328,621.37	328.62
2020	1715	0.59	31,238.77	31.24	367,811.38	367.81
2021	1756	0.64	34,710.93	34.71	408,693.22	408.69
2022	1799	0.69	38,331.76	38.33	451,325.53	451.33
2023	1842	0.74	42,106.39	42.11	495,768.79	495.77
2024	1886	0.79	46,040.13	46.04	542,085.36	542.09
2025	1931	0.84	50,138.43	50.14	590,339.56	590.34
2026	1978	0.89	54,406.93	54.41	640,597.72	640.60
2027	2025	0.94	58,851.44	58.85	692,928.24	692.93
2028	2074	0.99	63,477.95	63.48	747,401.64	747.40
2029	2123	1.04	68,292.63	68.29	804,090.64	804.09
2030	2174	1.09	73,301.85	73.30	863,070.20	863.07
2031	2227	1.14	78,512.18	78.51	924,417.63	924.42
2032	2280	1.19	83,930.39	83.93	988,212.60	988.21
2033	2335	1.24	89,563.44	89.56	1,054,537.27	1054.54
2034	2391	1.29	95,418.54	95.42	1,123,476.31	1123.48
2035	2448	1.34	101,503.09	101.50	1,195,117.02	1195.12
2036	2507	1.39	107,824.74	107.82	1,269,549.35	1269.55

Cuadro No. 15. Proyección poblacional y de producción per cápita para el año 2,036.

Nota: Realizado con base al 2.4% de crecimiento poblacional anual, INE y 0.05 kg/habitante/año incremento a la PPC, según Perfil ambiental de Guatemala, elaborado por IARNA, de la Universidad Rafael Landívar, 2005.

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensual		Orgánico		Inorgánico no recuperable		Inerte	
			Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas
2016	1560	0.3875	18739.50	18.74	13492.44	13.49	3747.90	3.75	936.98	0.94
2017	1597	0.44	21665.28	21.67	15599.00	15.60	4333.06	4.33	1083.26	1.08
2018	1636	0.49	24720.70	24.72	17798.91	17.80	4944.14	4.94	1236.04	1.24
2019	1675	0.54	27910.31	27.91	20095.42	20.10	5582.06	5.58	1395.52	1.40
2020	1715	0.59	31238.77	31.24	22491.92	22.49	6247.75	6.25	1561.94	1.56
2021	1756	0.64	34710.93	34.71	24991.87	24.99	6942.19	6.94	1735.55	1.74
2022	1799	0.69	38331.76	38.33	27598.87	27.60	7666.35	7.67	1916.59	1.92
2023	1842	0.74	42106.39	42.11	30316.60	30.32	8421.28	8.42	2105.32	2.11
2024	1886	0.79	46040.13	46.04	33148.89	33.15	9208.03	9.21	2302.01	2.30
2025	1931	0.84	50138.43	50.14	36099.67	36.10	10027.69	10.03	2506.92	2.51
2026	1978	0.89	54406.93	54.41	39172.99	39.17	10881.39	10.88	2720.35	2.72
2027	2025	0.94	58851.44	58.85	42373.04	42.37	11770.29	11.77	2942.57	2.94
2028	2074	0.99	63477.95	63.48	45704.12	45.70	12695.59	12.70	3173.90	3.17
2029	2123	1.04	68292.63	68.29	49170.69	49.17	13658.53	13.66	3414.63	3.41
2030	2174	1.09	73301.85	73.30	52777.33	52.78	14660.37	14.66	3665.09	3.67

Continuación del cuadro No. 16.

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensuales		Orgánico		Inorgánico no recuperable		Inerte	
			Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas
2032	2280	1.19	83930.39	83.93	60429.88	60.43	16786.08	16.79	4196.52	4.20
2033	2335	1.24	89563.44	89.56	64485.68	64.49	17912.69	17.91	4478.17	4.48
2034	2391	1.29	95418.54	95.42	68701.35	68.70	19083.71	19.08	4770.93	4.77
2035	2448	1.34	101503.09	101.50	73082.22	73.08	20300.62	20.30	5075.15	5.08
2036	2507	1.39	107824.74	107.82	77633.81	77.63	21564.95	21.56	5391.24	5.39

Cuadro No. 16. Proyección de la producción de desechos y residuos sólidos: Orgánicos, inorgánicos no recuperables e inertes para el año 2036.

Nota: 0.05 kg/habitante/año incrementa la PPC, según Perfil ambiental de Guatemala, elaborado por IARNA, de la Universidad Rafael Landívar, 2005.

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensuales		Botellas de vidrio		Botellas plásticas (PET)		Latas de aluminio		Papel seco		Cartón seco		Chatarra	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2016	1560	0.3875	562.19	0.56	129.30	0.13	297.96	0.30	73.08	0.07	5.62	0.006	11.24	0.011	44.97	0.045
2017	1597	0.44	649.96	0.65	149.49	0.15	344.48	0.34	84.49	0.08	6.50	0.006	13.00	0.013	52.00	0.052
2018	1636	0.49	741.62	0.74	170.57	0.17	393.06	0.39	96.41	0.10	7.42	0.007	14.83	0.015	59.33	0.059
2019	1675	0.54	837.31	0.84	192.58	0.19	443.77	0.44	108.85	0.11	8.37	0.008	16.75	0.017	66.98	0.067
2020	1715	0.59	937.16	0.94	215.55	0.22	496.70	0.50	121.83	0.12	9.37	0.009	18.74	0.019	74.97	0.075
2021	1756	0.64	1041.33	1.04	239.51	0.24	551.90	0.55	135.37	0.14	10.41	0.010	20.83	0.021	83.31	0.083
2022	1799	0.69	1149.95	1.15	264.49	0.26	609.47	0.61	149.49	0.15	11.50	0.011	23.00	0.023	92.00	0.092
2023	1842	0.74	1263.19	1.26	290.53	0.29	669.49	0.67	164.21	0.16	12.63	0.013	25.26	0.025	101.06	0.101
2024	1886	0.79	1381.20	1.38	317.68	0.32	732.04	0.73	179.56	0.18	13.81	0.014	27.62	0.028	110.50	0.110
2025	1931	0.84	1504.15	1.50	345.96	0.35	797.20	0.80	195.54	0.20	15.04	0.015	30.08	0.030	120.33	0.120
2026	1978	0.89	1632.21	1.63	375.41	0.38	865.07	0.87	212.19	0.21	16.32	0.016	32.64	0.033	130.58	0.131

Continuación del cuadro no. 17

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensual		Botellas de vidrio		Botellas plásticas (PET)		Latas de aluminio		Papel seco		Cartón seco		Chatarra	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2027	2025	0.94	1765.54	1.77	406.07	0.41	935.74	0.94	229.52	0.23	17.66	0.018	35.31	0.035	141.24	0.141
2028	2074	0.99	1904.34	1.90	438.00	0.44	1009.30	1.01	247.56	0.25	19.04	0.019	38.09	0.038	152.35	0.152
2029	2123	1.04	2048.78	2.05	471.22	0.47	1085.85	1.09	266.34	0.27	20.49	0.020	40.98	0.041	163.90	0.164
2030	2174	1.09	2199.06	2.20	505.78	0.51	1165.50	1.17	285.88	0.29	21.99	0.022	43.98	0.044	175.92	0.176
2031	2227	1.14	2355.37	2.36	541.73	0.54	1248.34	1.25	306.20	0.31	23.55	0.024	47.11	0.047	188.43	0.188
2032	2280	1.19	2517.91	2.52	579.12	0.58	1334.49	1.33	327.33	0.33	25.18	0.025	50.36	0.050	201.43	0.201
2033	2335	1.24	2686.90	2.69	617.99	0.62	1424.06	1.42	349.30	0.35	26.87	0.027	53.74	0.054	214.95	0.215
2034	2391	1.29	2862.56	2.86	658.39	0.66	1517.15	1.52	372.13	0.37	28.63	0.029	57.25	0.057	229.00	0.229
2035	2448	1.34	3045.09	3.05	700.37	0.70	1613.90	1.61	395.86	0.40	30.45	0.030	60.90	0.061	243.61	0.244
2036	2507	1.39	3234.74	3.23	743.99	0.74	1714.41	1.71	420.52	0.42	32.35	0.032	64.69	0.065	258.78	0.259

Cuadro No. 17. Proyección de los residuos inorgánicos recuperables para el año 2,036. Nota: 0.05 kg/habitante/año incrementa la PPC, según Perfil ambiental de Guatemala, elaborado por IARNA, de la Universidad Rafael Landívar, 2005

Años	Total de habitantes	PPC Kg/Hab/día	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual		Orgánico		Inorgánico no recuperable		Inerte		Compost		Inorgánico recuperable	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2016	1560	0.3875	220642.50	220.64	158862.60	158.86	44128.50	44.13	11032.13	11.03	47658.78	47.66	6619.28	6.62
2017	1597	0.44	255091.20	255.09	183665.66	183.67	51018.24	51.02	12754.56	12.75	55099.70	55.10	7652.74	7.65
2018	1636	0.49	291066.35	291.07	209567.77	209.57	58213.27	58.21	14553.32	14.55	62870.33	62.87	8731.99	8.73
2019	1675	0.54	328621.37	328.62	236607.39	236.61	65724.27	65.72	16431.07	16.43	70982.22	70.98	9858.64	9.86
2020	1715	0.59	367811.38	367.81	264824.19	264.82	73562.28	73.56	18390.57	18.39	79447.26	79.45	11034.34	11.03
2021	1756	0.64	408693.22	408.69	294259.12	294.26	81738.64	81.74	20434.66	20.43	88277.74	88.28	12260.80	12.26
2022	1799	0.69	451325.53	451.33	324954.38	324.95	90265.11	90.27	22566.28	22.57	97486.32	97.49	13539.77	13.54
2023	1842	0.74	495768.79	495.77	356953.53	356.95	99153.76	99.15	24788.44	24.79	107086.06	107.09	14873.06	14.87
2024	1886	0.79	542085.36	542.09	390301.46	390.30	108417.07	108.42	27104.27	27.10	117090.44	117.09	16262.56	16.26
2025	1931	0.84	590339.56	590.34	425044.48	425.04	118067.91	118.07	29516.98	29.52	127513.35	127.51	17710.19	17.71
2026	1978	0.89	640597.72	640.60	461230.36	461.23	128119.54	128.12	32029.89	32.03	138369.11	138.37	19217.93	19.22

Continuación de cuadro No. 18.

Años	Total de habitantes	PPC Kg/Hab/día	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual		Orgánico		Inorgánico no recuperable		Inerte		Compost		Inorgánico recuperable	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2027	2025	0.94	692928.24	692.93	498908.33	498.91	138585.65	138.59	34646.41	34.65	149672.50	149.67	20787.85	20.79
2028	2074	0.99	747401.64	747.40	538129.18	538.13	149480.33	149.48	37370.08	37.37	161438.75	161.44	22422.05	22.42
2029	2123	1.04	804090.64	804.09	578945.26	578.95	160818.13	160.82	40204.53	40.20	173683.58	173.68	24122.72	24.12
2030	2174	1.09	863070.20	863.07	621410.54	621.41	172614.04	172.61	43153.51	43.15	186423.16	186.42	25892.11	25.89
2031	2227	1.14	924417.63	924.42	665580.69	665.58	184883.53	184.88	46220.88	46.22	199674.21	199.67	27732.53	27.73
2032	2280	1.19	988212.60	988.21	711513.07	711.51	197642.52	197.64	49410.63	49.41	213453.92	213.45	29646.38	29.65
2033	2335	1.24	1054537.27	1054.54	759266.83	759.27	210907.45	210.91	52726.86	52.73	227780.05	227.78	31636.12	31.64
2034	2391	1.29	1123476.31	1123.48	808902.94	808.90	224695.26	224.70	56173.82	56.17	242670.88	242.67	33704.29	33.70
2035	2448	1.34	1195117.02	1195.12	860484.25	860.48	239023.40	239.02	59755.85	59.76	258145.28	258.15	35853.51	35.85
2036	2507	1.39	1269549.35	1269.55	914075.53	914.08	253909.87	253.91	63477.47	63.48	274222.66	274.22	38086.48	38.09

Cuadro 18. Proyección anual de producción de desechos y residuos sólidos.

Años	Total de habitantes	PPC Kg/Hab/día	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual		Botellas de vidrio		Botellas plásticas (PET)		Latas de aluminio		Papel seco		Cartón seco		Chatarra	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2016	1560	0.3875	6619.28	6.62	1522.43	1.52	3508.22	3.51	860.51	0.86	66.19	0.07	132.39	0.13	529.54	0.53
2017	1597	0.44	7652.74	7.65	1760.13	1.76	4055.95	4.06	994.86	0.99	76.53	0.08	153.05	0.15	612.22	0.61
2018	1636	0.49	8731.99	8.73	2008.36	2.01	4627.95	4.63	1135.16	1.14	87.32	0.09	174.64	0.17	698.56	0.70
2019	1675	0.54	9858.64	9.86	2267.49	2.27	5225.08	5.23	1281.62	1.28	98.59	0.10	197.17	0.20	788.69	0.79
2020	1715	0.59	11034.34	11.03	2537.90	2.54	5848.20	5.85	1434.46	1.43	110.34	0.11	220.69	0.22	882.75	0.88
2021	1756	0.64	12260.80	12.26	2819.98	2.82	6498.22	6.50	1593.90	1.59	122.61	0.12	245.22	0.25	980.86	0.98
2022	1799	0.69	13539.77	13.54	3114.15	3.11	7176.08	7.18	1760.17	1.76	135.40	0.14	270.80	0.27	1083.18	1.08
2023	1842	0.74	14873.06	14.87	3420.80	3.42	7882.72	7.88	1933.50	1.93	148.73	0.15	297.46	0.30	1189.85	1.19
2024	1886	0.79	16262.56	16.26	3740.39	3.74	8619.16	8.62	2114.13	2.11	162.63	0.16	325.25	0.33	1301.00	1.30
2025	1931	0.84	17710.19	17.71	4073.34	4.07	9386.40	9.39	2302.32	2.30	177.10	0.18	354.20	0.35	1416.81	1.42
2026	1978	0.89	19217.93	19.22	4420.12	4.42	10185.50	10.19	2498.33	2.50	192.18	0.19	384.36	0.38	1537.43	1.54
2027	2025	0.94	20787.85	20.79	4781.20	4.78	11017.56	11.02	2702.42	2.70	207.88	0.21	415.76	0.42	1663.03	1.66
2028	2074	0.99	22422.05	22.42	5157.07	5.16	11883.69	11.88	2914.87	2.91	224.22	0.22	448.44	0.45	1793.76	1.79
2029	2123	1.04	24122.72	24.12	5548.23	5.55	12785.04	12.79	3135.95	3.14	241.23	0.24	482.45	0.48	1929.82	1.93
2030	2174	1.09	25892.11	25.89	5955.18	5.96	13722.82	13.72	3365.97	3.37	258.92	0.26	517.84	0.52	2071.37	2.07

Continuación de cuadro No.19

Años	Total de habitantes	PPC Kg/Hab/día	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios anual		Botellas de vidrio		Botellas plásticas (PET)		Latas de aluminio		Papel seco		Cartón seco		Chatarra	
			Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton	Kg	Ton
2031	2227	1.14	27732.53	27.73	6378.48	6.38	14698.24	14.70	3605.23	3.61	277.33	0.28	554.65	0.55	2218.60	2.22
2032	2280	1.19	29646.38	29.65	6818.67	6.82	15712.58	15.71	3854.03	3.85	296.46	0.30	592.93	0.59	2371.71	2.37
2033	2335	1.24	31636.12	31.64	7276.31	7.28	16767.14	16.77	4112.70	4.11	316.36	0.32	632.72	0.63	2530.89	2.53
2034	2391	1.29	33704.29	33.70	7751.99	7.75	17863.27	17.86	4381.56	4.38	337.04	0.34	674.09	0.67	2696.34	2.70
2035	2448	1.34	35853.51	35.85	8246.31	8.25	19002.36	19.00	4660.96	4.66	358.54	0.36	717.07	0.72	2868.28	2.87
2036	2507	1.39	38086.48	38.09	8759.89	8.76	20185.83	20.19	4951.24	4.95	380.86	0.38	761.73	0.76	3046.92	3.05

Cuadro No. 19. Proyección anual de la clasificación de los residuos inorgánicos recuperables.

Años	Total de habitantes	PPC (Kg/Hab/día)	Total de desechos y residuos sólidos domiciliarios mensual		Orgánico		Compost	
			Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas	Kilogramos	Toneladas
2016	1560	0.3875	18739.50	18.74	13492.44	13.49	4047.73	4.05
2017	1597	0.44	21665.28	21.67	15599.00	15.60	4679.70	4.68
2018	1636	0.49	24720.70	24.72	17798.91	17.80	5339.67	5.34
2019	1675	0.54	27910.31	27.91	20095.42	20.10	6028.63	6.03
2020	1715	0.59	31238.77	31.24	22491.92	22.49	6747.58	6.75
2021	1756	0.64	34710.93	34.71	24991.87	24.99	7497.56	7.50
2022	1799	0.69	38331.76	38.33	27598.87	27.60	8279.66	8.28
2023	1842	0.74	42106.39	42.11	30316.60	30.32	9094.98	9.09
2024	1886	0.79	46040.13	46.04	33148.89	33.15	9944.67	9.94
2025	1931	0.84	50138.43	50.14	36099.67	36.10	10829.90	10.83
2026	1978	0.89	54406.93	54.41	39172.99	39.17	11751.90	11.75
2027	2025	0.94	58851.44	58.85	42373.04	42.37	12711.91	12.71
2028	2074	0.99	63477.95	63.48	45704.12	45.70	13711.24	13.71
2029	2123	1.04	68292.63	68.29	49170.69	49.17	14751.21	14.75
2030	2174	1.09	73301.85	73.30	52777.33	52.78	15833.20	15.83
2031	2227	1.14	78512.18	78.51	56528.77	56.53	16958.63	16.96
2032	2280	1.19	83930.39	83.93	60429.88	60.43	18128.96	18.13
2033	2335	1.24	89563.44	89.56	64485.68	64.49	19345.70	19.35
2034	2391	1.29	95418.54	95.42	68701.35	68.70	20610.40	20.61
2035	2448	1.34	101503.09	101.50	73082.22	73.08	21924.67	21.92
2036	2507	1.39	107824.74	107.82	77633.81	77.63	23290.14	23.29

Cuadro No. 20. Proyecciones de la producción de abono para el año 2036.

12.5. Anexo No. 5: Planos generales de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos

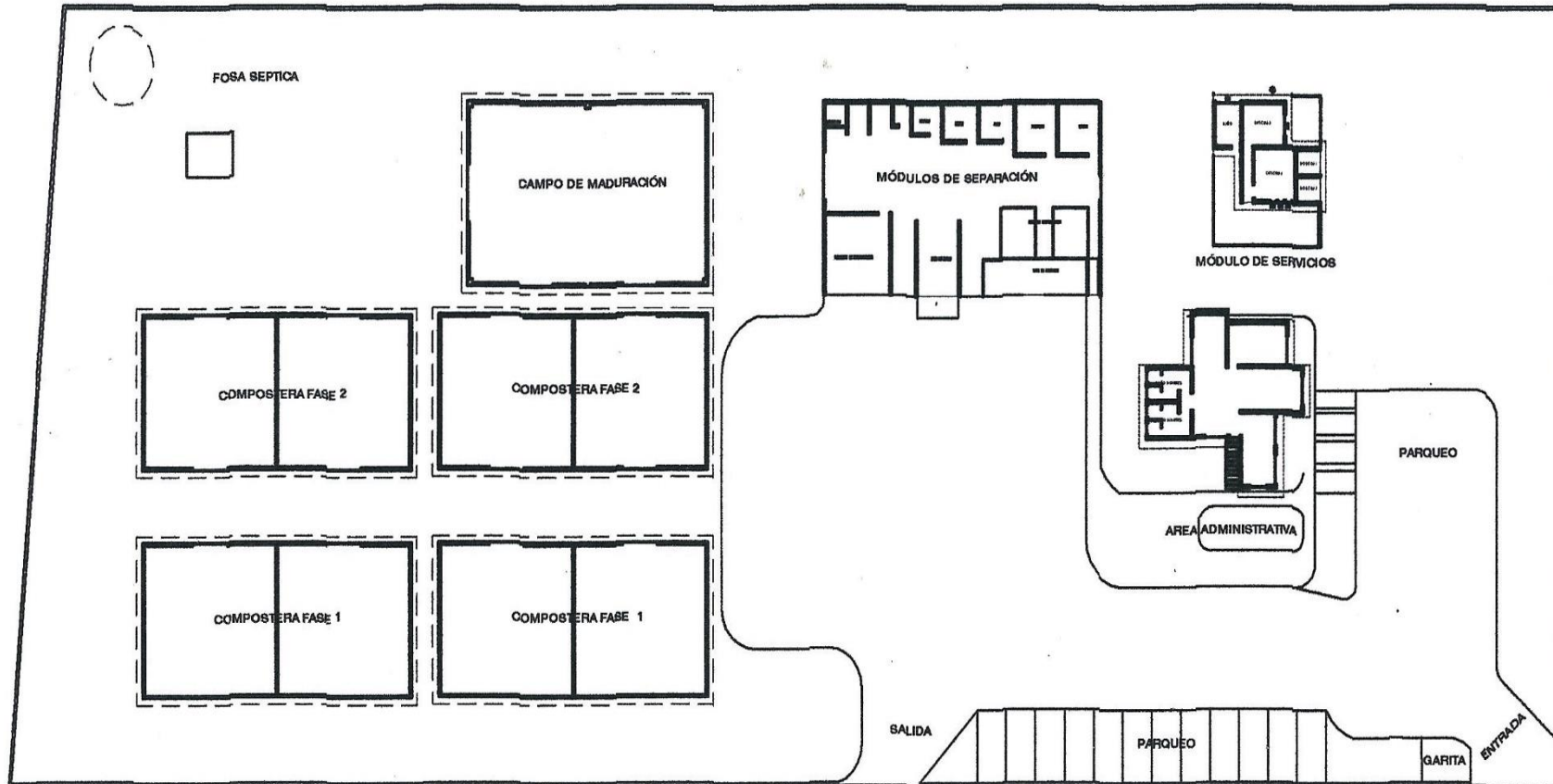


Figura No. 11. Plano general de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.

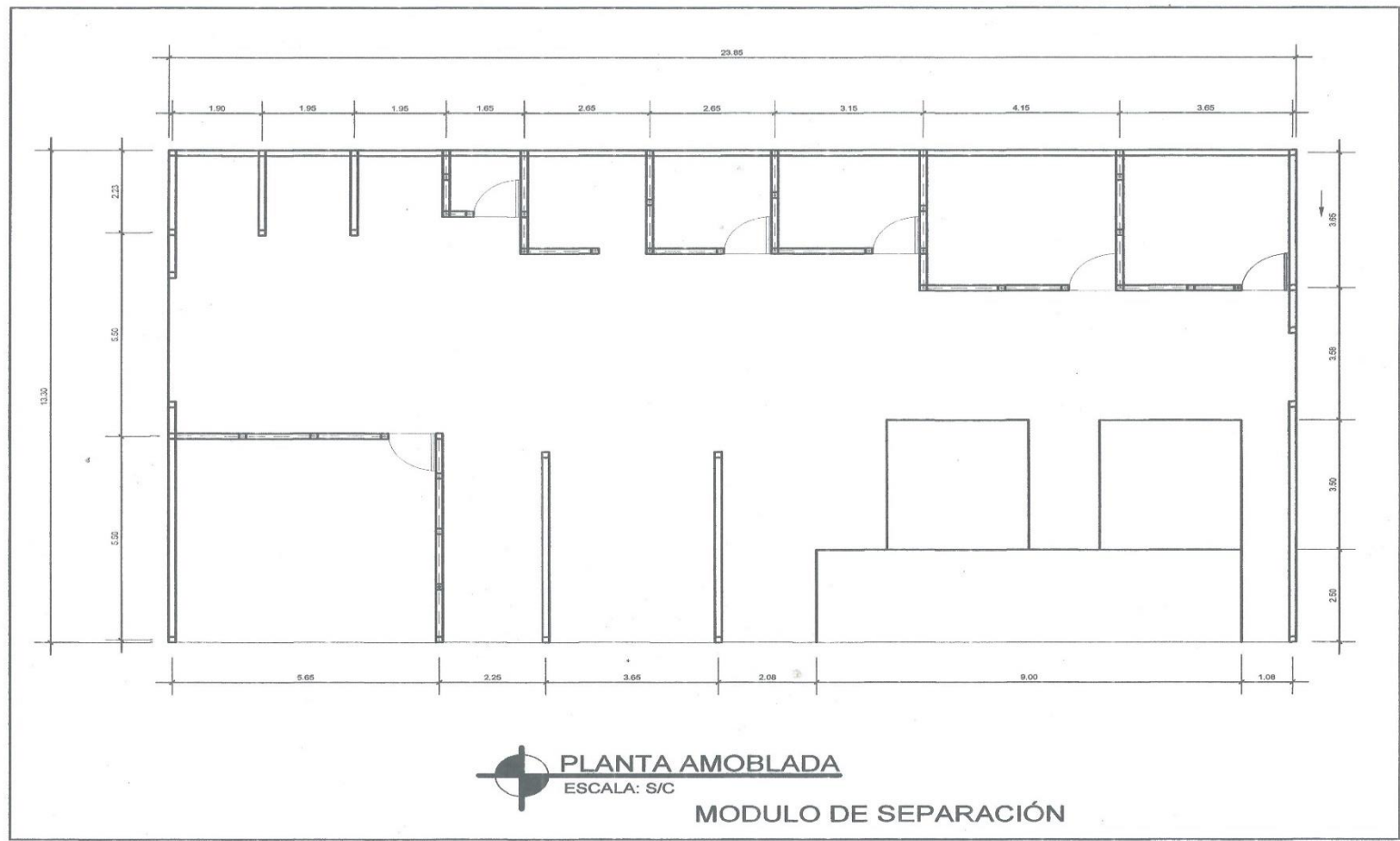


Figura No. 12. Plano amueblado de la planta de clasificación de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.

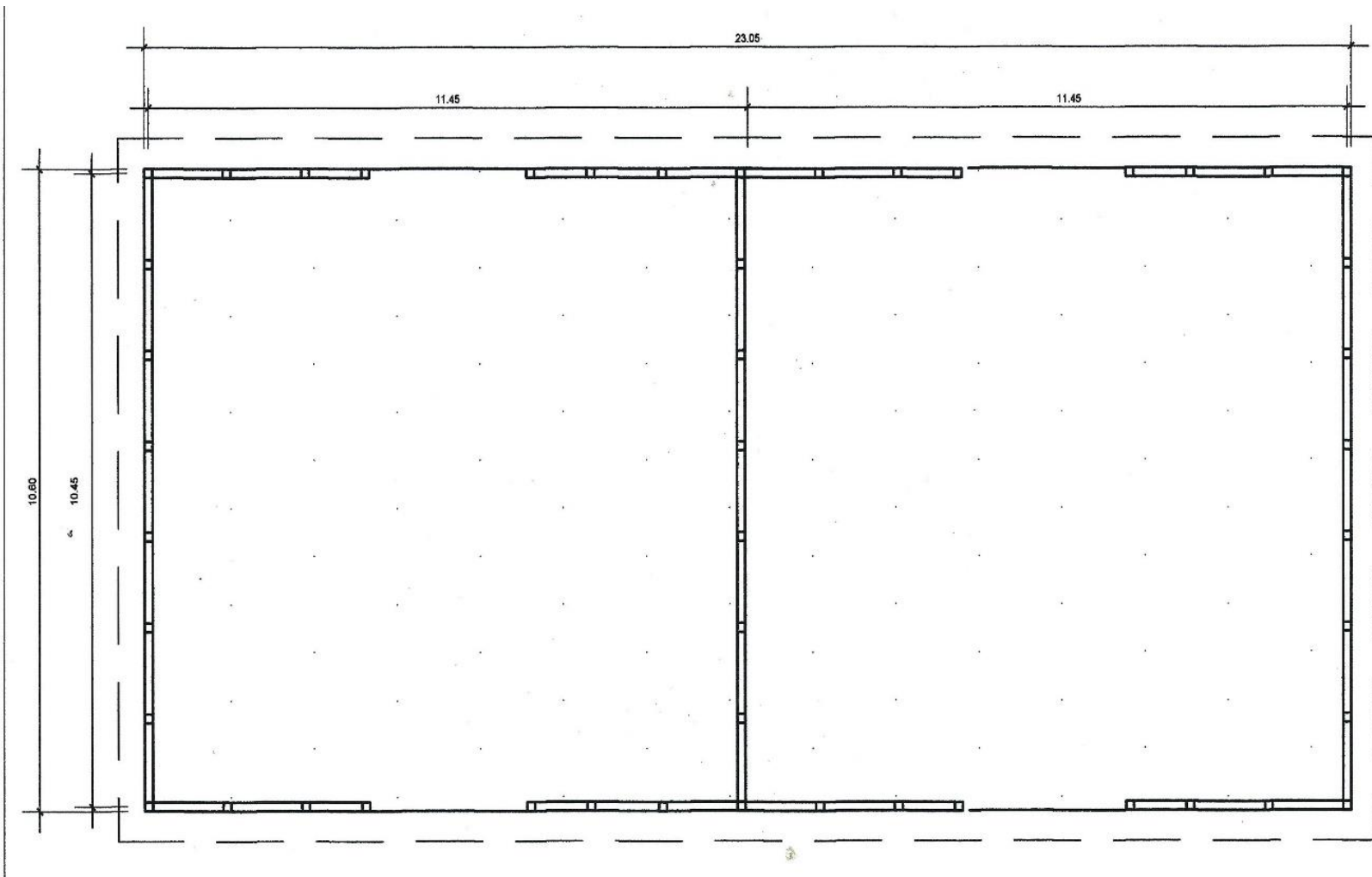


Figura No. 13. Plano amueblado de las cámaras de compost de la fase A y B.

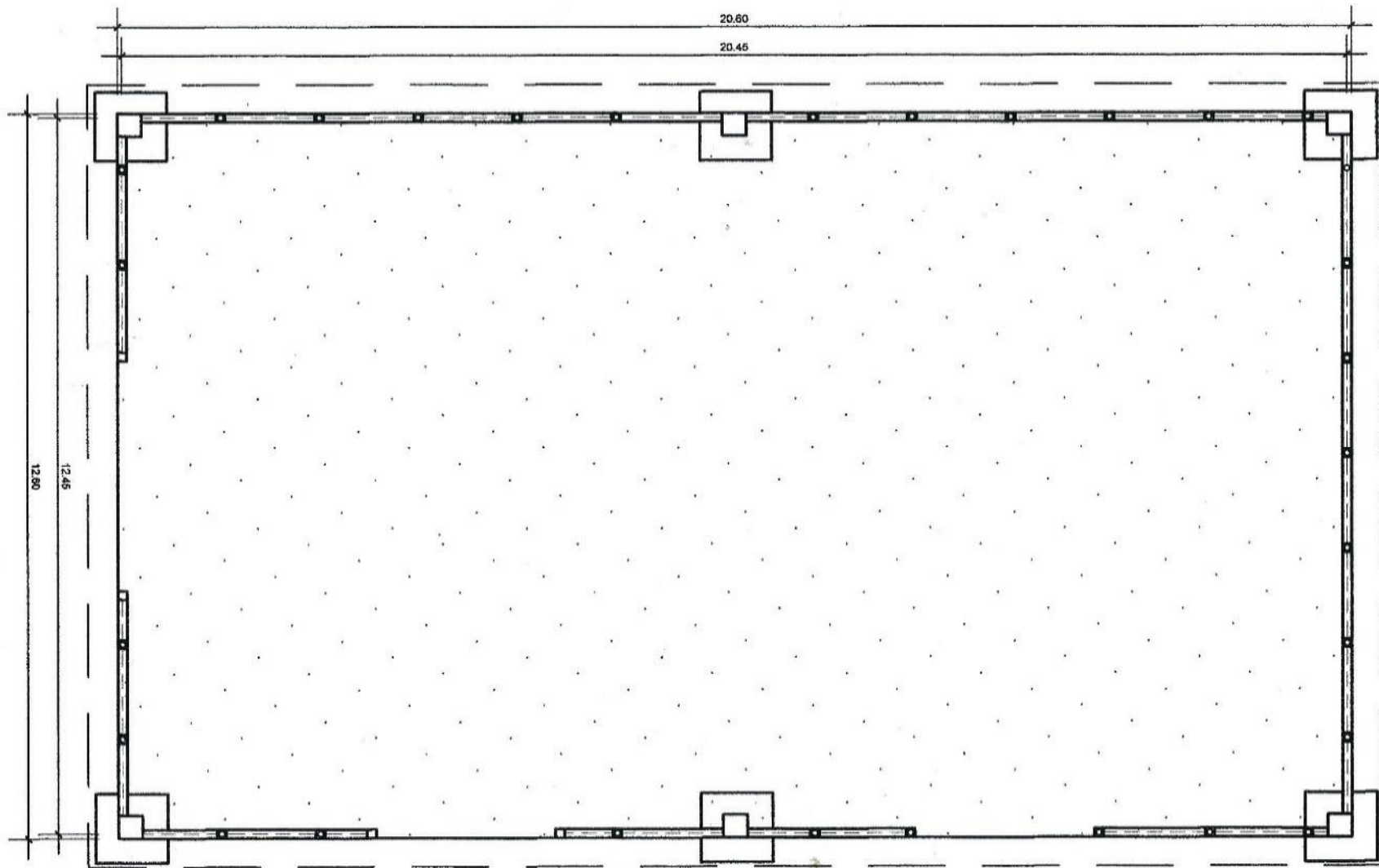


Figura No. 14. Plano amueblado del campo de maduración de la planta de tratamiento de desechos y residuos sólidos.

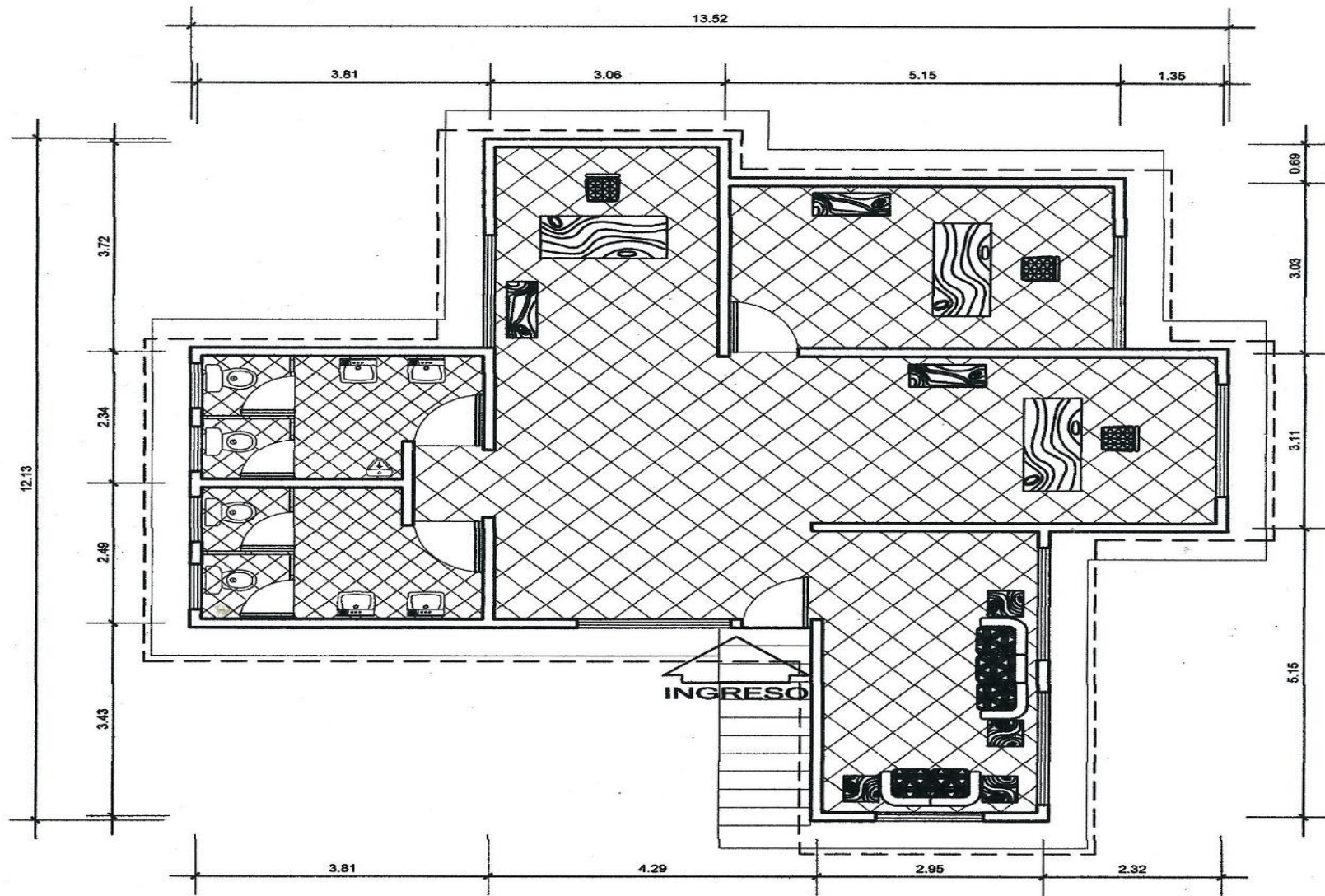


Figura No. 15. Plano amueblado de la planta administrativa.

Fuente: Gálvez, José, 2015.

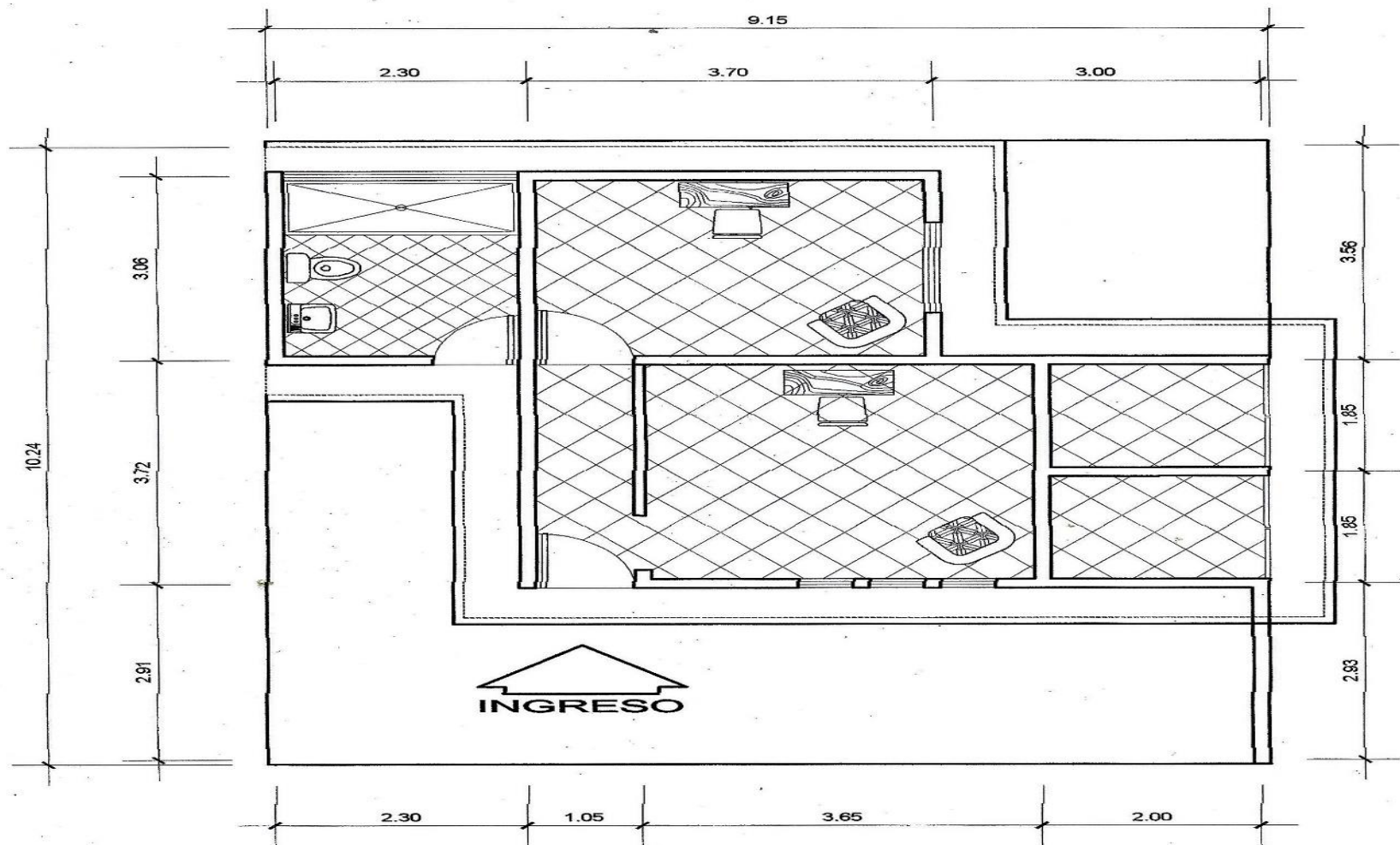


Figura No. 16. Plano amueblado de la planta de servicios.

Fuente:

Gálvez,

José,

2015.

12.6. Anexo No. 6: fotografías del proceso de investigación.



Figura No. 17. Realización del pesaje de los desechos y residuos sólidos de Monterrico. Fuente: Martínez, M, 2016.



Figura No. 18. Separación de los desechos y residuos sólidos en orgánico e inorgánico. Fuente: Martínez, M, 2016.



Figura No. 19. Determinación del volumen de los desechos sólidos. Fuente: Martínez, M, 2016.



Figura No. 20. Determinación de hábitos y percepciones de los comunitarios. Fuente: Martínez, M, 2016.



Mazatenango, Suchitepéquez 22 de mayo del 2017

Inga. Agra. Iris Yvonne Cárdenas Sagastume
Coordinadora de la Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local –IGAL-
Centro Universitario del Suroccidente.

Respetable Inga. Cárdenas

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el informe final de investigación inferencial titulado: "CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE MONTERRICO Y LA CURVINA, SANTA ROSA", presentado por el estudiante Julio Andrés González Díaz con carné número 201141589, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de ingeniería en Gestión Ambiental Local –EPSIGAL-

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 del normativo de Trabajo de Graduación, pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado como Trabajo de Graduación, para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente

MSc. Heydi Angelina Vela Armas
Supervisora EPSIGAL
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC



Mazatenango Suchitepéquez, 04 de agosto de 2017

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Respetable Coordinadora:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para manifestarle que de acuerdo al artículo 9, del Normativo de trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la investigación titulada: **"Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos de las comunidades de Monterrico y la Curvina, Santa Rosa"**, presentada por el estudiante **Julio Andrés González Díaz**, quien se identifica con número de carné **201141589**.

Por lo tanto en mi calidad de revisor le informo que después de realizar el proceso para el cual fui asignado y después de verificar la incorporación de las observaciones a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que continúe con el proceso respectivo.

Sin otro particular,

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MSc. Celso González Morales
Revisor de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC

Mazatenango 21 de agosto 2017

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director
Centro Universitario de Suroccidente

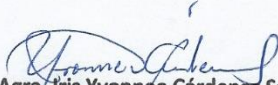
Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "Caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos y desechos sólidos de las comunidades de Monterrico y La Curvina, Santa Rosa", del estudiante **Julio Andrés González Díaz** con carné número 201141589, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el Maestro Celso González Morales, revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que la estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular


Inga. Agra Iris Yvonnee Cárdenas Sagastum
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





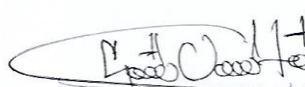
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO


CUNSUROC/USAC-I-06-2017

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el once de octubre de dos mil diecisiete_____

ENCONTRÁNDOSE AGREGADOS AL EXPEDIENTE LOS DICTÁMENES DEL ASESOR Y REVISOR, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE LAS COMUNIDADES DE MONTEERRICO Y LA CURVINA, SANTA ROSA, DEL ESTUDIANTE: JULIO ANDRÉS GONZÁLEZ DÍAZ, CARNÉ 201141589 DE LA CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Telles
Director



/gris