UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD TRINACIONAL FRONTERIZA RÍO LEMPA, OCOTEPEQUE, HONDURAS, 2013.

EDVIN ESTUARDO RAMÍREZ ARANA

GUATEMALA, CHIQUIMULA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD TRINACIONAL FRONTERIZA RÍO LEMPA, OCOTEPEQUE, HONDURAS, 2013.

EDVIN ESTUARDO RAMÍREZ ARANA

GUATEMALA, CHIQUIMULA, AGOSTO DE 2013

ÍNDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	I
2. OBJETIVOS	2
2.1. General	2
2.2. Específicos	2
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MANCOMUNIDAD TRINACIONAL FONTERIZA RÍO LEMPA	3
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA	3
3.1.1. Historia	3
3.1.2. Ubicación Geográfica	4
3.1.3. Estructura Administrativa	4
3.1.3.1. Objetivo de la MTFRL	7
3.1.3.2. Visión	7
3.1.3.3. Misión	7
3.1.4. Descripción del área de trabajo durante la ejecución del EPS	8
3.2. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA MTFRL	8
3.2.1. Área de influencia	8
3.2.2. Población general	9
3.2.3. Índice de desarrollo humano	10
3.2.4. Fuentes de trabajo Infraestructura y Servicios	10
3.3. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO Y BIÓTICO	13
3.3.1. Aspectos geológicos regionales	13
3.3.2. Suelos	14
3.3.3. Clima	16
3.3.3.1. Precipitación	18
3.3.4. Hidrología	19
3.3.4.1. Red hídrica superficial	19
3.3.4.2. Zonificación hídrica subterránea en la región trifinio	20
3.3.5. Calidad de agua	21
3.3.6. Vulnerabilidad a desastres y amenazas naturales	23
3.3.7. Biodiversidad	25
3.3.8. Áreas protegidas y Ecosistemas	27

3.3.9. Zonas de vida 27
3.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES 28
3.4.1. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la MTFRL. 28
3.4.2. Problemas ambientales en el área de la MTFRL 32
3.4.3. Principales Impactos Ambientales en el área de la MTFRL 32
4. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLADO 33
4.1. Elaboración de contenidos técnicos para de guía de alfabetización de la ECASAN 33
4.2. Gestión ambiental integral de empresas productoras y comercializadoras de porcinos 35
4.3. Sensibilización Ambiental a los Alumnos de 5to. y 6to. primaria de la escuela Prudencio Rodríguez Jerez 38
5. CONCLUSIONES 41
6. RECOMENDACIONES 42
7. BIBLIOGRAFÍA 43
8. ANEXOS 44
9. APÉNDICE 57

INTRODUCCIÓN

La degradación ambiental en los tres países El Salvador, Guatemala y Honduras es grave, las condiciones socioeconómicas de la región constituyen otro problema al que los gobiernos locales se deben enfrentar, además los municipios que presentan esta problemática están dentro de la región denominada Trifinio, que comprende el espacio transfronterizo de los tres países donde se hacen más notables estos problemas.

Por su parte la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa MTFRL, aborda la problemática existente en los municipios asociados, en conjunto con los gobiernos locales y otras entidades internacionales que la apoyan para contribuir al desarrollo de la región Trifinio.

En el presente documento se describen algunas características ambientales y socioeconómicas de la región trifinio, la cual será útil para la identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la mancomunidad y el espacio que comprende la región trifinio

La MTFRL se encuentra trabajando en temas tales como “Ciudad limpia”, “Aguas compartidas”, “Bosques para siempre”, “Alfabetización para la Seguridad Alimentaria Nutricional”, “Biodigestores” para el aprovechamiento del gas Metano, para contribuir al desarrollo de la región y sostenimiento de la calidad ambiental.

De los temas mencionados en los cuales se desarrolló el Ejercicio Profesional Supervisado EPS están: el Programa de Alfabetización para la Seguridad Alimentaria Nutricional AlfaSAN y un Proyecto de Biodigestores para el reducción de la contaminación ambiental y aprovechamiento del gas Metano en distintas ocupaciones, impulsado por la MTFRL y el Programa Regional de Seguridad Alimentaria Nutricional para Centro América PRESANCA.

En el período del EPS se pretende llevar a cabo estas dos actividades, un período de dos meses en el programa AlfaSAN y cuatro meses en el proyecto de los biodigestores, además se hará un plan de sensibilización en centros educativos del área urbana en Asunción Mita, Jutiapa, de forma clara se muestra más adelante en el presente documento.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Contribuir de forma activa en el plan de trabajo de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa por medio de la planificación y ejecución de diversas actividades en beneficio de los municipios que integran la Mancomunidad y el programa PRESANCA.

2.2. Específicos

Realizar el diagnóstico ambiental para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenaza.

Ejecutar actividades en base al diagnóstico y al plan de trabajo de la mancomunidad, para fortalecer la gestión ambiental en la unidad de práctica.

Formular un proyecto ambiental a nivel de prefactibilidad que permita abordar una problemática del área de cobertura de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MANCOMUNIDAD TRINACIONAL FONTERIZA RÍO LEMPA

3.1. Descripción de la unidad de práctica

3.1.1. Historia

La Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa es una entidad autónoma que surge por la ausencia de una estrategia Trinacional de parte de los Gobiernos Locales, capaz de enfrentar la problemática del desarrollo que la región presenta, así como por la carencia de una estructura formal de participación social en el diseño e implementación de políticas públicas, entre otras acciones que provocan la dispersión de la inversión de los pocos recursos públicos y privados, locales y nacionales (MTFRL 2013b).

En función de lo anterior, se constituye la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa para el desarrollo, con naturaleza esencialmente solidaria en el ámbito municipal, en el espacio transfronterizo que conforman los países de Guatemala, El Salvador y Honduras; no religiosa ni político partidista; con igualdad de derechos y obligaciones entre los municipios de los países que la conforman; e igualdad de derechos y obligaciones entre las autoridades electas que la integran, quienes gozan de voz y voto, y representan a los Concejos y/o Corporaciones Municipales que la conforman; se rige por sus Estatutos, Reglamentos y demás leyes aplicables en los tres países.

Está reconocida jurídicamente en Guatemala, por el Ministerio de Gobernación; y se encuentra inscrita en el Sistema Único del Registro Electrónico de Personas Jurídicas, folio número 11289, partida número 11289 de fecha 10 de diciembre de 2007.

Igualmente está reconocida jurídicamente en Honduras por la Secretaría de Gobernación y Justicia según acuerdo 1345-2009, publicado en el diario oficial “La Gaceta”. En la República de El Salvador según publicación en el Diario Oficial de fecha lunes 24 de enero del 2011 de la Escritura Pública de Constitución de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa (MTFRL 2013b).

3.1.2. Ubicación Geográfica

La Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa, se ubica en el espacio transfronterizo que conforman los países de Guatemala, El Salvador y Honduras. Anexo 1.

Las oficinas de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa, están situadas en el Barrio San Andrés, 3a. avenida SO y 3a. calle, cuadra y media de la Parroquia San José y a una cuadra del parque central de Ocotepeque, Honduras.

Del municipio de Esquipulas, Guatemala, hacia Ocotepeque, Honduras, hay aproximadamente 33.3 km, teniendo que cruzar la frontera de Agua Caliente. Cuenta con las coordenadas geográficas; 14.4329 N, -89.1813 o. UTM 264837 1596720.

Las calles principales de Ocotepeque son asfaltadas, específicamente donde se ubican las oficinas de la Mancomunidad son de terracería, lo cual dificulta el paso a vehículos de pequeña estatura y propiciando la dispersión de partículas pequeñas de polvo que pudieran afectar la salud respiratoria de los trabajadores de dicha unidad.

3.1.3. Estructura Administrativa

La Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa, es una institución pública local, integrada por 18 municipios de los tres países, que se describen a continuación:

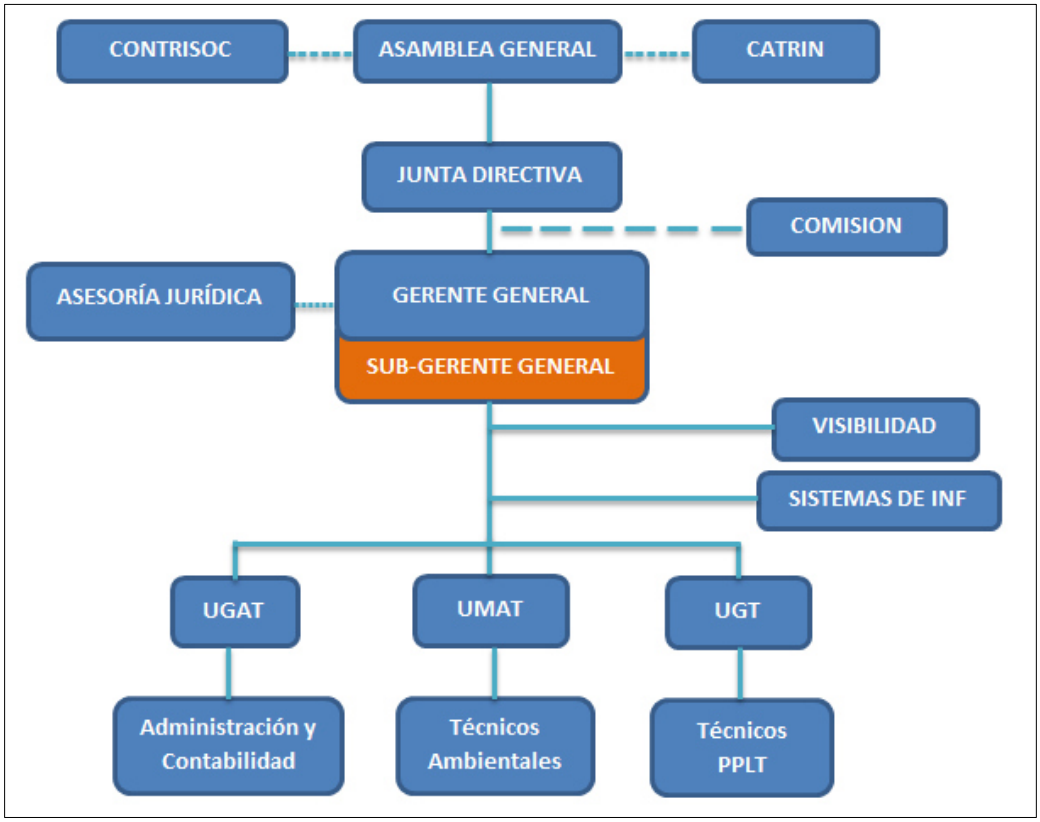
- **De la República de Honduras**: Ocotepeque, Sinuapa, Concepción, Santa Fé, Dolores Merendón, Fraternidad y Lucerna.

- **De la República de Guatemala:** Concepción Las Minas, Esquipulas, Olopa, Ipala, Asunción Mita, El Progreso y Santa Catarina Mita.

- **De la República de El Salvador:** San Antonio Pajonal, Metapán, Texistepeque y Candelaria de La Frontera.

En general la organización de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa está descrita en el siguiente organigrama.

Figura 1: Organigrama de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa



Fuente: EPS-GAL 2013.

La Asamblea General debidamente reunida, es el órgano supremo y la máxima autoridad de la "Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa" la cual se integra con treinta personas, diez por país, pertenecientes a los Concejos y/o Corporaciones Municipales de los municipios miembros de la mancomunidad, electos internamente entre dichos Concejos y/o Corporaciones quienes tienen derecho a voz y voto, al acreditar su representación, mediante el acta correspondiente del Acuerdo Municipal.

La Junta Directiva es el órgano de coordinación y ejecución de las disposiciones de la Asamblea General de la "Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa", sus funciones son de dirección y ejecución, se elegirá cada dos años, en la primera asamblea ordinaria, del año correspondiente. Estará integrada por nueve (9) miembros, tres por país en la siguiente forma:

Presidente: Jorge Lemus Espinoza, alcalde de Olopa, Chiquimula, GT.
Primer vicepresidente: Roque Humberto Polanco, alcalde del municipio de Santa fe, Ocotepeque, Honduras.
Segundo vicepresidente: Silvia Liceth Chavarría, alcaldesa del municipio de San Antonio Pajonal, Santa Ana, El salvador.
Tesorero: Cristian André Acosta, alcalde del municipio de Ocotepeque, Ocotepeque, Honduras.
Secretario: Amador Portillo, alcalde del municipio de Texistepeque, Santa Ana, El salvador.
Pro secretario: Nehemías Argueta, alcalde del municipio de Ipala, Chiquimula, Guatemala.
Vocal i: Carlos Lapola, alcalde del municipio de Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
Vocal ii: Marcos Antonio Peña, alcalde del municipio de Sinuapa, Ocotepeque, Honduras.
Vocal iii: Janeth Rivera, alcaldesa del municipio de Candelaria de la frontera, Santa Ana, El Salvador.
Vocal suplente: Arturo Rodríguez, alcalde del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala.
Vocal suplente: Wilmer Pinto, alcalde del municipio de Concepción, Ocotepeque, Honduras.
Vocal suplente: Melvin Linares, Concejal municipio de Candelaria de la Frontera, Santa Ana, El Salvador.

- **La Unidad de Gestión Administrativa Trinacional (UGAT),** es quien tiene a su cargo la Administración de los recursos económicos y financieros de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Rio Lempa; y la conforman.

- **La Unidad de Monitoreo Ambiental Trinacional (UMAT) de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa (MTFRL),** en coordinación con gobiernos locales, entes rectores, mancomunidades e instituciones afines; impulsa la Política Pública Local Transfronteriza "Bosques para Siempre" con el fin de implementar un sistema transfronterizo de manejo sostenible de los recursos forestales para la conservación de áreas naturales, de acuerdo con las Políticas forestales y de Áreas Naturales Protegidas de los tres países. Además, la UMAT realiza monitoreo de los recursos hídricos, de contaminación ambiental y tala ilícita; así como acciones para la prevención y control de incendios forestales en la Región Trifinio (MTFRL 2013b).

- **La Unidad de Gestión Técnica Trinacional (UGT)**, está conformada por técnicos locales con especialidades multidisciplinarias y complementarias, cuyo papel es brindar apoyo técnico, acompañamiento y asesoría, a las unidades técnicas de las Mancomunidades/Asociaciones de Municipios Socias, en los temas relacionados con la ejecución del Proyecto "Fomento de la Cohesión Social e Integración Regional Territorial de Municipios Fronterizos del Trifinio Centroamericano" financiado por la Comisión Europea a través del programa URBAL III (MTFRL 2013b).

3.1.3.1. Objetivo de la MTFRL

El objeto de la Mancomunidad es buscar el desarrollo integral sostenible de los municipios que la integran, a través de: la formulación y ejecución de políticas públicas, planes, programas y proyectos municipales e intermunicipales y subregionales, mediante el esfuerzo propio mancomunado y con el apoyo técnico y económico de los gobiernos centrales, organismos internacionales, y de instituciones no gubernamentales; incluyendo en sus programas la participación de las entidades que convergen en la región, así como la participación de la población para unificar esfuerzos y promover el desarrollo de la región (MTFRL 2013b).

3.1.3.2. Visión

Se habrán dado avances sustanciales, en la descentralización de los estados, que permitirán la integración trinacional, territorial, económica, social, cultural, institucional y política de los gobiernos municipales y las poblaciones de la región trifinio, alcanzando un desarrollo sustentable, que asegure la conservación y protección de los recursos naturales, con igualdad y justicia social, como parte del proceso de integración de Centroamérica (MTFRL 2013b).

3.1.3.3. Misión

Instancia permanente de integración regional desde lo local, conformada por municipios de El Salvador, Guatemala y Honduras, que organizados en la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa, en alianza con Mancomunidades localizadas en la región Trifinio, buscamos la cohesión social y la integración de sus territorios, posibilitando el desarrollo sostenible, en lo social,

cultural, económico, institucional y político de los municipios y sus poblaciones (MTFRL 2013b).

3.1.4. Descripción del área de trabajo durante la ejecución del EPS

De la Unidad de Gestión Técnica trinacional –UGT– se derivan varias políticas para el desarrollo, programas y proyectos impulsados con otras entidades y alianzas estratégicas de la mancomunidad.

En esta unidad, descrita en el organigrama anterior debajo de la sub-gerencia general, corresponde la realización del ejercicio profesional supervisado EPS en el cual se tomarán los temas correspondientes al Programa de Alfabetización para la Seguridad Alimentaria Nutricional AlfaSAN y un proyecto de biodigestores para la mitigación del impacto ambiental provocado por granjas de cerdo en Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala, impulsado por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria Nutricional para Centroamérica PRESANCA fase II y la MTFRL (MTFRL 2013b).

3.2. Caracterización socioeconómica de la MTFRL

3.2.1. Área de influencia

El espacio que comprende la mancomunidad está dentro del área de la Región Trifinio la cual está integrada por tres zonas fronterizas de respectivamente tres países: El Salvador, Honduras y Guatemala, que abarca un total de 7,541 Km², de los cuales 44.7% corresponden a Guatemala, 15.3% a El Salvador, 40% a Honduras (MTFRL 2013a).

La extensión total de la Región representa aproximadamente el 13% de la superficie total de los tres países, abarca 45 municipios; 8 municipios pertenecen a El Salvador, 15 a Guatemala y 22 a Honduras. (MTFRL 2013a).

Específicamente la MTFRL tiene un área de influencia en 18 municipios de los 45 que abarca la región, en Honduras 7 municipios, Guatemala 7 municipios, El salvador 4 municipios, actualmente están en proceso de integración a la mancomunidad otros municipios aumentando el número de los municipios asociados.

3.2.2. Población general

En el año 2011, la población total de los tres países (El Salvador, Guatemala y Honduras) asciende a 29,6 millones de habitantes de los cuales 818,911 (2.7%) residen en los 45 municipios de la Región Trifinio. Un 57 % se concentra en la Región Trifinio Guatemala, 30% en Honduras y 13% de la población en El Salvador. Los cinco municipios con mayor número de habitantes son Chiquimula, Metapán, Jocotán, Esquipulas y Camotán, juntos agrupan el 38% de la población total del Trifinio (MTFRL 2011).

Tabla 1: Distribución de la población por país en la Región Trifinio.

Países	Proyecciones de País 2010	Región Trifinio					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
El Salvador	7,236,173	105,102	107,822	109,763	111,739	113,750	115,797
Guatemala	14,726,434	457,113	465,559	473,939	482,470	491,154	499,995
Honduras	7,680,222	240,704	245,530	249,950	254,449	259,029	263,691
Totales	**29,642,829**	**802,919**	**818,911**	**833,651**	**848,657**	**863,933**	**879,484**

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Se trata de una población conformada por un alto porcentaje de jóvenes y niños, característico de la población rural que aún representa más del 50% de la población total. El 25.8% de la población es menor de 7 años, otro cuarto de la población tiene 7 a 17 años. Ambos grupos (menores de 18 años) conforman el 51.9% del total de la población. La población mayor de 18 años y menor de 59 representa el 41.7% y solamente un 6.5% tiene más de 60 años (MTFRL 2011).

Del total de la población, 48.6% son hombres y 51.4% mujeres. La proporción de población masculina y femenina cambia de acuerdo a las edades. En la población menor a 15 años la distribución es de 1.05 hombres por mujer; entre los 15 y los 64 años la distribución es de 0.89 hombres por mujer, mientras que en la población total la distribución es de 0.94 hombres por mujer. Estas distribuciones cambian debido a las diferentes tasas de mortalidad y migración que existen para hombres y mujeres en ciertos rangos de edad (MTFRL 2011).

De la población existe en la región trifinio, en municipios miembros de la MTFRL existen porcentajes de desnutrición crónica que varían entre el 8.1% en San Antonio Pajonal de El Salvador, al 72.3% en Olopa, Guatemala; en cuanto a pobreza se identifica en El Salvador a San Antonio Pajonal con un 54% de población en condiciones de pobreza, en Honduras a Dolores Merendón con el 74% y en Guatemala, el municipio de Olopa con el 85% con lo cual podemos observar que las condiciones de vida de muchas de las personas que residen en la región trifino no es la adecuada (PRESANCA Y MTFRL 2011).

3.2.3. Índice de desarrollo humano

El Índice de Desarrollo Humano, Se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno.

El Índice de Desarrollo Humano fue desarrollado por el PNUD y logró establecerse a nivel mundial como indicador para medir el desarrollo humano. En la Región Trifinio, se obtienen valores desde 0.448 en Olopa hasta 0.722 en Ocotepeque. El IDH promedio de los municipios de la Región Trifinio es de 0.611. Anexo 1.

3.2.4. Fuentes de trabajo, Infraestructura y Servicios

La producción agropecuaria, así como las actividades artesanales y turísticas son las principales actividades económicas en la Región Trifinio. La producción agrícola es de pequeña escala; la mayoría de los productores cultivan menos de 5 manzanas.

En toda la Región, incluyendo las zonas urbanas, se encuentran hogares que participan en el sector agropecuario. La mayoría de la producción se dedica a granos básicos y café. Para algunas familias rurales, el cultivo de hortalizas es una opción interesante, porque los precios para hortalizas son altos y mercados grandes, como San Salvador, están cerca. Además, existen suelos adecuados y suficiente agua para el cultivo de hortalizas.

Tanto la producción hortícola como la producción de granos básicos (maíz, fríjol, sorgo) están orientadas a satisfacer el consumo local y de

los departamentos vecinos. En muchos casos, la productividad de estos cultivos es baja.

Hay aproximadamente 24,000 ha de café en la Región Trifinio distribuidos en altitudes por arriba de los 900 msnm hasta los 1,600 msnm. El café es una fuente de ingresos importante para las familias campesinas, y también aporta a la economía por su alta demanda por mano de obra temporal que no puede ser satisfecha por la zona misma, sino que se traen obreros de otras partes de Centroamérica.

El sector turismo tiene un potencial para ser desarrollado en la Región Trifinio. Se estima que la Región recibe un promedio de 1.7 millones de personas. El gasto promedio por visitante se estima en 31.50 USD, lo que genera valores totales de 53.55 millones USD por año (CATIE, 2005). El mayor centro de atracción turística de la Región es La Basílica de Esquipulas en Guatemala, con más de un millón de visitantes al año. Otros atractivos turísticos incluyen el Área Protegida Trinacional de Montecristo, la artesanía de los pueblos salvadoreños de La Palma y San Ignacio y las Ruinas de Copán en Honduras.

De los sectores mencionados, sobre todo la actividad turística, la producción de café y el cultivo de hortalizas y aguacate tienen un potencial para un desarrollo económico de la Región y puedan representar una salida a la presente situación de pobreza.

Sin embargo, muchos pobladores deciden salir de la Región para salir de la pobreza: Se estima que de los tres municipios guatemaltecos de Agua Blanca, Esquipulas e Ipala, un 10 % ha emigrado a Estados Unidos. En el lado salvadoreño, entre el 20 y 40% de las familias tienen al menos un familiar en el exterior. En Honduras la emigración es menor y se considera un promedio de 11% a nivel municipal (MTFRL 211).

- **Infraestructura y servicios:** para ello están los siguientes aspectos.

Viviendas con déficit habitacional: se refiere a que las viviendas no están en las mejores condiciones para la vivienda de las personas.

Tabla 2: Viviendas con déficit habitacional.

Indicador / Variable	Viviendas con déficit habitacional
Descripción	% de viviendas con déficit cuantitativo más % de viviendas con déficit cualitativo. El déficit cualitativo se basa en la evaluación de las necesidades básicas insatisfechas (NBI).
Fuente de Información	Censo de población y vivienda
Periodicidad de medición	Cada periodo censal
Observaciones	El método de cálculo del déficit cualitativo sólo es homogéneo para Guatemala y Honduras. En El Salvador, se registran porcentajes más altos porque el método es diferente y el déficit cualitativo se basa en 16 variables.

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Como los métodos de cálculo son diferentes, en los municipios de Honduras y Guatemala se encuentran valores más bajos, que van desde 65% de viviendas con déficit habitacional en Camotán, hasta 10% en San Marcos, mientras en El Salvador los porcentajes son considerablemente más altos, con un rango que varía entre 91% en Citalá y 50% en Metapán. Anexo 1.

Viviendas con cobertura en servicio de agua: En los municipios de la Región Trifinio, en promedio 31% de los hogares carecen de servicio de agua en sus viviendas. La mejor situación se presenta en San Marcos, dónde un 87.5% de los hogares cuentan con servicio de agua, mientras en Cabañas sólo 51.6 % de los hogares lo tienen.

Sorprende que municipios que en otros indicadores presentan condiciones de vida relativamente buenos, poseen bajos porcentajes de cobertura de servicios de agua, como Chiquimula (58.9%) y Copán Ruinas (59.1%). Anexo 1.

Viviendas con cobertura de aguas residuales: Aunque los valores no son comparables entre los países, en el mapa se detallan para ilustrar las diferencias entre municipios de un mismo país. Anexo 1. Resalta que en Guatemala una franja de municipios de Jocotán a Agua Blanca son los más críticos, mientras en Honduras los municipios al sur tienen mayor cobertura que los del norte. En El Salvador, Metapán es el municipio con menor cobertura en servicio de aguas residuales.

Viviendas con acceso a la energía eléctrica: Los últimos censos en Honduras y Guatemala se realizaron a principios de la década de 2000 y muestran todavía una situación de poca cobertura de servicios de

electricidad. El promedio para los municipios de Honduras es de 26 % de viviendas con este servicio, mientras en los municipios de Guatemala son 61 % de las viviendas.

En el Censo de Población del año 2007, los municipios de El Salvador ya tenían un promedio de 85% de cobertura en servicios de electricidad. Es muy probable que Guatemala y Honduras contaran con similares porcentajes en el año 2007, dado que la cobertura en servicios de electricidad se mejoró significativamente en la primera década de 2000. Anexo 1.

Cobertura de red vial: Los datos para elaborar el siguiente mapa se obtuvieron del Sistema de Información Territorial del Plan Trifinio y se basan en las capas nacionales de cada país. No se incluyeron caminos terciarios o rurales de terracería. Según estos datos, la Región Trifinio dispone de 1,894 km de red vial primaria y secundaria, de los cuales 494 km son de red vial asfaltada y 1,400 km corresponden a la red vial secundaria no asfaltada (MTFRL 2013a). Anexo 1.

3.3. Descripción del ambiente físico y biótico

La descripción de cada uno de los elementos que se enuncian en cada apartado se harán de forma general ya que es mucha la información individual de cada lugar; además la información en algunos casos aún no ha sido generada o investigada.

3.3.1. Aspectos geológicos regionales

En la Región Trifinio, las diferentes litologías han dado lugar a una alta variabilidad de material parental distribuido en un relieve heterogéneo y sometido a condiciones climáticas y biológicas muy variables, originando una diversidad de suelos. Entisoles, Alfisoles, Ultisoles, Molisoles, Andosoles existen en diferentes agrupaciones. Anexo 1.

Tabla 3: Descripción de los grupos de suelos en la región trifinio.

Grupo de suelos	Símbolo	Características
Inceptisoles, Entisoles y Vertisoles	Inc, Ent, Vert	Suelos pesados, con problemas de manejo, productivos y poco susceptibles a la erosión
Entisoles, Andosoles y Alfisoles	Ent, And, Alf	Suelos de textura moderadamente, gruesa, susceptibles a la erosión y de poco o medianamente productivos
Andosoles, Alfisoles y Ultisoles	And, Alf, Ult	Suelos profundos arcillosos y muy susceptibles a la erosión y de productividad baja a moderada, apta para cultivos perennes
Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles y Andosoles	Alf, Ent, Inc	Suelos recientes, sin desarrollo, de textura mediana y drenaje restringido. Poco susceptibles a la erosión, y de mediana a alta productividad con drenaje e irrigación
Andosoles, Alfisoles y Entisoles	And, Alf, Ent	Suelo profundo moderado, de textura media a fina, moderadamente susceptibles a la erosión, de productividad moderada, no aptos para cultivos anuales
Andosoles, Entisoles, Alfisoles y Molisoles	And, Ent, Alf	Suelos pedregosos, poco profundos, susceptibles a erosión y de baja o mediana productividad, aptos para la producción forestal o ganadera

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

3.3.2. Suelos

Tabla 4: Descripción de usos potenciales de la región trifinio

Fisiografía	Uso Potencial
Macizos volcánicos y faldas de los volcanes	Suelos de moderadamente alta a alta productividad, no apropiado para cultivos anuales pero si para cultivos permanentes como el café; de preferencia deben permanecer como zonas forestales y a su vez deben ser protegidos por ser fácilmente erosionables.
Pie de monte disectado, inclinado a ondulado, desarrollados sobre materiales piro clásticos, pedregosos, lavas	Suelos de baja a moderada productividad, con buen manejo pueden obtener producciones anuales, son más adecuados para pastos y uso forestal.
Planicie coluvio-aluvial, estribaciones y áreas de valles interiores	El potencial agrícola varía de moderado a alto de acuerdo a los vertisoles y aluviales respectivamente, los primeros por ser muy arcillosos son difíciles de trabajar, pero con buen manejo de la humedad y pedregosidad pueden darse cultivos anuales.
Pie de monte disectado, desarrollado sobre material de toba consolidada, lava y conglomerados volcánicos.	Suelos de baja a moderada productividad, con buen manejo y conservación de suelos pueden obtenerse producciones anuales, son más adecuados para pastos y uso forestal.
Montañas y tierras altas de gran relieve (colinas y laderas del cerro Montecristo), las rocas predominantes son tobas, lavas y materiales piro clásticos	La productividad varia de muy baja a moderada, debido a las altas pendiente, para la mayoría de estos suelos es recomendable su utilización para cultivos y vegetación permanente, café y frutales perennes adaptados al clima frio.
Colinas y montañas, valles altos (volcán Quetzaltepeque, cerro el Pital, cerro la Magdalena, cerro el Tambor)	Productividad de baja a moderada a causa de las fuertes pendientes, la mayoría de las tierras no son apropiadas para cultivos anuales, pero si para bosques y cultivos permanentes como el café y frutas perennes.
Cadena de cerros, laderas y pie de monte; Escarpados e inclinados, algunos sobre roca caliza y marmol (Olopa, cerro chapin, cerro chino)	De baja a moderada productividad, principalmente para pastos y reforestación.
Valles coluvio-aluviales de ligeramente inclinados a planos. (Cuenca alta y media del rio Lempa, rio Copan y Camotán)	Suelos de moderada a alta productividad, para la agricultura intensiva y mecanizada con control de drenaje y las inundaciones con la irrigación y la aplicación de fertilizantes, se aumentaría la producción en la mayoría de estos suelos aluviales.
Cerros y tierras altas quebradas entre montañas (Montaña del Ocotal y el Roblaron)	No aptas para cultivos anuales, apropiada para bosques y pastoreo limitado.

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

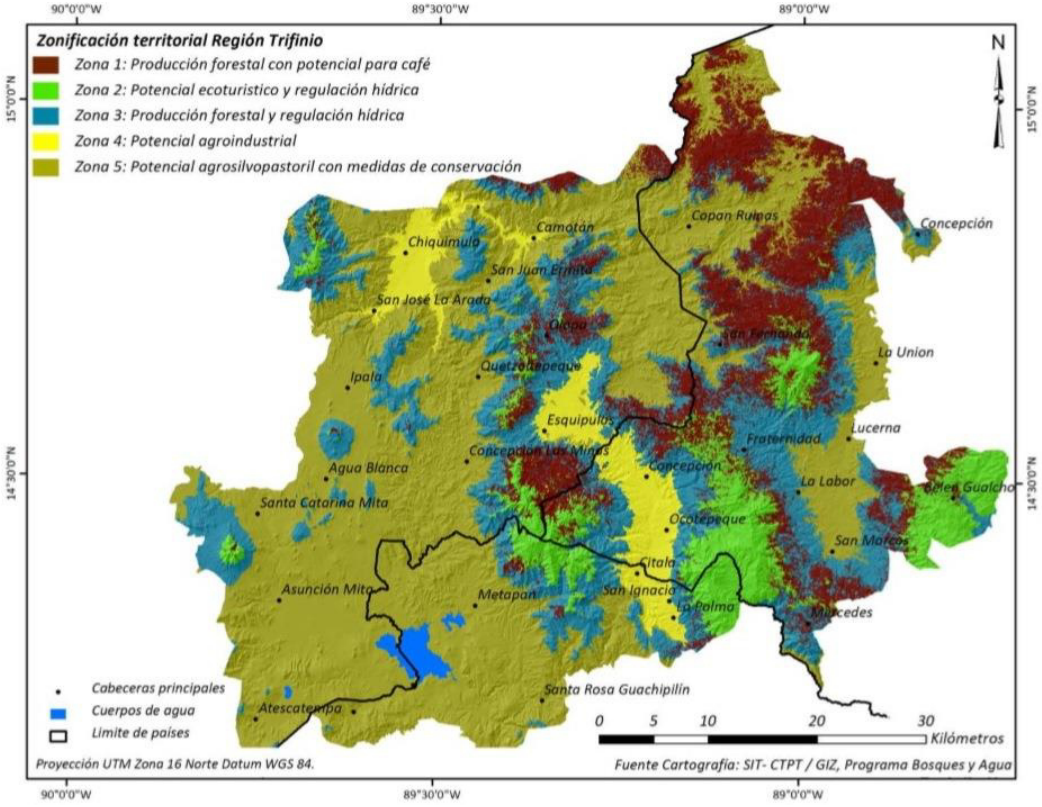
Para llegar a una zonificación territorial de la Región Trifinio, se delimitaron áreas con características similares en cuanto a la capacidad de uso, la fisiografía, la red hidrológica y el tipo de suelos. En el Trifinio, se logran distinguir 5 zonas, que se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 5: Zonificación territorial de la región trifinio

No de Zona	Descripción	% del área total de la Región Trifinio
Zona 1	Zona de producción forestal con potencial para la caficultura y alto valor agregado	14
Zona 2	Zona de potencial eco turístico y regulación hídrica	9
Zona 3	Zona de producción forestal y regulación hídrica	20
Zona 4	Zona de potencial agroindustrial y desarrollo agro empresarial	6
Zona 5	Zona de potencial para el desarrollo agrosilvopastoril con medidas de conservación	51

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Figura 2: Mapa de zonificación territorial



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

3.3.3. Clima

En general, el clima de la Región Trifinio está influenciado por la convergencia intertropical y la actividad ciclónica del Mar Caribe (huracanes y depresiones tropicales), y por el ingreso y paso de frentes cálidos procedentes del Océano Pacífico. En los valles de la Región, el calentamiento del aire superficial favorece la formación de lluvias convectivas (INSIVUMEH, 2010).

El científico Charles W. Thornthwaite de origen Estadounidense desarrolló un sistema de clasificación climática que hoy es ampliamente utilizado. Entre otros, el Ministerio de Agricultura y Ganadería en Guatemala ha generado mapas oficiales con esta clasificación.

En base al sistema de Charles W. Thornthwaite se realizó la clasificación climática para toda la Región Trifinio, considerando la efectividad de la humedad y de la temperatura para el desarrollo de la vida vegetal. Su clasificación se basa en las variables evapotranspiración potencial y humedad relativa. Establece dos índices, la jerarquía de temperatura y la jerarquía de humedad, para definir el carácter del clima.

Las estaciones climáticas de la región Trifinio según la jerarquía de humedad de Thornthwaite se pueden caracterizar como muy húmedo, húmedo o semi-seco. Para las jerarquías de temperaturas, los resultados obtenidos corresponden a cálido, semi-cálido o templado.

Tabla 6: Clasificación climática Thornthwaite para la Región Trifinio: resultados de las estaciones.

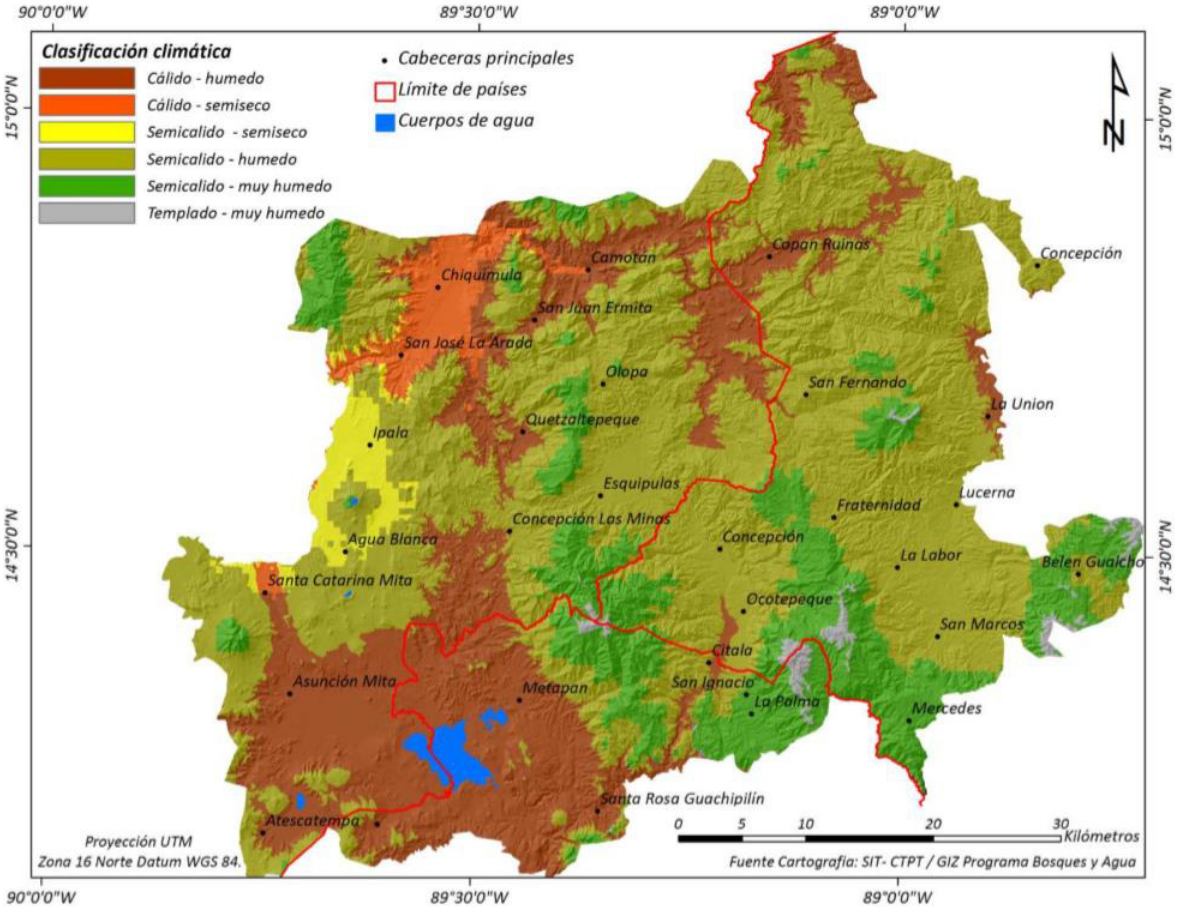
Estación	Nombre	Jerarquía de humedad (i)	Símbolo "i"	Jerarquía de temperatura (y)	Símbolo "y"	Carácter del clima
ELSA15	Guija	89.16	B	140.85	A´	Cálido húmedo
ELSG4	La Palma	186.82	A	114.93	B´	Semicálido muy húmedo
ELSG13	Las Pilas	127.72	A	89.28	B´2	Templado muy húmedo
GUA040402	Esquipulas	127.16	B	119.25	B´	Semicálido húmedo
GUA101301	Asunción Mita	75.82	B	139.41	A´	Cálido húmedo
GUA090303	La Ceibita	84.10	B	146.07	A´	Cálido húmedo
GUA31	Camotán	64.85	B	125.055	B´	Semicálido húmedo
ELSA31	Planes de Mont	208.11	A	85.905	B´2	Templado muy húmedo
HONU718	N. Ocotepeque	59.025	C	130.275	A´	Cálido semiseco
HONU717	Santa Rosa	90.18	B	114.21	B´	Semicálido húmedo

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Como se puede observar en el siguiente mapa, el clima más frecuente en la Región Trifinio es el semi-cálido húmedo. Se extiende al mayor parte del Trifinio hondureño, así como a la región noreste del Trifinio guatemalteco. El clima cálido húmedo se encuentra alrededor del Lago de Guija y en los valles en las zonas de San Juan Ermita, Camotán y Copán Ruinas.

El clima muy húmedo, sea semi-cálido o templado, se da en las zonas altas del territorio, como en el macizo Montecristo, El Pital, la Montaña de Guisayote y el Cerro Celaque. Las zonas más secas (clasificadas como semi-secas cálidas o semi-secas semi-cálidas) se encuentran en la sub región de Chiquimula y las partes bajas del Volcán de Ipala.

Figura 3: Mapa de clasificación climática según Thornthwaite.



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

3.3.3.1. Precipitación

Los promedios de las precipitaciones mensuales y anuales que se registraron en los últimos veinte años (1990 – 2010) se muestran en Tabla 7. Las precipitaciones anuales más bajas se midieron en las estaciones de Nueva Ocotepeque (909.1 mm) y La Ceibita (962.1 mm); mientras que las más elevadas están en La Palma (2,369.2 mm) y Planes de Montecristo (2,189.7 mm). Las precipitaciones por mes se diferencian claramente en una época seca de noviembre a abril y otra lluviosa de mayo a octubre. Durante julio y agosto disminuye la lluvia por 20 a 30 días (Buch, Jiménez, 2009).

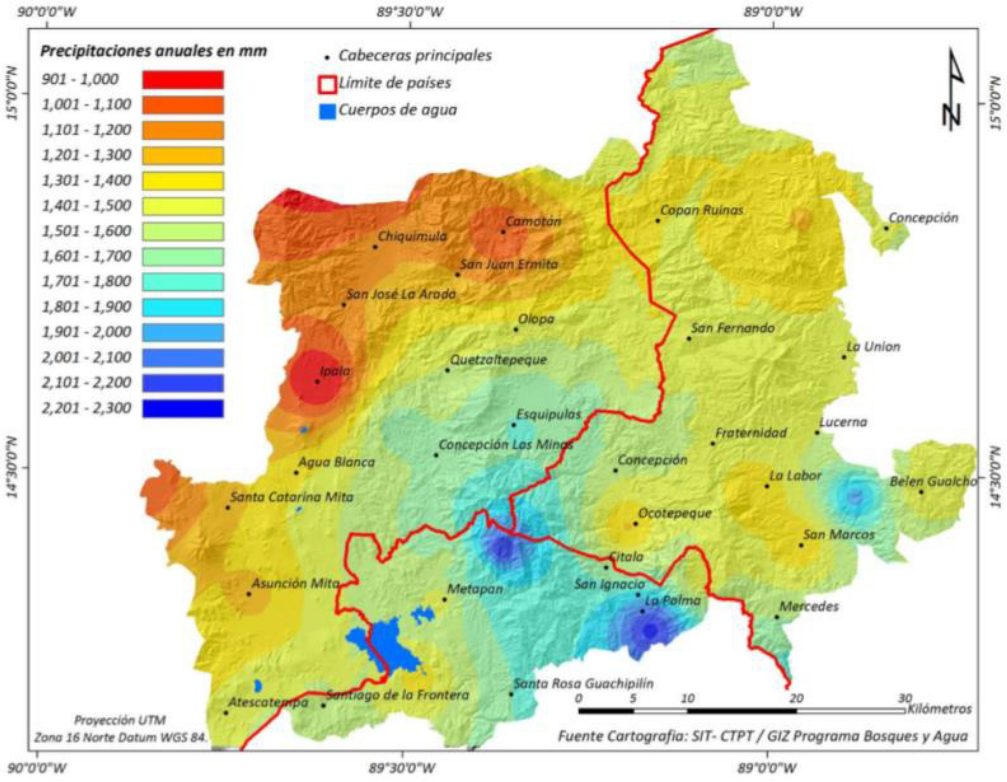
Tabla 7: Promedio de precipitaciones mensuales por estación en la Región Trifinio (mm)

Nombre	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	anual
Guija	2.8	2.2	8.5	71.1	176.0	234.6	215.9	223.4	273.6	137.4	41.8	4.1	1391.0
La Palma	3.3	8.3	22.9	73.7	258.3	476.1	323.3	366.6	478.9	295.4	57.3	5.4	2369.2
Las Pilas	5.1	4.2	15.9	35.4	151.0	261.5	215.7	221.8	320.9	168.4	33.9	6.9	1440.6
Esquipulas	9.2	5.8	14.2	47.2	160.4	305.8	271.2	285.6	360.1	196.5	41.1	18.2	1715.4
Camotán	4.7	3.5	8.8	37.2	119.2	271.2	168.0	184.5	229.4	115.4	27.6	10.8	1180.3
Asunción Mita	0.9	2.5	4.7	28.0	169.5	284.8	203.5	205.3	286.9	144.0	20.5	6.2	1354.7
La Ceibita	0.4	0.5	3.5	18.3	104.1	220.4	153.8	160.0	186.7	113.2	27.0	5.4	962.1
Planes de Montecristo	10.2	10.0	27.0	84.7	238.0	429.5	317.5	310.1	435.3	234.6	69.5	23.5	2189.7
Nueva Ocotepeque	0.9	4.2	10.9	27.2	150.1	262.7	224.5	228.8	260.9	163.5	32.0	2.8	909.1
Santa Rosa de Copán	29.4	22.7	18.8	31.6	91.5	236.3	172.7	150.9	243.2	132.3	73.5	42.7	1221.7

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Del mapa generado se identifican tres regiones (Figura 4): la más lluviosa que se ubica en el área de influencia de las estaciones de La Palma y Montecristo con precipitaciones entre 1,900 y 2,300 mm. Precipitaciones intermedias entre los 1,400 y los 1,800 mm se registran en los municipios del Trifinio hondureño y en una faja que atraviesa de norte a sur los municipios guatemaltecos de Camotán hasta Asunción Mita. La región seca del Trifinio se caracteriza por precipitaciones entre los 900 y 1,300 mm y se ubica en los municipios del noreste de la Región, todos en la República de Guatemala.

Figura 4: Precipitaciones anuales en mm



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

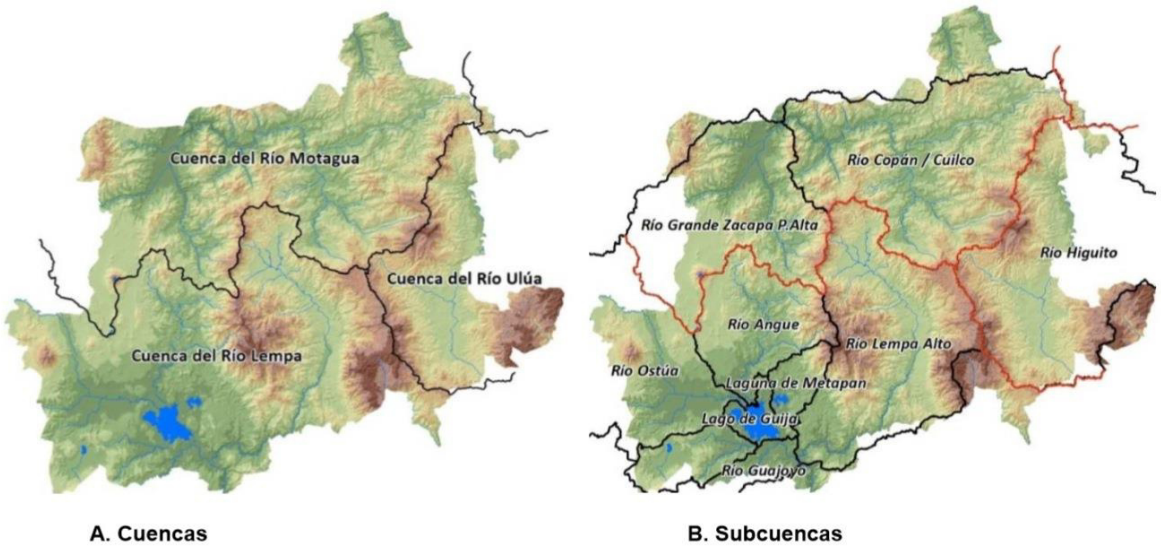
3.3.4. Hidrología

3.3.4.1. Red hídrica superficial

La Región Trifinio cuenta con un sistema hídrico de importancia regional para América Central. La red hídrica superficial está conformada por partes de tres grandes cuencas (Figura 5A): la cuenca trinacional del Río Lempa, la cuenca binacional del Río Motagua y la cuenca nacional del Río Ulúa.

Las tres grandes cuencas se dividen en diez sub cuencas (Figura 5B): siete en la cuenca del Río Lempa, dos sub-cuencas que drenan hacia el Río Motagua y la sub-cuenca del Río Higuito que forma parte de la cuenca del Río Ulúa.

Figura 5: Cuencas y Sub-Cuencas Trifinio



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

3.3.4.2. Zonificación hídrica subterránea en la región trifinio

Las zonas de recarga hidrogeológica son las áreas del territorio que por sus condiciones físicas, geológicas y topográficas, permiten la infiltración del agua proveniente de la lluvia (precipitación), hacia las zonas dentro del subsuelo para lograr su almacenamiento. La salida a la superficie de estas aguas se da en forma de fuentes (nacimientos, manantiales, ojos de agua), o por la extracción de agua a través de pozos.

En la Región Trifinio se identifican cuatro tipos de zonas hidrogeológicas en función de la capacidad para almacenar y transmitir el agua subterránea: Anexo 1.

- **Zonas de alta infiltración o áreas de recarga hídrica:** Tienen que protegerse para asegurar el abastecimiento de agua tanto en cantidad como en calidad. Aquí se recomienda mantener o restablecer el bosque y restringir cualquier actividad agrícola e industrial.

- **Zonas de infiltración media, dónde el nivel de agua se encuentra muy profundo:** Se pueden desarrollar actividades

humanas y agrícolas de manera restringida en cuanto al uso de fertilizantes y pesticidas. Los asentamientos humanos pueden establecerse con la utilización de fosas de hoyo como saneamiento básico.

- **Zonas de infiltración media, dónde el nivel de agua se encuentra muy cercano a la superficie:** Por esta cercanía son medianamente vulnerables pero son propicias para asentamientos humanos con sistema de alcantarillado o letrinas aboneras. En las actividades agrícolas y ganaderas se deben evitar la utilización de fertilizantes y agroquímicos de alta toxicidad.

- **Zonas de baja infiltración,** que por su baja vulnerabilidad a la contaminación del agua son propicias para el establecimiento de asentamientos humanos, localización de sitios de disposición de desechos sólidos, actividades agrícolas y ganaderas con restricciones mínimas.

3.3.5. Calidad de agua

Con el fin de obtener datos de la calidad del agua en las principales sub-cuencas de la Región Trifinio, se seleccionaron 10 puntos de interés localizados al final de dichas sub-cuencas. En estos puntos de monitoreo, se midieron un total de 11 parámetros químicos y físicos que son claves para la calidad de agua. Estos parámetros miden:

- Cantidad de materia orgánica, determinada por el oxígeno disuelto.
- Materia bacteriológica presente, establecida por coliformes totales o fecales 4 y Escherichia coli.
- La materia orgánica señalada por la concentración de iones de Hidrógeno (pH), y nutrientes (nitratos, fosfatos, amonio).
- Sales disueltas, determinado por la dureza total y conductividad eléctrica.
- Sólidos totales disueltos.
- Temperatura.

Para el análisis de los resultados del monitoreo, se compararon los resultados obtenidos en las mediciones con los parámetros permisibles

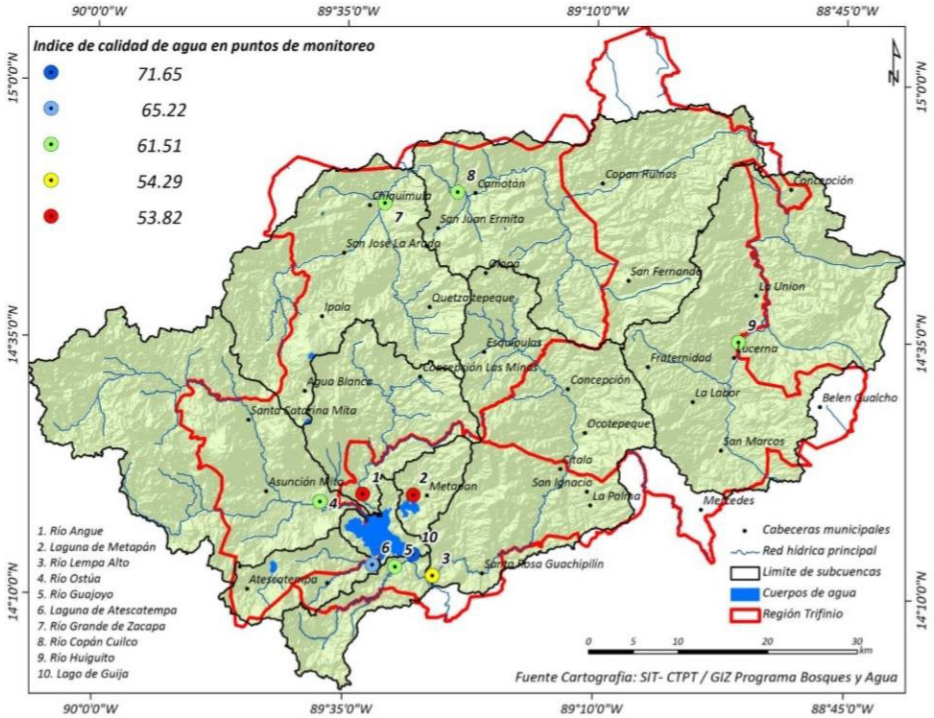
para cada dato. Los parámetros permisibles utilizados fueron extraídos de las normas de calidad de agua potable de cada uno de los tres países: El Salvador (Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable 2008, NSO 13.07.01:08), Guatemala (Norma Guatemalteca Obligatoria 2000, NGO 29.001.98) y Honduras (Norma Técnica para Calidad de Agua Potable, 1995).

Tabla 8: Parámetros permisibles y unidades de medida de la calidad de agua.

Parámetro en estudio	Unidad	Valor permisible
Nitrato (NO3)	mg/l	<45*
Amonio (NH4)	mg/l	0.5*
Ph	no aplica	6.0-8.5*
Fosfato (PO4)	mg/l	No hay directriz
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Oxígeno disuelto (O2)	mg/l	No hay directriz
Dureza total	mg/l de CaCO3	500*
Conductividad eléctrica	µS/cm	<1500**
Temperatura	℃	15<T<34**
Bacterias coliformes totales	UFC / 100ml	0
Bacterias coliformes fecales	UFC / 100ml	0
Escherichia coli	UFC / 100ml	0

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Figura 6: Mapa de los puntos de muestreo y resultados de la calidad de agua.



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Con los resultados de las mediciones se calculó el valor del índice de calidad de agua ICAUES. Este índice fue desarrollado por la Universidad del Salvador. Como primer paso, se le asigna a los parámetros obtenidos en las mediciones un puntaje de 1 a 100 según su compatibilidad con los límites permisibles para consumo humano y vida acuática. Luego, los puntajes de cada parámetro se multiplican con un valor de ponderación, y los resultados se suman para tener el valor final del Índice, que es un valor entre 1 y 100 (Tabla 9). Para fines de este estudio, los puntajes se asignaron a los promedios de los valores obtenidos en las diferentes mediciones.

Tabla 9: Interpretación del puntaje ICAUES.

Puntaje ICAUES	Interpretación
91 – 100 Excelente	Apta para el consumo sin poder en riesgo a la salud humana. Permite el desarrollo óptimo de peces
71 – 90 Buena	Presenta poca probabilidad de riesgo a la salud humana, por lo que es preciso monitorear fuente e identificar origen de contaminación. Permite tratamiento mediante métodos caseros. Permite el desarrollo de peces.
51-70 Regular	Sobrepasa los límites de calidad de agua establecidos en normativas de salud, representando un riesgo a quien la consuma. Requiere de un proceso de potabilización profunda. Permite el desarrollo limitado de peces.
26-50 Mala	Amenaza para el consumo humano, requiere de tratamiento especializado. Alta probabilidad que no puedan desarrollarse peces
0-25 Pésima	No apta para el contacto ni consumo humano. No permite el desarrollo de peces.

Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Actualmente en el año 2013 se hacen monitoreos en 17 puntos y se hacen mediciones de más parámetros para llevar un seguimiento histórico en la calidad del agua de los ríos antes mencionados.

3.3.6. Vulnerabilidad a desastres y amenazas naturales

- **Deslizamientos:** Las propiedades físicas de los suelos determinan el grado de la estabilidad y por lo tanto, influyen mucho en la susceptibilidad a deslizamientos. Otros factores importantes son la estructura geológica y las condiciones hidrogeológicas de la zona.

  En la Región Trifinio, la combinación de suelos áridos, con formaciones rocosas ampliamente fracturadas y zonas de alta pendiente provoca erosión que conlleva a la formación de cárcavas así como a deslizamientos.

  Un estudio realizado por el Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales de Guatemala ha identificado sitios donde se

manifiestan deslizamientos en las siguientes zonas: Cárcava El Zompopero y El Hormiguero en los municipios de San Ignacio y La Palma, El Salvador, cuenca del Río Marchala a la altura de la Vieja Ocotepeque, Honduras y en la zona de Concepción Las Minas en Guatemala.

En los últimos cien años, hubo dos deslizamientos de gran magnitud en la Región Trifinio. Sin embargo, según los registros de INSIVUMEH, el Trifinio presenta una baja actividad de deslizamientos comparado con otras zonas de Guatemala (MTFRL 2013a). Anexo 1.

- **Inundaciones:** Las inundaciones en la Región Trifinio son provocadas por ciclones tropicales, tormentas convectivas o huracanes. El uso inadecuado de la tierra y el drenaje son factores que aumentan el riesgo por inundaciones. Causan aumentos en el caudal de los cauces y en consecuencia, desbordamiento de los ríos en las partes más bajas. La destrucción de puentes, caminos y líneas de comunicación son los efectos más frecuentes. Además, pueden provocar deslizamientos, daños a viviendas y a la producción agrícola. Anexo 1.

- **Sismos:** La mayoría de los terremotos centroamericanos ocurren a lo largo de la zona de subducción submarina y dentro de la cadena volcánica terrestre. Anexo 1. Otra área importante con actividad sísmica significativa es la zona Motagua-Polochic, que está afectada por un sistema de fallas de desgarre con movimiento siniestral en el flanco noroeste de la región. Corre a través de Guatemala desde la zona de fractura de Swan en el Mar Caribe y marca el límite entre las placas Caribe y Norteamericana.

  En el Trifinio, el riesgo sísmico es particularmente alto en las zonas de alta densidad poblacional, ya que estas son más vulnerables. Los terremotos en la zona de la subducción en Centroamérica pueden alcanzar magnitudes de hasta M = 8 en la escala de Richter y pueden afectar áreas extensas con relativamente altas aceleraciones de suelo. Sin embargo, las áreas epicéntricas con la aceleración máxima se sitúan en el Océano Pacífico.

3.3.7. Biodiversidad

Con respecto al recurso flora se tiene conocimiento de los bosques y su cobertura, tal como el uso del suelo en los municipios descritos en las siguientes tablas.

EL SALVADOR									
Municipio	Extensión (Km^2)	Cobertura y uso del suelo							
		Agroforestal		Bosque Coníferas		Bosque Latifoliado		Bosque Mixto	
		Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie
Citalá	69.2	1892.32	27.35	383.03	5.54	342.36	4.95	982.6	14.2
Metapán	689.8	7094.73	10.29	2603.05	3.77	1532.69	2.22	5179.9	7.51
San Antonio Pajonal	48.8	71.9	1.47	0.08	0	0.5	0.01	8.33	0.17
Candelaria de la Frontera	101.95	2201.2	21.59	0	0	896.2	8.79	0	0
Texistepeque	168.46	3992.5	23.7	0	0	0	0	0	0

Fuente: Estado de la Región Trifinio, Variables e indicadores por municipio 2011; SIG Trifinio 2010.

HONDURAS									
Municipio	Extensión (Km2)	Cobertura y uso del suelo							
		Agroforestal		Bosque Coníferas		Bosque Latifoliado		Bosque Mixto	
		Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie
Concepción	116.5	2225.88	19.11	2541.27	21.82	237.67	2.04	2398.8	20.59
Ocotepeque	174.6	4117.07	23.57	1619.76	9.27	2242.75	12.84	3587.16	20.54
Sinuapa	125.7	2779.46	22.1	1347.78	10.72	1958.18	15.57	3702.78	29.45
Santa Fe	68.5	832.85	12.17	1160.03	16.95	1053.25	15.39	1440.93	21.05
Fraternidad	92.5	800.28	8.65	2201.37	23.79	583.78	6.31	2757.34	29.8
Dolores Merendon	41.2	501.84	12.19	499.01	12.12	199.76	4.85	1761.93	42.79

Fuente: Estado de la Región Trifinio, Variables e indicadores por municipio 2011.

GUATEMALA									
Municipio	Extensión (Km^2)	Cobertura y uso del suelo							
		Agroforestal		Bosque Coníferas		Bosque Latifoliado		Bosque Mixto	
		Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie	Área (ha)	% superficie
Asunción Mita	501.4	1849.81	3.69	0.81	0	7.82	0.02	498.49	0.99
Camotan	226.4	1419.57	6.27	2149.44	9.49	205.95	0.91	4937.8	21.81
Concepción las Minas	213.9	1863.45	8.71	2912.73	13.62	1271.47	5.94	3775.71	17.65
Esquipulas	500.4	3541.81	7.08	6706.41	13.4	2079.27	4.16	9649.05	19.28
Ipala	229	508.53	2.22	196.83	0.86	10.34	0.05	293.95	1.28
Jocotan	248	2059.01	8.3	1856.89	7.49	77.73	0.31	2393.34	9.65
Olopa	112.2	942.46	8.4	1480.85	13.2	291.48	2.6	2405.39	21.44
San Juan Ermita	80.6	909.46	11.29	381.69	4.74	28.29	0.35	900.78	11.18
Santa Catarina Mita	197.4	923.83	4.68	0.27	0	16.47	0.08	803.72	4.07
El Progreso	99.65	0	0	0.69	0.0069	0	0	10.25	0.1028

Fuente: Estado de la Región Trifinio, Variables e indicadores por municipio 2011; SIG CUNORI 2003

3.3.8. Áreas protegidas y Ecosistemas

Para conservar la riqueza de ecosistemas que existe en la Región de Trifinio, se ha creado un sistema de áreas naturales protegidas oficiales. En total, 15% del territorio pertenece a una de las siguientes áreas protegidas.

Tabla 10: Listado de áreas protegidas y ecosistemas de la región trifinio.

Área protegida	Categoría de manejo	País
Montaña el celaque	Parque nacional	Honduras
Erapuca	Refugio de vida silvestre	Honduras
El Pital	Reserva de biosfera	Honduras
Guisayote	Reserva de biosfera	Honduras
Montecristo	Reserva de biosfera	El Salvador
San Diego la Barra	Parque Nacional	El Salvador
Volcán Pacayita	Reserva Biológica	Honduras
Volcán Ixtepeque	Zonas de veda Definida	Guatemala
Volcán Suchitan	Parque Regional Municipal	Guatemala
Volcán y laguna de Ipala	Área de usos múltiples	Guatemala
Volcán Quezaltepeque	Parque municipal	Guatemala
Cerro las Cebollas	Parque Municipal	Guatemala
Volcán Las víboras	Zona de veda definitiva	Guatemala
Lago de Güija	Por definir	Guatemala

Fuente: Elaboración propia EPS-GAL, 2013.

3.3.9. Zonas de vida

En el territorio de la Cuenca Alta del Río Lempa CARL, se derminaron las zonas de vida según la clasificación Holdrige:

- **Bosque seco tropical: (bs-T):** Está presente en los alrededores del lago de Guijan y Metapan. La biotemperatura es de 24.2 ºC y la precipitación anual de 1301 mm. Esta zona se caracteriza por sus pendientes pronunciadas, especialmente las cubiertas con lava sin uso agropecuario.

- **Bosque húmedo Subtropical (bs-S):** La temperatura media anuales de 24 ºC y en las partes altas es de 22 ºC, la biotemperatura promedio anual no llega a los 24 ºC la precipitación por año varia de 1400 mm a 2000 mm. En la zona existe un régimen de distribución de lluvias durante 6 meses del año y 6 meses secos.

- **Bosque muy húmedo Subtropical: (bmh-S):** Es la zona inmediata superior al húmedo subtropical (fresco), desde los 1000 msnm hasta los 1500 msnm, con una biotemperatura de 22 ºC y precipitaciones mayores a 2000 mm promedio anual.

- **Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh- MB):** Las áreas de coníferas están comprendidas dentro de esta formacionentre las que se pueden incluir El Pital y Montecristo, partes altas de Ocotepeque y Esquipilas.

- **Bosque muy húmedo Montano (bmh-M):** Es la zona que corresponde a la parte más alta como el Pital y otros puntos de la cordillera fronteriza con Honduras. Tiene entre 2500 y 2700 msnm, una topografía muy accidentada y suelos latosoles húmicos-hidromorficos; la temperatura media, varia de 6 a 12 ºC y la precipitación anual de 1000 a 2000 mm. N esta zona hay posibilidad de que sucedan escarchas y heladas, la estación seca se reduce a 3 a 4 meses. (MTFRL 2013a).

3.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

3.4.1. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la MTFRL

Mediante este análisis se analizan las características internas de la unidad, así como lo que respecta al ámbito externo medioambiental y social del área en la cual tiene influencia la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Rio Lempa.

La información recopilada da como resultado el siguiente análisis FODA.

Tabla 11: Análisis FODA de la MTFRL y el área de influencia de los proyectos.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
1. **Cuentan con políticas públicas con incidencia en los 3 países**	a. Apoyo e inversión proveniente de la cooperación internacional (URBAL-PRESANCA, UE, otros)	1. Personal limitado laborando dentro de la mancomunidad	a. Vulnerabilidad a desastres naturales por la topografía del territorio e infraestructura
2. **Generación de empleo en la región y estrategias para el desarrollo**	b. Enlaces con las corporaciones municipales y mancomunidades de los tres países	2. Desinterés por parte de algunos gobiernos locales para la implementación de proyectos ambientales y de desarrollo en sus comunidades	b. Avance de la frontera agrícola en la región Trinacional
3. **Trabajo conjunto con el PRESANCA, Seguridad Alimentaria Nutricional**	c. Fortalecimiento de una cultura ambiental adecuada con el apoyo de centros educativos	3. Analfabetismo, desnutrición y pobreza presente en la región	c. Inflación de los insumos, que significa limitación de los recursos en las áreas de pobreza
4. **Personal responsable y competente**	d. Apoyo con otras organizaciones para las mejoras en los recursos naturales del área trifinio	4. No empoderamiento de las políticas públicas transfronterizas por entes estratégicos	d. Incremento de zonas cafetaleras y beneficios de café en áreas cercanas a los afluentes de la CARL
5. **Generación e Implementación de proyectos ambientales y de desarrollo**	e. Convenios con entes para el manejo adecuado del recurso hídrico	5. Contaminantes vertidos a los cuerpos hídricos por la producción agropecuaria	e. Incremento de la porcinocultura en el municipio de Asunción Mita
6. **Alianzas estratégicas y trabajo conjunto organizaciones locales, nacionales y extranjeras**	f. Estudiantes de EPS disponibles para actividades que desarrolla la mancomunidad	6. No se respeta la legislación ambiental de los tres países por las empresas productoras y no hay conciencia ambiental en las personas	f. Descontento de las comunidades a querer cambiar el concepto de una cultura ambiental
7. **Monitoreo de los principales afluentes de la cuenca alta del Rio Lempa**	g. Estudiantes de MARSAN brindan acompañamiento para llegar y brindar asistencia técnica a los municipios	7. Zonas agrícolas en la región que degradan los recursos naturales, suelos, bosques, agua.	g. Negación del trabajo en equipo de las personas en las comunidades donde se desarrollan los proyectos

8. Capacidad financiera	h. CEDESAN en varias municipalidades socias de la mancomunidad	8. Contaminación del rio lempa por aguas mieles, en las zona cafetaleras	h. Cambio de gobierno nacional o local.
9. Disponibilidad del personal que labora en la MTFRL para apoyar en distintos temas	i. OBSAN, Observatorio de Seguridad Alimentaria Nutricional	10. Limitantes en la disponibilidad de vehículos dentro de la mancomunidad para el seguimiento de los proyectos	
10. Zonas de producción agropecuaria fuertes, fortaleza para la economía de la región y el desarrollo	j. Apoyo de instituciones para la implementación de políticas públicas.	11. No hay estructura organizacional bien definida, en lo interno de la mancomunidad	
11. Se cuenta con un SINTET, Sistema de Información Territorial Trinacional			
12. PIDET trinacional, Plan Integral de Desarrollo Estratégico Territorial			
13. Reuniones mensuales en la mancomunidad por todos quienes la conforman, presentación de avances del período			

Fuente: Edvin Estuardo Ramírez Arana, EPS-GAL 2013.

De la combinación de algunos aspectos del análisis surgen algunas estrategias y aspectos de relevancia de la MTFRL entre otros.

Tabla 11: Matriz FODA

Estrategias FO	**Estrategias DO**
9-C. Talleres de sensibilización en centros educativos para el fortalecimiento de una cultura ambiental y de SAN.	**1-f & g.** Contribución de los estudiantes de práctica de EPS y MARSAN en los temas que aborda la mancomunidad.
3-g. Se agradece el esfuerzo realizado para poder liberar de desnutrición la región trifinio.	**7-d.** Trabajo conjunto con instituciones que velan de para la protección del medio ambiente.

4-b. El trabajo coordinado con estas corporaciones municipales y mancomunidades en base a las políticas públicas transfronterizas puede lanzar nuevas estrategias de desarrollo. **1-h.** Las políticas públicas pueden ser promocionadas y divulgadas a través de los CEDESANES, TecniSAN, de las municipalidades en su propio municipio. **11-a & b & d.** El SINTET es muy útil a nivel internacional y local, ya que es una fuente de datos para bajar información precisa que ya ha sido proporcionada por las municipalidades y otras investigaciones concluidas.	**3-a & f & g.** Con el apoyo proveniente de la cooperación internacional se pueden elaborar proyectos que influyan sobre el problema que atraviesa la población. **4-h & i**. Con la ayuda de los CEDESAN y OBSAN, se puede lograr la completa divulgación de las políticas para propiciar el empoderamiento de los entes y hacerles de su conocimiento a la población.
Estrategias FA	**Estrategias DA**
1-d & e. Las políticas públicas que inciden en los 3 países son una herramienta útil para aplicar presión a los indóciles de la región trifinio. **10-e**. Es necesaria la creación de un reglamento que regule las empresas de porcinocultura en la región trifinio, en especial en el área más fuerte, Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala. **2-b.** Las estrategias para el desarrollo deben ir encaminadas a mantener los recursos naturales, hacer un uso racional de ellos. **9-a.** Con la disponibilidad del personal y la colaboración de los estudiantes de EPS, se pueden realizar charlas de sensibilización sobre el cambio climático y prevención de desastres. **12-h.** La mancomunidad cuenta con el PIDET trinacional, el cual lo poseerán los CEDESAN, en las municipalidades y puede ayudar para la toma de decisiones de las corporaciones municipales hacia dónde invertir.	**7-e.** El incremento de la porcinocultura puede afectar gravemente la calidad del agua de la región, afectando la salud de los pobladores. **8-f.** Es un trabajo muy difícil hacer cambiar de parecer y tratar de hacer que los propietarios inviertan para la mitigación de sus impactos. **2-b**. Si los gobiernos locales no cooperan no se logrará recuperar los recursos que ya se perdieron ni preservar con los que contamos.
Estrategias FD	**Estrategias OA**
5-5 & 3. La mancomunidad genera proyectos ambientales para la mitigación de impactos derivado de este tipo de problemas y de desarrollo como en el caso de la pobreza y alfabetización. **3-3.** El trabajo conjunto con el PRESANCA, es de gran peso ya que colabora para erradicar el analfabetismo y formar cultura de seguridad alimentaria y eco-tecnologías de producción. **8-1.** Con la capacidad financiera que se cuenta se puede gestionar la contratación de personal para que sea parte de la mancomunidad y favorece la generación de empleo de los países. **6-10.** Con las alianzas que se cuentan, y con una coordinación-planificación anticipada se puede lograr el	**f-a.** Estudiantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, con conocimientos sobre los temas de desastres, pueden apoyar para la elaboración de un plan de sensibilización. **i-f.** El OBSAN se encarga de recopilas información de área y genera lineamientos para la solución de problemas que surgen, como el descontento de las comunidades. **c-b.** Los centros educativos deben apoyar bastante en el tema de la educación, formando en los pequeños conciencia ambiental.

apoyo con otras entidades para lograr cubrir el trabajo de campo. **13-9.** Aprovechar estos espacios de reunión mensuales para tocar temas de interés importantes como lo es la estructura organizativa de la MTFRL. **10-7.** Se pueden buscar alternativas para la minimización del impacto ambiental en las zonas de producción agropecuaria, utilizando sus residuos para más utilidades en otros lugares.	

Fuente: Edvin Estuardo Ramírez Arana, EPS-GAL 2013.

3.4.2. Problemas ambientales en el área de la MTFRL

Dentro de los principales problemas ambientales identificados en el área podemos mencionar:

Incremento de la tala ilícita de árboles a causa de la pobreza existente en la región y la industria, específicamente en las áreas rurales montañosas.

Ausencia de conciencia ambiental en personas que continúan contaminando el medio ambiente creando botaderos de basura.

Empresas que violan la legislación ambiental de su país y causan impactos negativos al medio ambiente en sus procesos productivos.

La educación en las escuelas no tiene enfoque al cuidado y mantenimiento del medio ambiente.

La topografía del área y las condiciones económicas la vuelven vulnerable a la población de la región ante amenazas naturales, esto causa que estén en un estado de riesgo.

3.4.3. Principales Impactos Ambientales en el área de la MTFRL

La **deforestación** de los bosques de la región trifinio debido al avance de la frontera agrícola.

La **erosión del suelo** a causa de la disminución de la cobertura vegetal y **desaparición de zonas de recarga hídrica.**

Contribución al **calentamiento global** por medio de producción de gases de efecto invernadero.

Degradación de los suelos por **uso inadecuado de los agroquímicos**, y contaminación del agua por los mismos.

Contaminación del agua superficial y mantos freáticos por la producción agrícola, ganadera, porcina, acuícola, que puede causar problemas en la salud de la población.

4. ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADAS

Derivado de los problemas ambientales y los principales impactos ambientales identificados en el área, se desarrolló las siguientes actividades en beneficio de la zona de cobertura de la MTFRL y de acuerdo al plan de trabajo que tienen contemplado. Algunas imágenes de las actividades realizadas se pueden observar en el anexo 2.

4.1. Elaboración de contenidos técnicos para la guía de alfabetización de la ECASAN, del Programa de Alfabetización para la Seguridad Alimentaria Nutricional –AlfaSAN– con enfoque a la Seguridad Alimentaria y cuidado del medio ambiente.

a. Descripción

El programa AlfaSAN consiste en alfabetizar a personas mayores de 15 años, desarrollar conocimientos sobre la importancia de una buena alimentación, opciones para la producción de algunas hortalizas con enfoque de desarrollo sostenible, cuidado sobre el bebé en los primeros meses de vida y el cuidado del medio ambiente.

Los documentos que se utizan para la alfabetización fuerón validados y se están implementandoque como proyecto piloto AlfaSAN Alfabetización para la Seguridad Alimentaria y Nutricional, en el cual también se integra la Escuela de Campo para la Seguridad Alimentaria Nutricional -ECASAN-, que consiste en la realización de prácticas de campo con los estudiantes.

La metodología de enseñanza o alfabetización esta compuesta de dos partes, parte teórica (libro para el alumno) y parte práctica (guía para el facilitador), trabajaron especialistas en alfabetización en la parte teórica mientras que para la elaboración de la la guía de práctica para el facilitador se apoyo en brindar contenidos técnicos a desarrollarse en la ECASAN.

El trabajo consistió en brindar colaboración de contenidos técnicos para la creación de la guía de prácticas que la utiliza el facilitador o maestro en el

grupo de alfabetización, para realizar prácticas de campo en la ECASAN complementando la educación teórica y práctica e implementando conocimientos sobre el cuidado del medio ambiente.

b. Objetivo

Contribuir con la concientización en temas de seguridad alimentaria y cuidado del medio ambiente mediante el apoyo en la elaboración de la guía de prácticas de campo del programa AlfaSAN.

c. Meta

Elaboración de una guía de alfabetización para el alumnado y una guía de prácticas para el facilitador de las clases en la ECASAN, y tener los documentos listos antes de finalizado el periodo de EPS.

d. Procedimiento

Se realizaron visitas de campo a cada una de las comunidades, en las que ya se estaba trabajando con el proyecto piloto AlfaSAN, para la validación de la metodología, con el objetivo de conocer la realidad en cada uno de los grupos alfabetizados de los países, entre estas:

Lugar Peri-urbano; Brisas el Pedregal, Sinuapa, Honduras.
Lugar Étnico; Tituque Abajo, Olopa, Guatemala.
Lugar Rural; Cantón El Carmen, San Ignacio, El salvador.

Se trabajó en conjunto con los impulsores de la metodología de enseñanza, utilizada para acoplar la parte didáctica, con la práctica de cada uno de los temas que aparecen en la guía.

Se hicieron consultas con expertos en cada uno de los temas contemplados para poder determinar qué tipo de prácticas se podrán realizar.

Se contempló en cada una de las prácticas poner siempre el componente ambiental y su importancia.

e. Recursos

Físicos: Transporte para la movilización a las comunidades, libros de propiedades de alimentos y nutricionales, aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, herramientas de cómputo entre otros.

Humanos: Personal profesional involucrado en la metodología impulsada, expertos en los temas contemplados y estudiante de EPS.

f. Evaluación

Se logró finalizar la elaboración de los documentos útiles en la alfabetización de las personas y su metodología fue validada, con lo cual se obtuvo dos documentos denominados de la siguiente manera: Cartilla del Alumno, Guía del facilitador comunitario, en los cuales se tuvo participación. Anexo 3.

El aporte de contenidos técnicos que se logró al final fue en los dos documentos mencionados anteriormente, a un inicio se creía que la guía del facilitador sería únicamente una revista en la cual él podría revisar unas sugerencias para sus prácticas de campo, sin embargo finalizó en un libro de preparación y enseñanza para el facilitador.

Durante los dos meses estimados para esta actividad se trabajó en la creación de prácticas de temas que a su vez, por cambios en la validación de la metodología, fueron modificadas en el proceso de dar los aportes técnicos.

4.2. Gestión ambiental integral de empresas productoras y comercializadoras de porcinos, en el Municipio de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala.

a. Descripción

Se ejecutó el proyecto de biodigestores para la reducción de la contaminación ambiental en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa. Se pretendía disminuir la contaminación ambiental generada por veintidós porquerizas identificadas de las cuales solamente diez están aplicando en el proyecto.

El trabajo consistió en desarrollar actividades concernientes a la implementación del proyecto, impartiendo charlas de sensibilización para los productores de una manera personal, recorriendo el área de influencia del proyecto, realizando trabajos administrativos para lograr obtener los insumos del proyecto y desarrollar trabajo de campo.

b. Objetivo

Brindar apoyo técnico en materia ambiental durante la implementación del proyecto de biodigestores en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa, para contribuir a la disminución del impacto ambiental generado por la actividad porcina.

c. Meta

Contribuir con la implementación del proyecto ambiental de 10 biodigestores en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

d. Procedimiento

Para dar inicio a la ejecución del proyecto se buscó la participación activa de la comunidad ya que el proyecto está dirigido para ellos principalmente y también al saneamiento ambiental. (Trabajo en conjunto con la Municipalidad del Municipio).

- **Caracterización de la producción de porcinos en el área de práctica**: Se elaboró una lista de todos los aspectos que pueden influir en el proyecto o tienen que ver directamente con el proyecto como: el volumen del estiércol generado, ubicación de porqueriza en croquis, cantidad de cerdos especificando la edad, demanda de agua, entre otros.

- **Visitas de campo**: Durante el transcurso de los cuatro meses se realizaron visitas de campo en el área de influencia del proyecto para socializar con los posibles beneficiarios, enrolarlos en el proyecto y conocer las condiciones de la granja para determinar si era posible establecer un biodigestor.

- **Capacitación**: Para poder tener una noción en cuanto al mantenimiento y uso de biodigestores, su inversión y rendimiento se participó en una capacitación sobre tecnologías apropiadas impartida por

FUNDESYRAM, gracias al apoyo de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa y PRESANCA II.

- **Selección del modelo**: Se evaluó de manera participativa el diseño de los biodigestores a aplicar, derivado de las condiciones económicas del proyecto (presupuesto), y las condiciones de las porquerizas.

- **Firma de acuerdos:** Se llevaron a cabo reuniones con la población objeto y beneficiarios para ver su disponibilidad de invertir en el proyecto y hacer acuerdos sin embargo la participación de las personas era escaso.

- **Sensibilización:** Se citaba a reuniones y se realizaron cinco de estas en las cuales también se les impartía charlas de sensibilización, uso y mantenimiento de los biodigestores previo al inicio de la ejecución del proyecto, con los beneficiaros y las personas que estarán ligadas en este proceso.

- **Trabajos administrativos del proyecto:** Se hicieron cotizaciones y análisis de costos para poder determinar a qué empresa se le comprarían todos los suministros para el proyecto.

- **Ejecución del proyecto:** Trabajo de campo en cada una de las 10 porquerizas que fueron incluidas en el proyecto (construcción de biodigestores).

- **Gestión ambiental en las empresas comercializadoras de cerdos:** Creación de un boletín informativo sobre la producción de cerdos en el municipio de Asunción Mita, situación porcino-cultura, y acciones que lleva acabo la MTFRL para mitigar el impacto ambiental de esta actividad.

e. Recursos

Físicos: Transporte para la movilización a la comunidad, información que tuviese relación con el proyecto, herramientas de cómputo, GPS, instrumentos de análisis de agua, sistemas de información geográfica SIG, entrevistas, entre otros.

Humanos: Representantes de la comunidad, propietarios de porquerizas, involucramiento, representantes de la MTFRL y PRESANCA II estudiante de EPS.

f. Evaluación

La ejecución del proyecto fue responsabilidad directa del estudiante EPS, debido a que no había ningún técnico encargado de la MTFRL ni de la Municipalidad de Asunción Mita.

El proyecto pretendía eliminar la contaminación ambiental generada por las granjas de cerdos. Sin embargo, debido al alto costo para lograr dicho objetivo, se optó por instalar biodigestores familiares como una opción para minimizar la contaminación ambiental.

Al final el período de EPS, el proyecto aún no se había culminado, trabajando con 7 productores de los diez planificados. Se establecieron 2 biodigestores de toneles y 5 zanjas para biodigestores del modelo Taiwán.

4.3. Sensibilización ambiental a los alumnos de 5to y 6to primaria en la escuela oficial rural mixta, Prudencio Rodríguez Jerez de la aldea Los Amates, Asunción Mita, Jutiapa.

a. Descripción

La actividad consistió en la sensibilización de un grupo de aproximadamente 40 estudiantes de 5to. y 6to. grado primaria de la escuela antes mencionada, con lo cual se logró formar un equipo de pequeños promotores ambientales en la comunidad denominado Equipo Protectores del Ambiente que también tienen como incentivo para pertenecer a este equipo una parte artística que consiste en clases de música semanales y la donación a la comunidad de instrumentos musicales para que los niños reciban dichas clases.

b. Objetivo

Sensibilizar a los alumnos de 5to. y 6to. primaria de la Escuela Prudencio Rodríguez Jerez sobre la problemática ambiental para formar el Equipo protectores del ambiente y realizar actividades extra aula con el alumnado, apoyando también en la gestión de instrumentos musicales para recibir educación musical.

c. Meta

Capacitar y sensibilizar estudiantes de 5to. y 6to. primaria sobre conocimientos básicos del medio ambiente y problemática ambiental a nivel mundial y local durante una serie de 10 charlas durante el periodo de EPS.

d. Procedimiento

- Elaboración de un pequeño documento en el cual aparece todos los temas a tratar durante las charlas planificadas y además se anotaron las fechas en las que se ejecutarían las charlas.

- Se hizo el anuncio del inicio de las charlas ante los alumnos de los grados mencionados y los padres de familia de los alumnos, además se anunció sobre el incentivo para que formaran parte del equipo protectores del ambiente que se trataba de donación de instrumentos musicales a disposición de los niños y curso de educación musical.

- Dimos inicio al periodo de charlas las cuales se impartieron los días viernes de cada semana o acorde a la disponibilidad de la escuela para recibir este beneficio para los alumnos.

- Gestión para obtener todos los instrumentos musicales y se entregaron al comité de padres de familia que se formó con la finalidad de mantener un control sobre los bienes que se les habían donado.

- Se culminó la serie de charlas con una actividad práctica en la cual los niños participaron apoyando a la Teletón de Asunción Mita, de manera que promocionaban el proyecto ciudad limpia, hacían recolección y clasificación de desechos sólidos, y apoyaban en la venta de números para rifas.

e. Recursos

Físicos: papelería, computadora, proyector, impresora, cámara fotográfica, vehículo, documentos relacionados con los temas, entre otros.

Humanos: TecniSAN de la municipalidad, técnico de Ciudad Limpia de Asunción Mita, maestros, estudiantes, padres de familia.

f. Evaluación

Esta actividad se logró culminar con éxito ya que se impartieron los temas citados en la planificación solamente de que existió flexibilidad en las fechas en que se impartirían.

Se culminó con el plan de charlas impartidas a los alumnos que conforman el equipo protectores del ambiente, sin embargo es necesario que por parte de un técnico designado se les dé seguimiento tanto como a los alumnos antes mencionados como a la totalidad de la escuela, para que los niños adquieran una cultura adecuada sobre el cuidado del medio ambiente desde temprana edad. Anexo 2.

Entrega a tiempo de los instrumentos musicales para dar inicio a las clases de música que son impartidas por un profesor calificado. Esta actividad no es el centro de lo que se busca, sino que es lo secundario de la parte social de un proyecto el cual busca la concientización en las personas sobre el daño que se le causa al ambiente.

5. CONCLUSIONES

- La seguridad alimentaria en la región trifinio es uno de los problemas que se deben atender con urgencia, sin embargo solo con proyectos de donación de alimentos no se soluciona el problema de raíz, y si asociamos esto el desconocimiento de las personas y el analfabetismo nos damos cuenta de que esto está muy ligado, por ello el proyecto AlfaSAN es un proyecto importante para la región porque este busca darle solución al problema desde la raíz.

- Existen diversas problemáticas que afronta la mancomunidad en la región trifinio, específicamente en los municipios que son asociados a esta entidad, una de los principales problemas es la producción de alimentos de manera inadecuada la cual no propicia el desarrollo sostenible, tal es el caso de la producción de cerdos que se da en el municipio de Asunción Mita y que a su vez va en aumento debido a que las personas se han dado cuenta de la rentabilidad de esta actividad.

- La sensibilización ambiental de por sí es muy complicada, mayormente si las personas se encuentran con una mentalidad cerrada la cual los hace nulos a la comprensión sobre el daño que las personas causan a su medio ambiente, este sería el caso de personas mayores de edad que saben de los problemas pero aun así hacen caso omiso al llamado de atención, sin embargo el método de concientizar a las personas desde temprana edad es muy viable debido a que se fortalecen los conocimientos sobre nuestro medio biótico y abiótico y se crea una cultura amigable al medio ambiente que a largo plazo causaría un impacto positivo al planeta.

- La mancomunidad ya empezó a tomar acciones para afrontar la problemática que se desarrolla en el área de las granjas de cerdos para disminuir la contaminación ambiental general, sin embargo el proyecto que se está ejecutando actualmente no tiene la capacidad de captar la mayoría de contaminación fuerte de las granjas, por tal motivo se realiza la formulación de un proyecto piloto de un sistema de digestión anaeróbica que tenga mayor capacidad que los biodigestores actuales.

6. RECOMENDACIONES

- Para la implementación de cualquier proyecto y es necesario siempre contar con la opinión de la población objeto, por ello se recomienda crear enlaces directos con los técnicos de la municipalidad para que ellos sean los responsables desde un inicio de darle seguimiento a los proyectos que se desarrollen en el área.

- Brindar seguimiento a los proyectos que se desarrollan en los municipios por parte de un técnico de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa y los técnicos de la municipalidad, e informar con continuidad los avances de los proyectos a los alcaldes en donde se desarrollen los mismos.

- Brindar asesoría técnica a los miembros del COCODE o interesados en la comunidad para que el conocimiento sea difundido y quede la semilla en la región en donde se desarrollan los proyectos.

- De los aspectos más importantes para iniciar la ejecución de proyectos es que no se deben ofrecer a algunos miembros de la comunidad mejores condiciones que otros, esto se debe a que existe un celo en cuanto al apoyo que recibe un beneficiario con respecto a otro, por lo cual es necesario mantener la igualdad entre las personas beneficiadas.

- Es recomendable antes de iniciar un proyecto que las personas lo aprueben de manera que conozcan las ventajas, desventajas, beneficios económicos y posibles riesgos que se toman al momento de abordar un proyecto experimental como lo es un biodigestor, esto ayudará a que ellos estén conscientes de los riesgos que se corren y no existan represalias si en algún caso se dan problemas técnicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barillas M, WA. 2012. Diagnóstico y plan de servicios a realizados en la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa. Informe EPS Agr. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 63 p.

- Consejo Municipal de Desarrollo de Asunción Mita; SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, GT). 2011. PDM (Plan de Desarrollo Municipal) de Asunción Mita, Jutiapa (en línea). Guatemala. 120 p. Consultado 7 may. 2013. Disponible en: http://cooperativaelrecuerdo.com /index.php/es/biblioteca-virtual/func-startdown/63/

- Cruz S, JR De La. 1976. Clasificación para las zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 24 p.

- MTFRL (Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa, HN). 2011. Estado de la región trifinio, datos socioeconómicos y ambientales de los municipios (en línea). Honduras. Consultado 5 feb. 2013. Disponible en: http://trinacionalriolempa.org/index.php/es/bibliotecadigital/Doc/publi/Estado-de-la-Region-Trifinio/

- ————. 2013a. Plan Integral de Desarrollo Estratégico Trinacional, PIDET; Región Trifinio, El Salvador, Guatemala, Honduras. Honduras. p. 21 – 74.

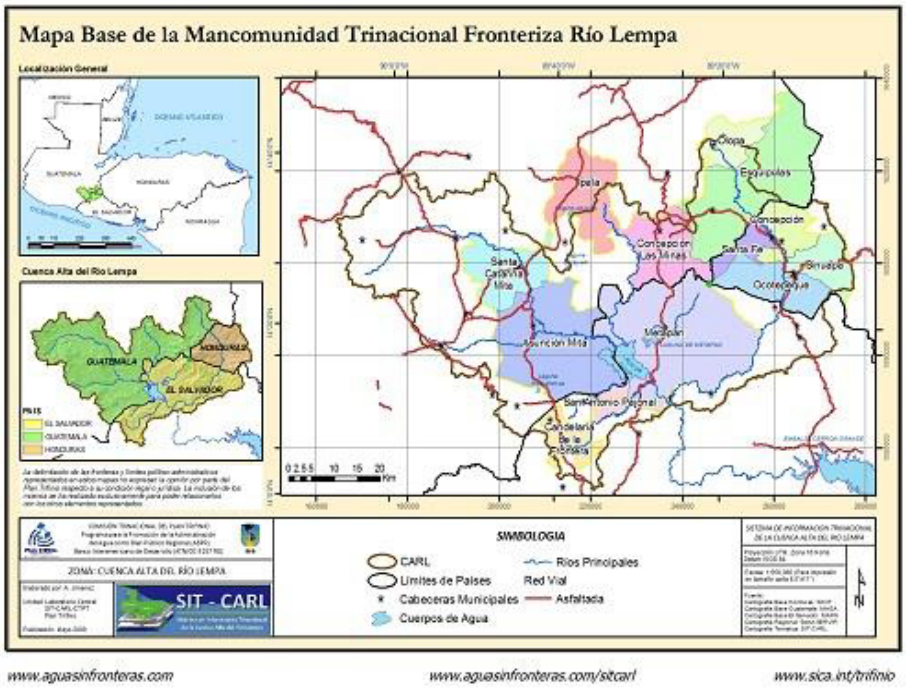
- ————. 2013b. ¿Quiénes somos? Consultada 5 feb. 2013. Disponible en: http://www.trinacional riolempa.org/index.php/es/quienesomos.html

- PRESANCA (Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centro América); MTFRL (Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa), 2013. Perfil de proyecto alfabetización para la seguridad alimentaria y nutricional en los municipios de la mancomunidad trinacional fronteriza río lempa. Ocotepeque, HN. 28 p.

8. ANEXOS

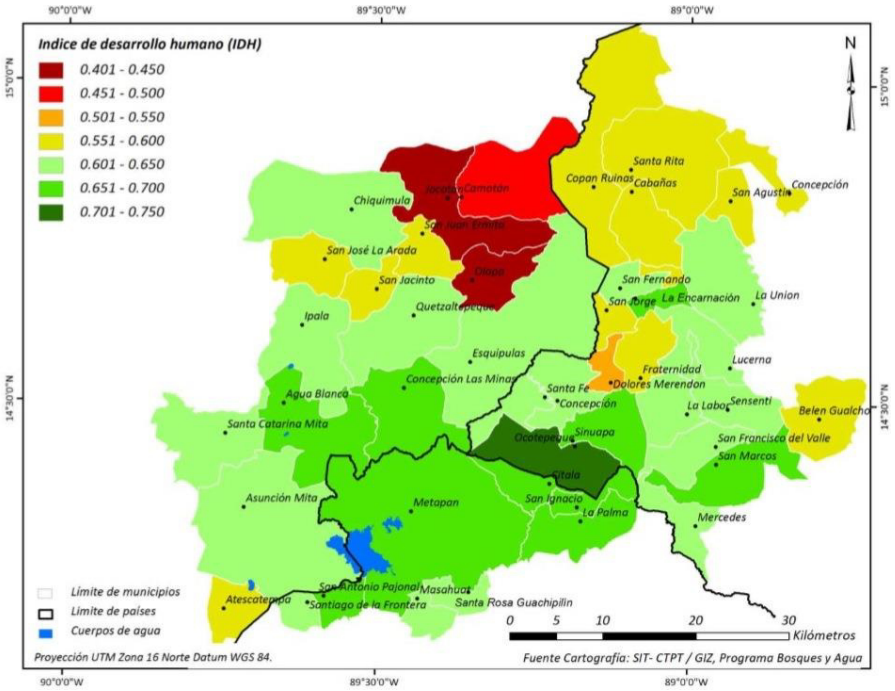
Anexo 1: Mapas

1. Mapa de ubicación de la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa



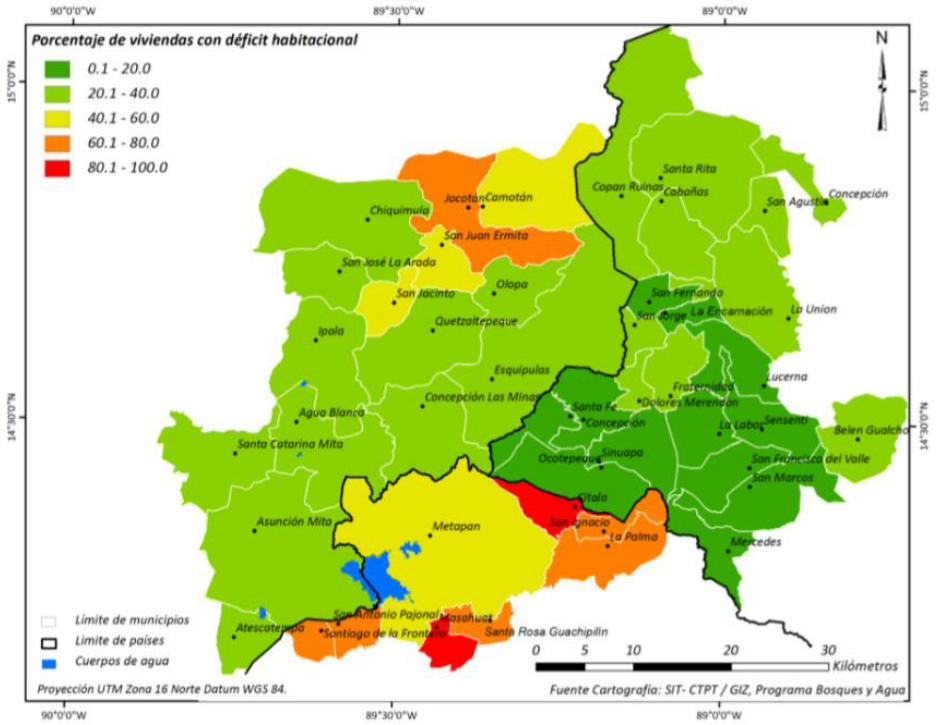
Fuente: Página virtual de la MTFRL

2. Mapa del Índice de Desarrollo Humano (IDH) del área del trifinio.



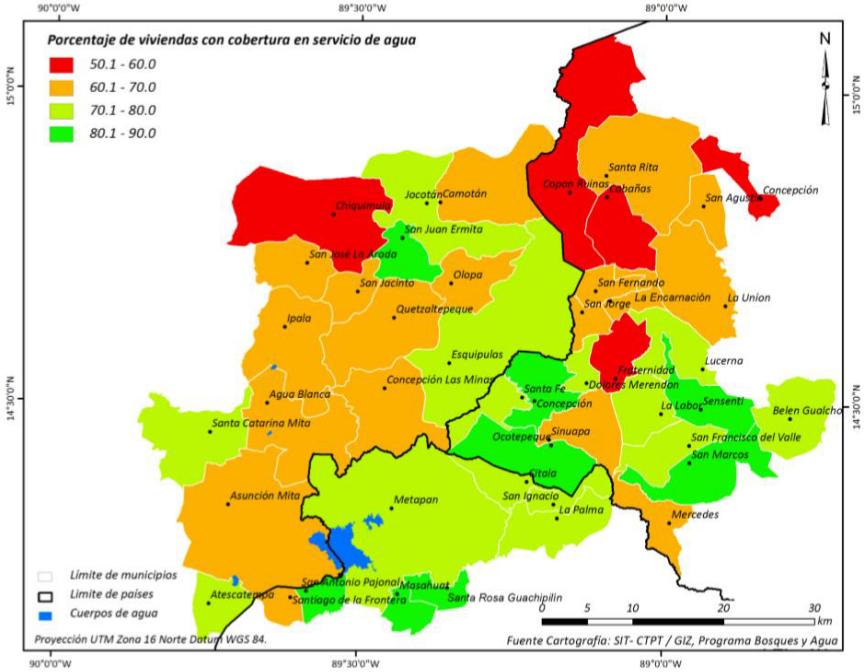
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

3. Mapa de viviendas con déficit habitacional por municipio



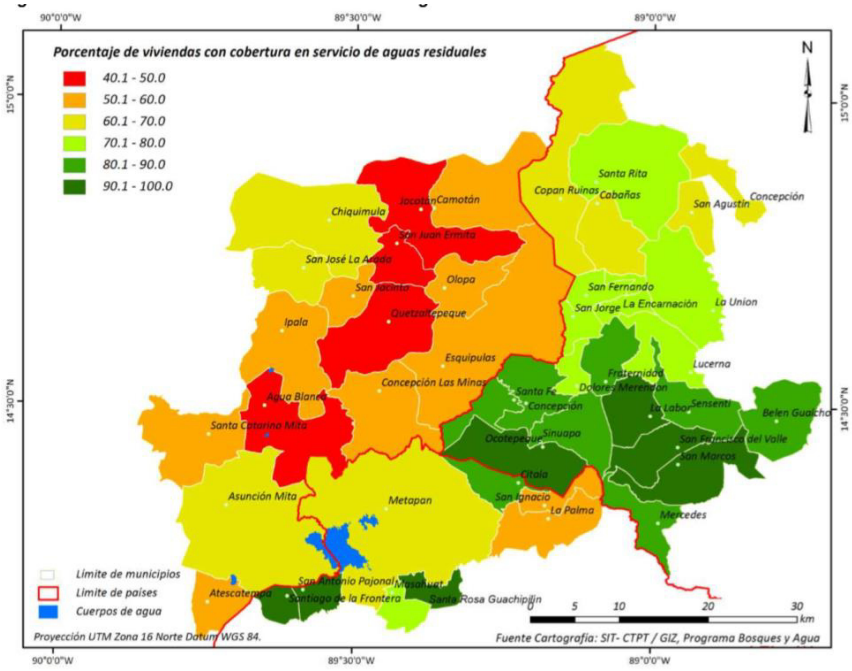
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

4. Mapa de viviendas con cobertura en servicio de agua



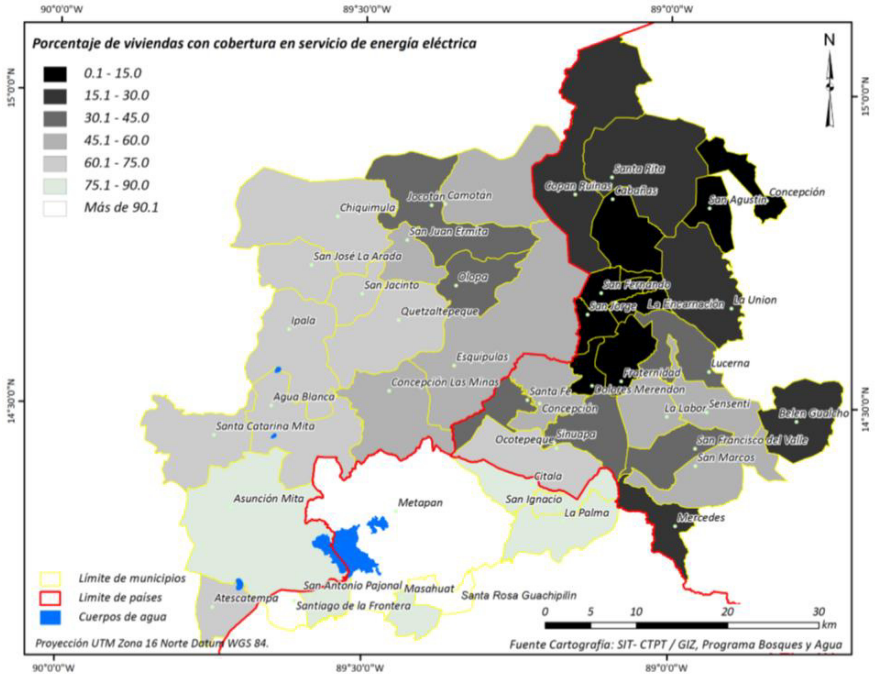
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

5. Mapa de viviendas con cobertura de aguas residuales por municipio



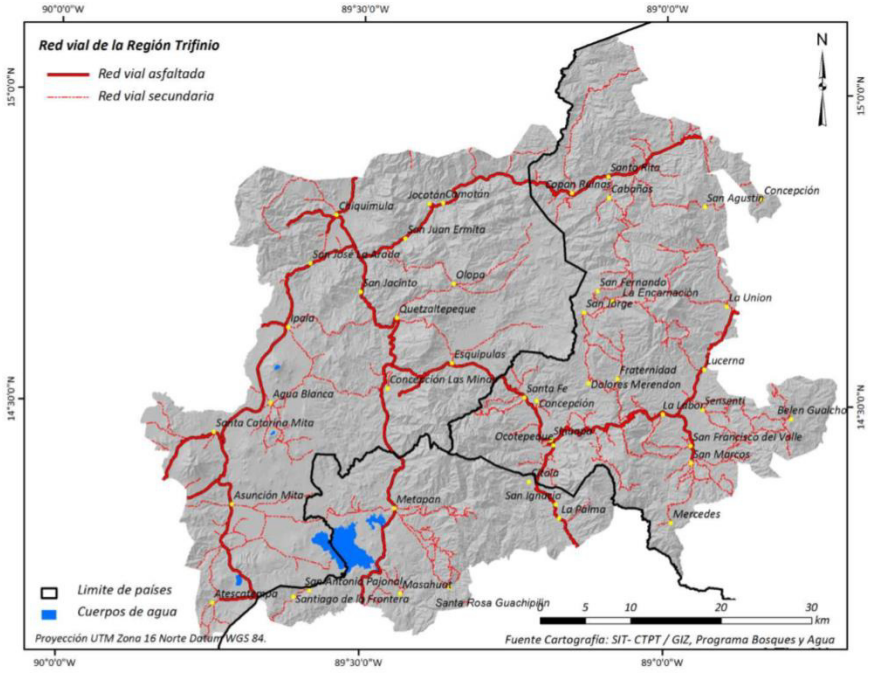
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

6. Mapa de viviendas con servicio de energía eléctrica



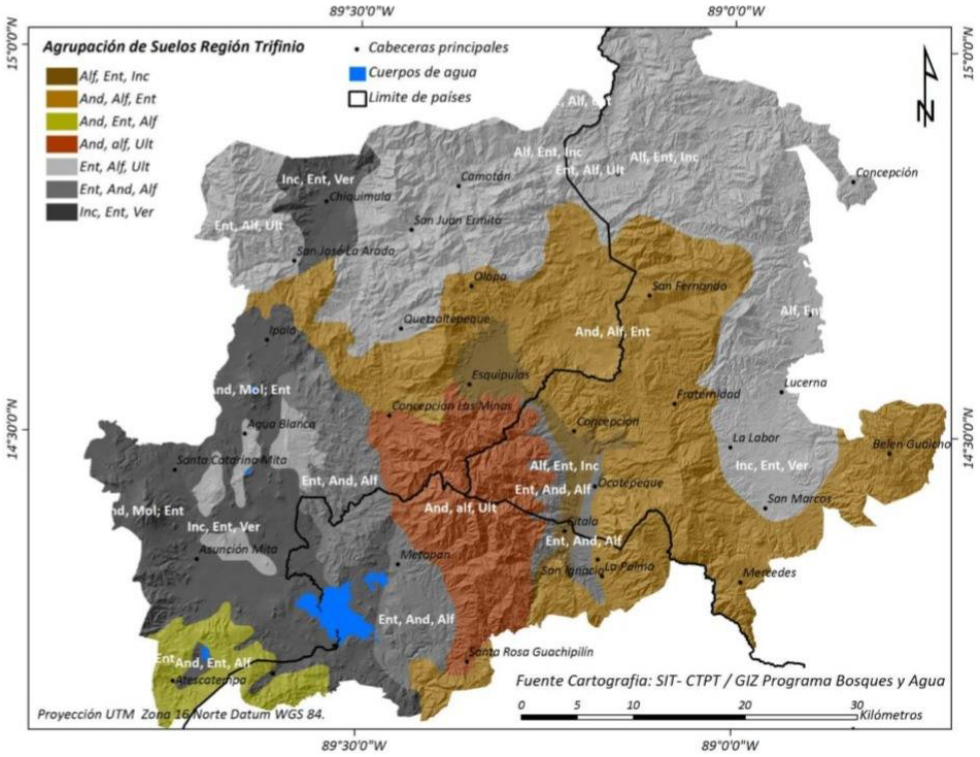
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

7. Mapa de cobertura de red vial de la región trifinio



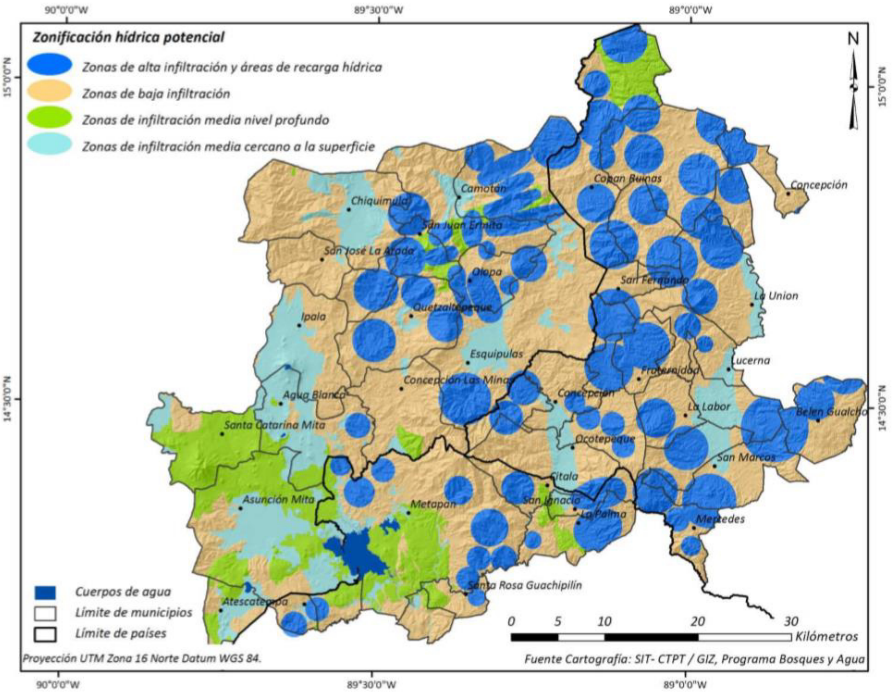
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

8. Mapa de agrupación de suelos en la región trifinio.



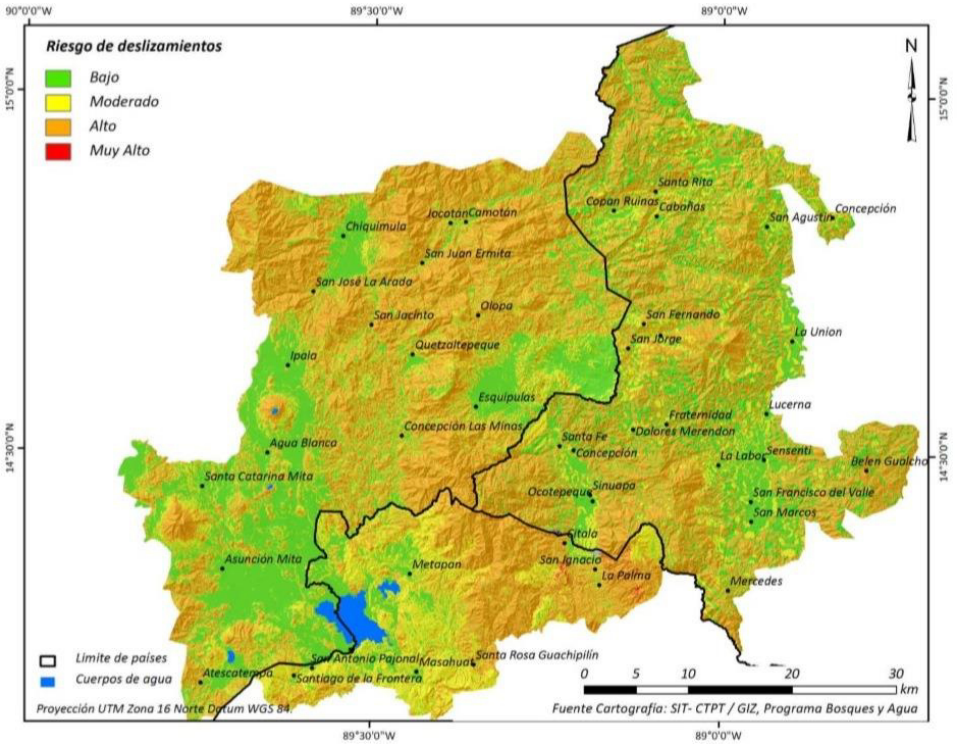
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

9. Mapa de zonificación de recarga hídrica.



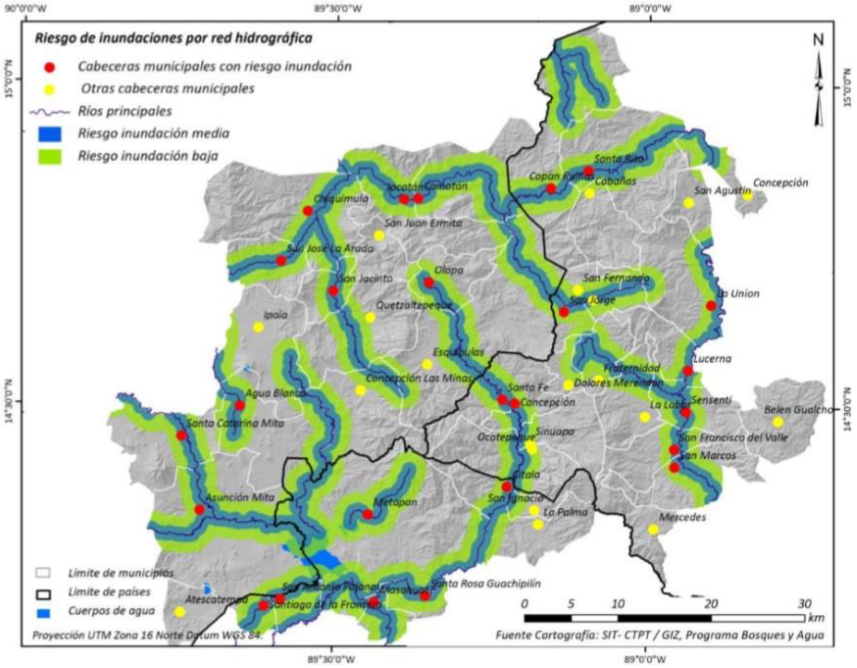
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

10. Mapa de riesgo de deslizamientos de la región trifinio



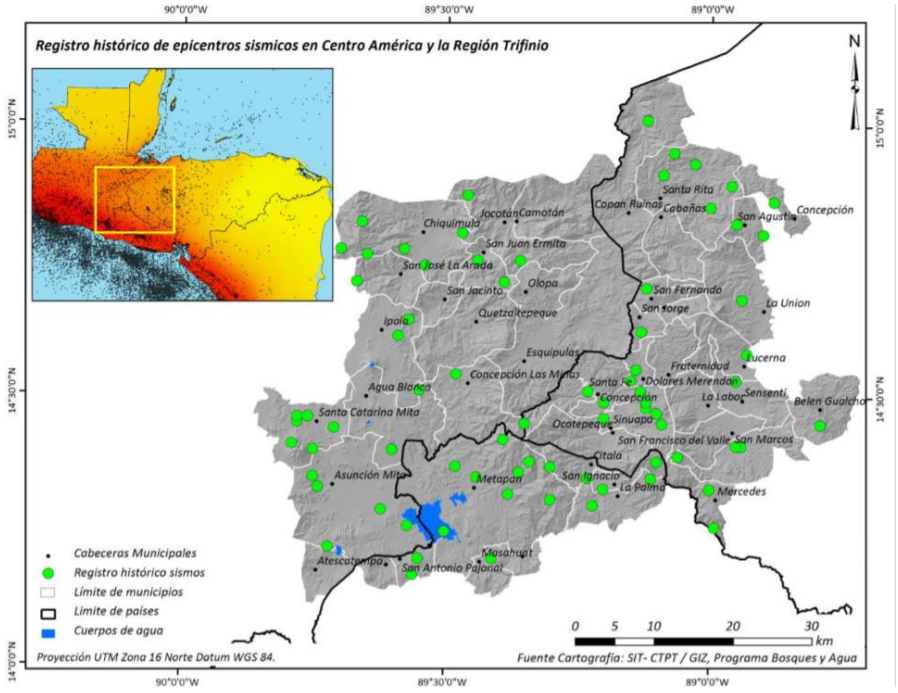
Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

11. Mapa de riesgo de inundaciones por red hidrológica



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

12. Mapa de registro histórico de epicentros, sismos de Centro América, Región Trifinio



Fuente: Estado de la Región Trifinio 2010, Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios Noviembre 2011, pdf.

Anexo 2: Fotografías

1. Fotografías de las visitas de campo realizadas a las escuelas de alfabetización.

Fuente: Elaboración propia.

2. Fotografías del primer día de acercamiento al área del proyecto de Biodigestores.

Fuente: Elaboración propia.

3. Fotografías de algunos de los recorridos realizados en las porquerizas, previo a la selección de los verdaderos beneficiarios.

Fuente: Elaboración propia.

4. Fotografías del inicio de las charlas en la escuela de la aldea Los Amates ante los padres de familia.

Fuente: Elaboración propia.

5. Fotografías de las reuniones realizadas con los miembros del COCODE de la comunidad y productores de cerdos.

Fuente: Elaboración propia.

6. Fotografías de la capacitación sobre tecnologías apropiadas.

Fuente: Elaboración propia.

7. Fotografías de una de las charlas impartidas a los alumnos de 5to y 6to.

Fuente: Elaboración propia.

8. Fotografía de la entrega de los instrumentos musicales.

Fuente: Elaboración propia.

9. *Entrega de Materiales para la construcción de biodigestores.*

Fuente: Elaboración propia.

10. Fotografía de actividad de recolección y clasificación de basura en apoyo a teletón.

Fuente: Elaboración propia.

11. Fotografía de biodigestor de toneles previo de finalizar su instalación.

Fuente: Elaboración propia.

12. Imagen de una de las zanjas en las que se trabajó para la instalación del biodigestor.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Documentos

1. Imágenes de algunos de los documentos utilizados en los procesos administrativos.

Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa

PRESANCA II
Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica

Guatemala, 07 de mayo del 2013.

Muy buen día estimados Señores

Por este medio me comunico ante ustedes para solicitarles a nombre de la **Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa/PRESANCA II** la cotización de los siguientes materiales.

Cantidad	Materiales
7	Tubo de drenaje 4"
13	Adaptador macho 1 1/2" pvc
13	Adaptador hembra 1 1/2" pvc
13	Reducidor de 1 1/2 a 1" pvc
13	Un tapón liso 1" pvc
28	Codos de 90 grados de 1" pvc
12	Codos de 90 grados de 2" pvc
17	T de 1" pvc
19	Manguera transparente plástica 1 m, 1"
4	Tubo de PVC 1" 160 PSI
30	Reducidores de 2 a 1" pvc
4	Tubo PVC de 2" 125 PSI
15	Llave de paso de PVC 1"
1	Pegamento PVC Tangit, cuarto de galón
4	Tapagotera. Macilla, cuarto de galón

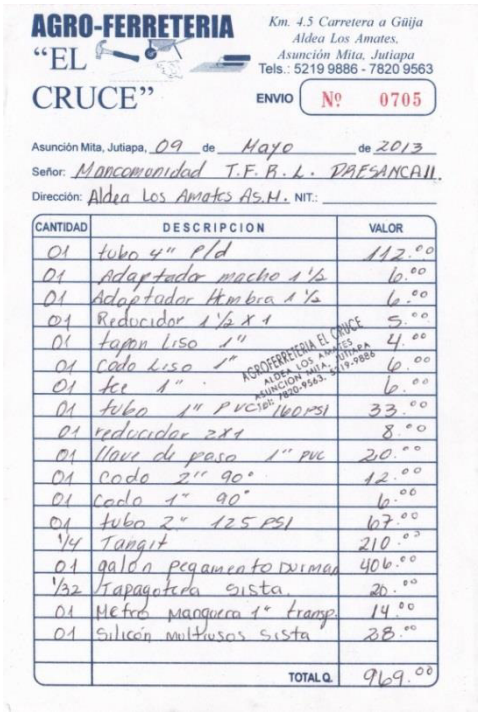
La entrega sería en la Aldea Los Amates, a 8 kilómetros, en carretera, de Asunción Mita, Jutiapa.

El pago sería a través de cheque y nos gustaría que enviaran los datos para iniciar el trámite del mismo, si es que pactamos la compra.

Gracias por su atención.

Edvin Ramírez
Técnico en Gestión Ambiental
MTFRL

DISTRIBUIDORA DE ORIENTE
12a. Av. 2-20 Zona 1, Chiquimula
Teléfono: 7942-0058
Firma y sello de recibido:



AGRO-FERRETERIA "EL CRUCE"

Km. 4.5 Carretera a Güija
Aldea Los Amates,
Asunción Mita, Jutiapa
Tels.: 5219 9886 - 7820 9563

ENVIO Nº 0705

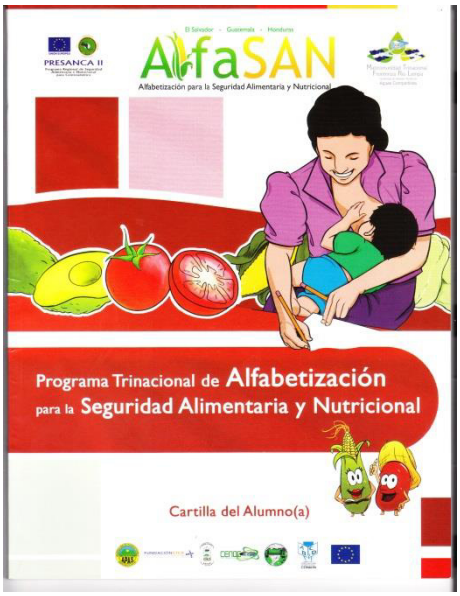
Asunción Mita, Jutiapa, 09 de Mayo de 2013
Señor: Mancomunidad T.F.R.L. PRESANCA II.
Dirección: Aldea Los Amates As.M. NIT.:

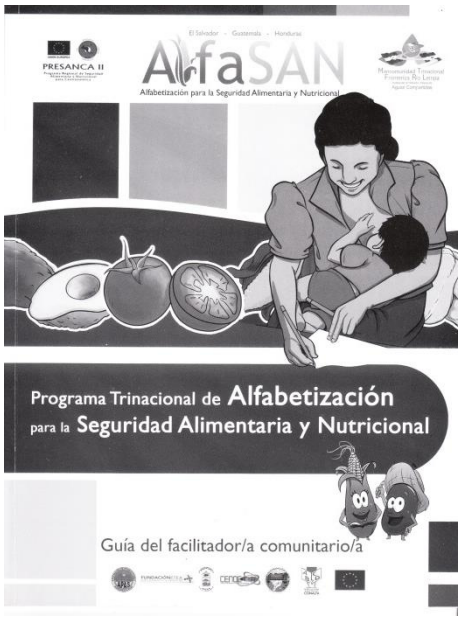
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
01	tubo 4" P/d	112.00
01	Adaptador macho 1 1/2	6.00
01	Adaptador Hembra 1 1/2	6.00
01	Reducidor 1 1/2 X 1	5.00
01	tapon liso 1"	4.00
01	codo liso 1"	6.00
01	tee 1"	6.00
01	tubo 1" PVC 160 PSI	33.00
01	reducidor 2X1	8.00
01	llave de paso 1" PVC	20.00
01	codo 2" 90°	12.00
01	codo 1" 90°	6.00
01	tubo 2" 125 PSI	67.00
1/4	Tangit	210.00
01	galon pegamento Durman	406.00
1/32	Tapagotera sista.	20.00
01	Metro manguera 1" transp.	14.00
01	Silicón multiusos sista	28.00
	TOTAL Q.	969.00

AGROFERRETERIA EL CRUCE
ALDEA LOS AMATES
ASUNCION MITA, JUTIAPA
Tel: 7820-9563, 5219-9886

Fuente: Elaboración propia.

2. *Imagen de los libros obtenidos después de haber apoyado en su elaboración.*





Fuente: Elaboración propia.

9. APÉNDICE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa

Guatemala • Honduras • El Salvador

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO

IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR ANAERÓBICO PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL GENERADA POR LA PRODUCCIÓN DE CERDOS EN LA ALDEA LOS AMATES, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA.

POR:

EDVIN ESTUARDO RAMÍREZ ARANA

GUATEMALA, CHIQUIMULA, AGOSTO DE 2013.

ÍNDICE

Contenido	**Pág.**
1. INTRODUCCIÓN	1
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
2.2. ARBOL DE PROBLEMAS	4
2.3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	5
2.4. OBJETIVOS	6
2.4.1. Objetivo General	6
2.4.2. Objetivos Específicos	6
2.5. RESULTADOS DEL PROYECTO	7
3. ESTUDIO DE MERCADO	8
3.1. INTRODUCCIÓN	9
3.2. ANTECEDENTES	10
3.3. OBJETIVOS	11
3.4. ANÁLISIS GENERAL DEL MERCADO	11
3.5. DESARROLLO DEL ESTUDIO	12
3.5. CONCLUSIONES	21
4. ESTUDIO TÉCNICO	22
4.1. INTRODUCCIÓN	23
4.2. OBJETIVOS	24
4.3. TAMAÑO DEL PROYECTO	24
4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO	24
4.5. INGENIERÍA DEL PROYECTO	25
4.5.1. Diseño del biodigestor	33

4.6. COSTO DEL BIODIGESTOR JUNTO CON EL SISTEMA DE APROBECHAMIENTO DE GAS 41
4.7. CONCLUSIONES 43
5. ESTUDIO FINANCIERO 44
5.1. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO 45
5.1.1. Cuadro de Análisis de Costos 45
5.1.2. Cuadro de los costos de Funcionamiento del sistema 46
5.1.3. Cuadro de análisis de costos en veinte años 47
5.1.4. Cuadro de Análisis Financiero 48
6. EVALUACIÓN SOCIAL 50
7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 53
7.1. INTRUDUCCIÓN 54
7.2. OBJETIVOS 56
7.2.1. Objetivo General 56
7.2.2. Objetivos Específicos 56
7.3. DESCRIPCIÓN GENERAL 56
7.4. MARCO LEGAL 59
7.5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO 65
7.5.1. Fisiografía 65
7.5.2. Situación Ecológica y Climática 65
7.5.3. Recurso Suelo 66
7.5.4. Recurso Agua 66
7.5.5. Población aledaña 66
7.6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 66
7.7. MATRIZ DE LEOPOLD 68

7.8. IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE 69
7.8.1. Impactos al suelo 69
7.8.2. Impactos al sistema hídrico 69
7.8.3. Impactos a la atmosfera 70
7.8.4. Impactos a la flora 70
7.8.5. Impactos a la fauna 70
7.8.6. Impactos socioeconómicos 71
7.8.7. Impactos culturales 71
7.8.8. Impactos al paisaje 71
7.9. PLAN DE SEGURIDAD A LA SALUD HUMANA 72
7.10. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL 73
7.11. CONCLUSIONES 74
8. CONCLUSIONES DEL PROYECTO 75
9. BIBLIOGRAFÍAS 76
10. ANEXO 77

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país productor que cubre la demanda de muchos de los mercados de los países aledaños a él, uno de estos productos es la carne de cerdo. Este producto tiene una gran demanda a nivel nacional e internacional y por la gran población existente en el país es necesario cubrir esa demanda del mercado.

Con esta demanda en el mercado es necesario el crecimiento del número de cabezas de cerdo en las granjas lo que se traduce a una mayor contaminación por todos los desechos que se generan debido a esta actividad. Una de las deficiencias en Guatemala es que no se cuenta con granjas tecnificadas que desarrollen una producción limpia de los productos, es necesario traer esa tecnología a Guatemala para ser más competitivos y ser eficientes y esto es lo que persigue uno los objetivos de este proyecto.

Con el proyecto se espera implementar un sistema a una granja de cerdos ubicada en la Aldea Los Amates, Asunción Mita Jutiapa, con lo que se espera ser un proyecto piloto ejemplar para todas las granjas que se encuentran cercanas a esta área. En el presente documento se presentan mejor los detalles del proyecto, costos y beneficios.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

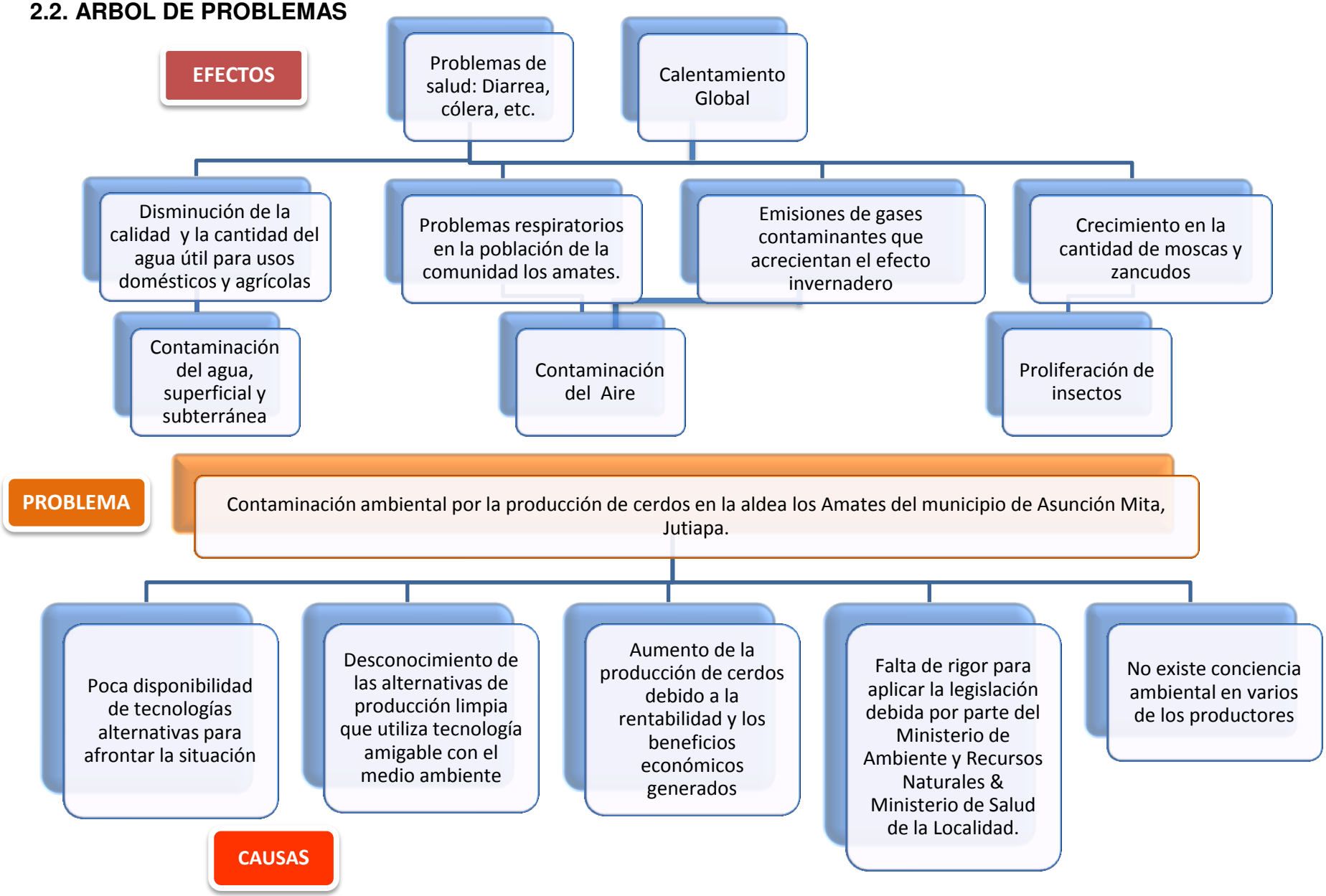
Entre los principales problemas ambientales podemos mencionar la contaminación hídrica y atmosférica a nivel mundial, esto causa gran preocupación ya que el agua es el vital líquido para la subsistencia humana, animal y vegetal mientras que la atmosfera nos brinda una protección contra los rayos más fuertes del sol y un efecto de regulación térmica. La porcicultura es una de las actividades agropecuarias que causa una contaminación doble (agua y aire) esto se debe a que no le dan el manejo adecuado a las excretas de los cerdos y mucho menos controlan sus emisiones de malos olores o gases de efecto invernadero.

Sobre la producción de producción de cerdos a nivel mundial, la población porcina ha tenido un crecimiento muy sostenido en los últimos veinte años, partiendo del año 1990 con más de 857,6 millones de cabezas a 909,1 millones en el año 2000 a 960 millones de cabezas al término del año 2008. De la totalidad de la población americana, Estados Unidos y Canadá tienen el 50% (75,8 millones); el Mercosur (Paraguay, Brasil, Argentina y Uruguay) el 25%, y el resto de América el otro 25%.

En Guatemala según el INE (Instituto Nacional de Estadística), la porcicultura genera actualmente 10,000 empleos directos y 60,000 empleos indirectos, aportando el 1.7% al producto interno bruto, lo que demuestra su importancia económica para el país mientras que la población porcina de Guatemala se considera que sobrepasa los 1,500,000 cerdos que corresponde al 45.7% de la población total en Centro América. Ronnie Danilo Espino Rodríguez, 2008.

En Asunción Mita se puede identificar una gran cantidad de granjas porcinas las cuales se dedican a la comercialización de cerdos para surtir a los mercados de los distintos departamentos del país. Esta actividad trae muchos beneficios económicos a la región, sin embargo las granjas no cuentan con los sistemas adecuados para la eliminación de sus desechos provenientes de la crianza de cerdos, lo cual se traduce a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, junto a la contaminación del aire que afecta a los pobladores de las comunidades cercanas a estas granjas.

2.2. ARBOL DE PROBLEMAS



2.3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En todo el planeta existen problemas ambientales generados cada uno de acuerdo a la actividad que lo produce. El deterioro de los recursos naturales inicia desde la revolución industrial la cual trajo consigo tecnologías que no son amigables con el medio ambiente y por lo tanto no se puede concebir una producción limpia.

Estos problemas ambientales se acrecientan gracias al aumento de la población de personas que para poder desarrollarse a plenitud dependen de los recursos naturales, sin embargo estos recursos naturales son manipulados con la llegada de la revolución industrial y se convierte en una producción y aprovechamiento de los recursos a gran escala, podríamos decir que esto se da principalmente en el sector agropecuario.

La demanda de alimentos es directamente proporcional al tamaño de la población que los consume, teniendo claro esto y atendiendo el caso de la producción de cerdos es de suponerse que si la población de personas ha venido en aumento, también aumentaran las granjas que se dediquen a la crianza de porcinos como ha sucedido en los últimos años.

Como muy bien sabemos la mayoría de porcicultores en Guatemala no invierten en tecnología sostenible para tratar los desechos y malos olores que se generan en las granjas debido al alto costo inicial que hay que invertir y aunado a esto el desconocimiento técnico y la falta de conciencia ambiental, sin embargo desglosando el caso expuesto anteriormente tenemos dos poblaciones las cuales están en aumento, las personas y las granjas de cerdos, estas dos poblaciones no pueden estar mezcladas por la contaminación que generan las granjas porcinas ya que las consecuencias de salud serían graves para los humanos.

Por ello es necesario implementar nuevos métodos de producción limpia con el cual se reduzca la contaminación ambiental, sin embargo los porcicultores en su mayoría no se atreven a invertir en algo que no les pueda representar ahorro en sus costos o

les genere beneficios económicos, lamentablemente esta es parte de la cultura formada en Guatemala.

Dado a estas circunstancias nos podemos dar cuenta que el equipamiento de tecnología en las granjas de cerdo es muy importante, una de estas tecnologías aplicables a las granjas es un biodigestor anaerobio que tenga la capacidad de colectar todas los desechos orgánicos generados (estiércol y aguas negras), un biodigestor consiste básicamente en un sistema que aprovecha la digestión anaerobia de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biofertilizante o biol y biogás.

Con el biodigestor, que es una tecnología apropiada, se logra disminuir la contaminación por los malos olores, reducimos la contaminación hídrica, se logran capturar los gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y además con él tenemos dos productos resultantes que son: el biofertilizante y el biogás, el primero de gran calidad para las plantas para utilizarse básicamente como abono foliar y el segundo tiene muchas más utilidades con las cuales se puede recuperar la inversión, desde generación eléctrica hasta una estufa de cocina.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo General

Reducir la contaminación ambiental generada por la crianza de cerdos, por medio de la implementación de un proyecto piloto de un sistema de digestión anaerobia o biodigestor.

2.4.2. Objetivos Específicos

Diseñar el biodigestor acorde a la capacidad necesaria para capturar los desechos generados en la granja y establecer un sistema de aprovechamiento de biogás.

Determinar los costos de instalación del sistema de digestión anaeróbica y los beneficios económicos derivados del ahorro en el gasto por consumo de energía eléctrica.

Determinar los impactos ambientales generados en la implementación del proyecto de digestión anaeróbica, generación de energía eléctrica y aprovechamiento de gas metano.

2.5. RESULTADOS DEL PROYECTO

Con la puesta en marcha del proyecto, se espera obtener los siguientes resultados:

- Tener el primer proyecto piloto de un sistema de digestión anaerobia (biodigestor) en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa, con el cual se reduzca la contaminación ambiental.

- Reducir la contaminación ambiental generada por la granja de cerdos, con la captación de sus desechos principales, aprovechamiento del biogás en múltiples ocupaciones, principalmente en la generación de energía eléctrica para las instalaciones de la granja de la granja.

- A largo plazo que los porcicultores de otras granjas puedan llegar a capacitarse y llevar el conocimiento a sus propiedades con lo cual se multiplique la utilización de biodigestores que contribuyan a disminuir la contaminación ambiental que genera la porcicultura.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. INTRODUCCIÓN

Muchos proyectos ambientales tienen una inversión alta y además son raros los casos en los que se puede notar una recuperación de la inversión realizada en su implementación, sin embargo en el caso de los biodigestores principalmente en el continente Europeo hay e experiencias con biodigestores que son diseñados para captar toda la contaminación generada de una granja específica y el sistema es el indicado para recuperar la inversión realizada.

En el presente estudio de mercado se analiza la demanda de energía eléctrica necesaria para los distintos usos en la granja de cerdos, además también analizamos las cantidades de desechos que se liberan debido a las distintas ocupaciones que se dan en la granja.

Uno de los principios básicos en cualquier diseño de biodigestor es que el volumen total debe ser mayor al volumen generado diariamente de desechos si se desea colectar la totalidad. En este caso debido a los análisis realizados sobre el consumo de agua y la cantidad de estiércol generado diario se puede estimar el volumen total necesario en el biodigestor.

Hay que hacer notar en este caso que hay un exceso en el consumo de agua y la mescla que se da cuando se lavan los corrales no es la adecuada para que ingrese al biodigestor, para ello es necesario también aplicar capacitaciones y asesoría técnica a todo el personal para que se regule el caudal que ingresará al biodigestor y que la mescla sea homogénea.

Todos los datos más específicos podrán ser anotados en el estudio técnico del presente proyecto, en el estudio de mercado solamente observaran datos generales y principales sobre la oferta y demanda de los insumos y desechos de la granja objeto.

3.2. ANTECEDENTES

La contaminación ambiental en el planeta trae muchas consecuencias nocivas para la salud humana, principalmente nos debemos preocupar por la contaminación del recurso hídrico debido a que la mayoría de contaminantes liberados al medio ambiente tienen como destino final el agua.

En el caso de los métodos de tratamiento de aguas residuales se pueden enunciar algunos como los tanques de filtración con materiales especiales como la piedra volcánica, pero que mayormente se utilizan para disminuir el grado de contaminantes y bacterias dañinas presentes en el agua y luego esta es devuelta a la fuente de la cual fue tomada.

Dado por las circunstancias del área y el terreno que es demasiado plano la mejor opción para el tratamiento de aguas residuales es la implementación de un biodigestor anaeróbico con el cual podemos tratar el agua contaminada y además obtenemos dos productos de buena calidad que son el biofertilizante y el biogás.

Dentro de las equivalencias del Biogás que será nuestro producto estelar para la producción de energía podemos mencionar que 1 libra de gas Propano equivale a 1 m^3 de biogás, 1 galón de gasolina equivale a 6 m^3 de biogás, 1 galón de Diesel equivale a 5.4 m^3 de biogás, entre otras.

En Guatemala hay muy pocos proyectos sobre la generación de biogás para la generación de energía eléctrica y además quienes cuentan con estos sistemas son bastante celosos en brindar la información necesaria para multiplicar el conocimiento y crear nuevos sistemas.

El hablar de biodigestores es un tema muy poco conocido por lo cual no se pueden tener datos exactos sobre la producción de biogás, sin embargo se puede hacer unas aproximaciones en cuanto a la cantidad de biogás que se estará generando.

3.3. OBJETIVOS

Establecer la dimensión de la necesidad en el consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la granja productora de cerdos en la cual se implementará el proyecto.

Determinar la viabilidad de la instalación de un reactor digestor con el cual se pueda generar biogás para utilizarlo en generadores eléctricos.

Determinar la disponibilidad de tecnologías en el mercado con las que se pueda construir un reactor digestor y sus implementos para poder llegar hasta la generación de energía eléctrica.

Determinar la oferta que pudiéramos tener de biogás con el biodigestor en funcionamiento para poder conducir el biogás a un generador eléctrico.

Cotización de precios de los generadores eléctricos a base de biogás y disponibilidad en el mercado nacional.

3.4. ANÁLISIS GENERAL DEL MERCADO

El programa de control de la Peste Porcina Clásica, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación estimó que en el año 2003 la población porcina alcanzó alrededor de 1,521,890 cabezas, las que se encuentran distribuidas a nivel departamental, en Jutiapa 98,000.

Al analizar la producción nacional de productos cárnicos de cerdo se manifiesta un crecimiento sostenido, de esa cuenta el Instituto Nacional de Estadística estima que en Guatemala se producen anualmente 51,179,109 libras de carne en canal.

El Banco de Guatemala reporta que se exportan alrededor de las 178,000 libras en promedio anual, el 83% corresponde a reproductores de raza pura, siendo su principal destino la República de Honduras. El resto de las exportaciones es carne en canal (fresca o congelada) con destino a Honduras, El Salvador y Belice.

La demanda de productos cárnicos porcinos es ilimitada, pues la producción nacional debe ser reforzada con una cifra importante de importaciones que casi llega al 9% de la oferta total, esto demuestra que hay una franja de demanda insatisfecha de aproximadamente de 91%.

Actualmente en el municipio de Asunción Mita, específicamente en la Aldea Los Amates y sus alrededores, se identifican 22 granjas de cerdos y en aumento, las cuales no cuentan con sistemas tecnificados para tratar sus vertidos por la producción de estos animales; y es en una de estas 22 granjas identificadas en la que se plantea establecer el proyecto piloto de biodigestor para la reducción de la

3.5. DESARROLLO DEL ESTUDIO

Asunción Mita tiene una extensión territorial de 476km cuadrados y se encuentra a una altura de 504 metros sobre el Nivel del Mar; el clima es caluroso y subtropical, su temperatura es de 24" centígrados, con una distancia de 146 kilómetros de la ciudad capital, de la cabecera departamental de Jutiapa 30km; de la Frontera de San Cristóbal con la Hermana república de El Salvador 21km.

La aldea Los Amates se encuentra aproximadamente a 8km del municipio de Asunción Mita, Jutiapa, en la cual se localizan actualmente 22 granjas productoras de cerdo y en aumento las cuales surten al mercado local y también mercados y granjas de otros departamentos.

La granja del señor Elmer Roberto Martínez está ubicada en un sector de la aldea al cual le denominan camino a cafetales, solo cuenta con 1 vía de acceso y la granja está dividida en dos sectores productivos que están aledaños pero separados por un terreno que es propiedad de otra persona, familia del propietario de la granja.

El espacio del terreno en la granja es suficiente para poder construir un reactor de más de 600m^3 si así lo quisiéramos pero este será determinado por la oferta diaria de desechos que se generan por el lavado de los corrales.

- **Desechos Generados Diarios**

En la granja se ocupa diariamente un total de 408.24 m^3 de agua para el lavado de los corrales de los cerdos cuando estos ya están sucios, podríamos mencionar también en este dato que no se hace un lavado eficiente ya que muchas veces los trabajadores de la granja dejan la manguera tirada del corral dejando que el agua se derrame sin estar cumpliendo la función para lo cual se utiliza.

Este dato se obtuvo del aforo de la manguera que se utiliza para el lavado de los corrales y se les pregunto a los trabajadores cuanto era el tiempo que ellos se tardan en lavar los corrales, esto llevo a calcular la cifra anterior de agua gastada.

Respecto a la cantidad de estiércol que generan los cerdos tenemos un total de 1,644 libras equivalente a 745.72kg de estiércol de cerdo distribuido de la marera siguiente en el cuadro.

Cuadro de distribución de cerdos de la granja del señor Elmer Roberto Martínez

No.	Categoría	Cantidad de cerdos	Estiércol que produce un cerdo en libras	Estiércol producido lb/#cerdos/día
2	Engorde	490	2.80	1,372
1	Destete	300	0.5	150
3	Entre lactantes y Gestantes	110	0.89	98
4	Verracos	5	4.8	24
	Total:	905	Total:	1,644 libras

Fuente: Elaboración propia (datos obtenidos del propietario de la granja).

De esto podemos deducir que un biodigestor debe tener la capacidad de captar diariamente 408 m^3 de agua con estiércol lo cual requiere un volumen aun mayor del reactor sería un volumen total aproximado de más de 4 m^3 cúbicos, ya que se debe tener un medio en el cual las bacterias vivan y la cantidad de sustrato que entre diario debe ser degradado por esas bacterias.

Debido que la inversión sería demasiado grande y no hay capacidad económica suficiente para invertir y para captar toda los desechos y tomando en cuenta que no hay un manejo adecuado del agua dentro de la granja se requerirá un ajuste en la capacidad del biodigestor, esto en el estudio técnico.

- **Definición del Producto**

Básicamente el producto que se espera obtener del biodigestor es el biogás el cual está compuesto por los siguientes elementos.

Composición del Biogás

Composición del Biogás.	
Componente	***Porcentaje %***
Metano (CH_4)	54 – 70 %
Bióxido de Carbono (CO_2)	27 – 45 %
Nitrógeno (N_2)	0.5 – 3 %
Hidrógeno (H_2)	1 – 10 %
Acido Sulfhídrico (H_2S)	0.1 %

Fuente: Aprovechamiento energético de biogás en El Salvador.

El metano es el gas inflamable el cual es el que se utilizará primordialmente para la generación de energía eléctrica, como se mencionó anterior mente el biogás tiene equivalencias con otros combustibles como se muestra en la siguiente tabla.

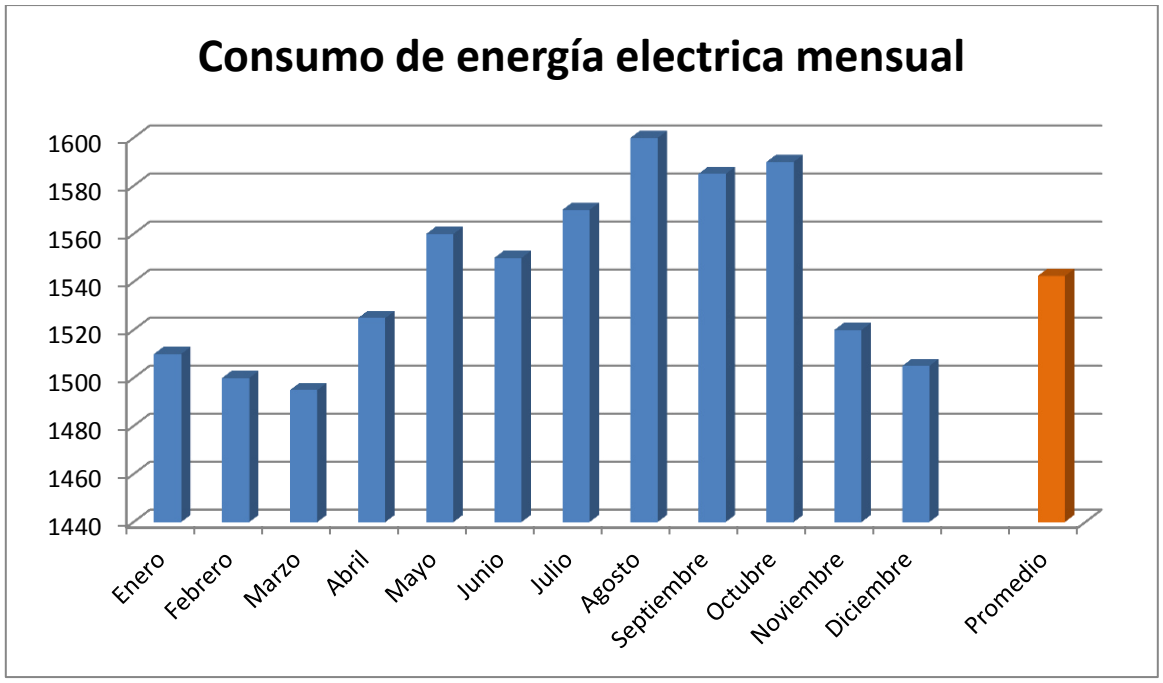
Equivalencias del Biogás con otros combustibles

Combustible	**Equivale a**
1 kg de leña	890 litros de Biogás
1 galón de Diesel	5.4m3 de Biogás
1 galón de gasolina	6m3 de Biogás
1 lb de propano	1 m3 de Biogás
1 litro de Queroseno	1.63m3 de Biogás

Fuente: Manual de tecnologías apropiadas.

- **Análisis de la Demanda**

La demanda de energía en la granja es básicamente para brindar energía a los calentadores de los cerdos recién nacidos, en el bombeo del agua del pozo hacia los corrales para lavar los corrales, iluminación de algunos de los corrales y además para puesta en marcha de los motores donde muelen el maíz para elaborar la comida de los cerdos.



Si se continúa con este paso en el consumo de energía eléctrica y tomando como base el promedio obtenido que es de 715kw en quetzales se traduce a Q. 1,543 mensual, Q 18,510 al año nos damos cuenta que la inversión es bastante grande.

Al observar la gráfica nos damos cuenta que básicamente el consumo de energía eléctrica se ha mantenido con una variabilidad de cien quetzales lo cual es poco.

- **Análisis de la Oferta**

La oferta de energía es a través de la empresa ENERGUATE que a su vez maneja lo concerniente a las tarifas de pago por consumo de kwh. En el caso del municipio de asunción mita la tarifa es de 2.158Q/kwh.

- **Precio**

El precio del kWh en el mercado es de aproximadamente Q2.158 con IVA incluido en el municipio de Asunción Mita, el precio que se puede analizar es el de un solo proveedor: ENERGUATE, quien estable las tarifas por consumo de energía eléctrica. En comparación con la inversión inicial requerida para el desarrollo del proyecto de biodigestor, la tarifa de Ener-guate parece ser factible a corto plazo, pero cuando se analiza a largo plazo los costos son altos y además la granja depende del servicio de energía de la empresa antes mencionada lo cual contribuye indirectamente a la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, en cambio si analizamos la inversión inicial del biodigestor es alta a corto plazo pero no tendremos el impacto ambiental que se produce actualmente, teniendo una fuente de energía renovable.

Como lo vimos en el aspecto anterior la demanda o consumo de energía eléctrica en la granja asciende a Q.18, 510.00 al año, sin embargo en el otro aspecto si tuviéramos un biodigestor lo suficientemente grande para poder colectar todos los desechos orgánicos y contáramos con un generador eléctrico podríamos cubrir toda la demanda de energía eléctrica que hay en la granja y estaríamos ahorrándonos costos los cuales pueden a largo plazo recuperar la inversión en el biodigestor y en el generador eléctrico.

MARCO REGULATORIO DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO

Las actividades del sector de energía eléctrica se rigen a la ley general de electricidad, su reglamento y las normas técnicas establecidas por los entes autorizados por la ley. Por otro lado, para las energías renovables es relevante la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable y su reglamento.

Según lo preceptuado en la Constitución Política de la República, es obligación fundamental del Estado orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales, adoptando las medidas que sean necesarias para su aprovechamiento, en forma eficiente, sabiendo que el desarrollo de los recursos energéticos renovables es de interés público.

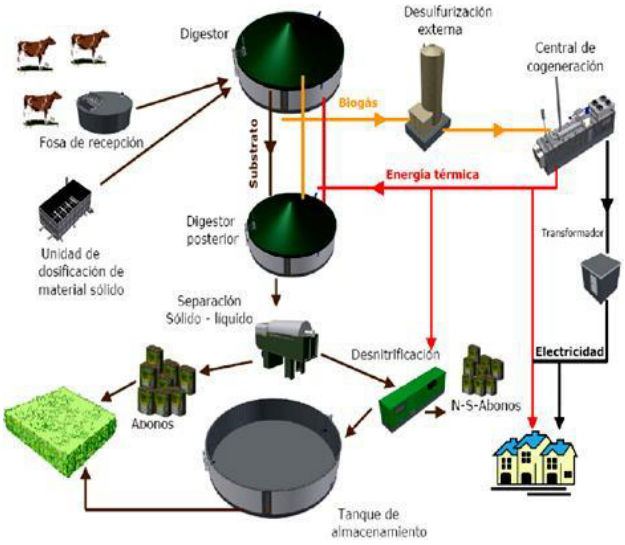
LEY DE INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE

Para promover el uso de las fuentes de energía renovable, el gobierno decretó la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable (Decreto No. 52-2003). La ley establece incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. El desarrollador de un proyecto calificado puede aplicar a exenciones de impuestos, que incluyen derechos arancelarios e IVA sobre importaciones de equipo y, a partir del inicio de operaciones comerciales y durante un máximo de diez años, el ISR y el IEMA (Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias). El reglamento de ley (Acuerdo Gubernativo No. 211-2005) establece los requisitos y procedimientos de aplicación.

CONSIDERACIONES GENERALES DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN EL MERCADO GUATEMALTECO

Guatemala es un país que cuenta con una considerable cantidad de recursos renovables, los cuales a la fecha no han sido aprovechados intensamente. Tal afirmación se deriva del hecho que existiendo un potencial aprovechable de 5,000 MW en energía hidroeléctrica y de 1,000 MW energía geotérmica, solamente se utilizan el 14% (705 MW) y el 4% (40 MW), respectivamente.. En cuanto a la energía solar, el valor anual de radiación global solar para todo el país, en promedio es de 5.3 kWh/m2/día y no se explota este recurso por la limitada tecnología existente en el país.

Por otro lado en el sector productivo también hay mucha capacidad para generar energía eléctrica a partir de biogás, o simplemente utilizar el biogás como otra fuente de gas para múltiples usos como se muestra en la siguiente imagen.



El aprovechamiento de los renovables de energía con que cuenta Guatemala, en la producción de energía eléctrica le permitirá al país:

- Disminuir la dependencia energética del exterior, ya que los recursos renovables de energía son recursos autóctonos.
- Reducir el costo de la energía eléctrica, ya que éste no dependería de los precios del barril de petróleo.
- En el mediano y largo plazo, estabilizar los precios de la electricidad.
- Ahorrar divisas, porque se estaría disminuyendo la compra de barriles de petróleo.
- Proteger al medio ambiente, al reducirse la cantidad de contaminantes principalmente de dióxido de carbono CO2.
- Diversificar la oferta energética.
- A las empresas nacionales, ser más competitivas.
- Crear fuentes de trabajo.

VENTAJAS DEL USO DE UN BIODIGESTOR

- Produce biogás naturalmente, que es combustible.
- Evita el uso de leña que contribuye a la deforestación.
- Permite aprovechar residuos orgánicos.
- El lodo producido en el proceso genera fertilizante.

- Promueve el desarrollo sustentable evitando la emisión de gases de efecto invernadero.
- Elimina problemas de sanidad: evita malos olores, insectos y controla los microorganismos capaces de generar enfermedades.
- Obtención de beneficios adicionales por la venta de bonos de carbono.
- Cumple con la normatividad nacional e internacional.
- Impide la contaminación de mantos acuíferos.
- Permite tener personal especializado en esta rama.
- Existe la opción de incursionar en proyectos de vanguardia.

DESVENTAJAS DEL USO DE UN BIODIGESTOR

- El digestor debe encontrarse cercano a la zona donde se recoge el sustrato de partida y a la zona de consumo.
- Debe mantenerse una temperatura constante y cercana a los 35ºC. Esto puede encarecer el proceso de obtención en climas fríos.
- Es posible que, como subproducto, se obtenga SH2, el cual es tóxico y corrosivo, dependiendo del sustrato de partida y de la presencia o no de bacterias sulfato reductoras. La presencia de SH2 hace que se genere menos CH4, disminuyendo la capacidad calorífica del biogás y encarece el proceso por la necesidad de depurarlo.
- Riesgo de explosión, en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.
- Requiere de un trabajo diario y constante, sobre todo para la carga de la materia orgánica.
- Dependiendo del modelo, requieren de mucho cuidado sobre todo cuando son construidos con plásticos, ya que éstos pueden ser fácilmente cortados y quedar inutilizados.
- Otros modelos pueden ser también de costos elevados aunque de mayor duración.
- Los beneficios de los biodigestores no han sido lo suficientemente difundidos.

- Puesta en Marcha, debido a la baja velocidad de crecimiento de los microorganismos, en el proceso anaeróbico la puesta en marcha de este tratamiento es lenta.
- Los costos asociados a la construcción de los digestores anaerobios son altos, comparado con sistemas no convencionales de tratamiento, principalmente porque necesita de un sistema integrado, para proporcionar un tratamiento completo y adecuado a los purines y la instalación de un sistema de recolección y acumulación del gas, para su posterior uso o quema.
- Los costos de operación y mantención no son altos, solo requiere personal capacitado, para que realicen las labores de mantención, que por lo general no son muy frecuentes.

3.5. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis previo de la demanda y oferta, se necesita profundizar más en los datos técnicos y en costos de la adquisición e instalación del sistema de biodigestor ya que se requieren muchos cuidados para mantenerlo funcionando de una manera óptima.

Derivado del análisis de la demanda y oferta nos damos cuenta que hay un exceso del uso de agua que utilizan para el lavado de la granja por lo que es necesario regular este consumo para poder calcular el volumen de un biodigestor no tan sofisticado y de alto costo, pero que sea eficiente y que cumpla con su trabajo para la generación de energía eléctrica.

Es necesario tener personal capacitado y expertos en el tema, lo cual en nuestro país es muy limitado y no se cuenta con las experiencias suficientes ni las condiciones económicas para poder invertir en algo que tenga la capacidad total para colectar todos los desechos que se generan en la granja.

El biodigestor que se instalará podrá tener un tamaño mediano con lo cual se espera recolectar lo más denso de los purines generados al momento de lavar los corrales de la granja, es decir colectar la totalidad de la primera lavada de los corrales para evitar introducir al biodigestor excesos de agua.

En Guatemala no existe este tipo de generadores eléctricos especializados para utilizar biogás, sin embargo pueden traerse de otros países pero se debe contactar con las empresas que han tenido alguna experiencia previa con biodigestores tal es el caso como en la Finca El Cascajal en Esquipulas, Chiquimula.

Es necesaria la Asesoría técnica y la implementación de instrumentos de medición de Ph, temperatura, grasas, entre otros aspectos relevantes que intervienen en la eficiencia del biodigestor.

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio técnico consta básicamente de la determinación y el tamaño del proyecto, los materiales necesarios para la implementación del sistema de digestión anaeróbica y la generación de energía eléctrica, aprovechamiento de energía solar, el área que ocupará e l proyecto, entre otros.

El proyecto “Implementación de un biodigestor anaeróbico para la reducción de la contaminación ambiental”, si bien es un proyecto visionario que busca minimizar el impacto ambiéntale, evitando la quema de combustible fósil que procede de la oferta de energía eléctrica de la red pública y la liberación de desechos contaminantes por los purines de la granja de cerdos, por ello la función del biodigestor y un generador eléctrico a modo de convertir estas desventajas en ventajas para el desarrollo.

El presente estudio de técnico es una herramienta que permitió determinar la cantidad de materiales necesarios para la construcción de los tanques que funcionarán como reactores, la cantidad de materiales a utilizarse, la cantidad de energía eléctrica que pudiéramos generar diariamente con un volumen de m^3 determinados, principalmente el costo de inversión del proyecto.

4.2. OBJETIVOS

Estimar los costos de inversión en la implementación del proyecto de bio-digestión anaeróbica y generación eléctrica en la granja de Elmer Martínez ubicada en la aldea Los Amates, Asunción Mita.

Estimar el volumen total necesario para el lavado de los corrales de agua, con el cual se estará suministrándole del sustrato al biodigestor.

Calcular la oferta de biogás que se generará dentro de las instalaciones después de puesto en marcha el proyecto, con lo cual se busca suplir la demanda de energía eléctrica de la granja para reducir los costos.

Comprobar si es necesario en el caso de estudio, el establecimiento de bolsas de almacenamiento de biogás para poder capturar todo el biogás generado.

4.3. TAMAÑO DEL PROYECTO

Para la localización y el diseño del biodigestor es necesario tomar en cuenta los datos obtenidos en el estudio de mercado para poder determinar el volumen del biodigestor. Y debido al gran tamaño del reactor necesario para este proceso se debe tener en cuenta muchos cuidados para lo cual es necesario invertir también en asesoría técnica, capacitaciones, equipo de laboratorio, entre otros.

4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubicará dentro de la granja en la cual se estará trabajando, esta misma se ubica en la aldea Los Amates del municipio de Asunción Mita, Jutiapa. La granja está ubicada en dirección Sur para lo cual es necesario tomar un camino de terracería conocido en el área como camino hacia cafetales. Anexo 1.

Cerca de esta granja se ubican seis granjas más las cuales al ver esta tecnología en funcionamiento también pueden poner en práctica los conocimientos e iniciar con un nuevo proyecto de biodigestor para la reducción de la contaminación ambiental en su

propia granja, volviéndose más competitivos ante el mercado y reduciendo sus costos de producción.

4.5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En esta parte se presenta los principales componentes de un sistema de aprovechamiento de energía a partir de biogás, su función y los criterios de diseño más sobresalientes con lo cual determinaremos el tamaño del biodigestor que se desea construir.

En todo proyecto, es necesario seguir una serie de etapas y considerar unos aspectos que llevarán a buen término el emprendimiento propuesto, desde las etapas iniciales en la concepción de la idea del proyecto, el diseño, la construcción, la implementación y su posterior seguimiento.

De lo contrario, podrían no contemplarse situaciones que requieren cuidados especiales, como los impactos ambientales y sociales que estos proyectos pudieran provocar directa o indirectamente, y los riesgos potenciales que pudieran acarrear ciertas fallas en el proceso de biodigestión; y que por otra parte incurrirían en posteriores gastos indeseados.

En el caso de las plantas de biogás, para elaborar el proyecto deben tenerse en cuenta, en primer lugar, los parámetros de producción de biogás y factores que intervienen en la producción de biogás.

Dentro de ellos, el volumen y el tipo de sustrato disponible (estiércol, animales muertos, desechos agropecuarios, otros) son los parámetros de inicio, que determinarán la producción de biogás, el caudal de material de entrada y de salida, el tiempo de retención y los volúmenes de las cámaras de carga, de digestión y de recepción del efluente, como así también, la necesidad de pre-tratamientos previos al ingreso a la cámara de digestión.

Una vez que se definen estos parámetros y teniendo en cuenta los objetivos predeterminados por el productor y la inversión disponible, debe realizarse una evaluación previa de las condiciones climáticas y otros parámetros ambientales,

sociales (mano de obra, materiales de construcción, etc) y de recursos (recursos hídricos, energéticos, etc.) que definirán la mejor opción, de una serie de alternativas para desarrollar el proyecto de indigestión.

- **Materiales**

Las plantas de biodigestión con sus tres cámaras varían en cuanto a materiales de construcción y tecnología dependiendo del tipo de biodigestor.

Cámaras de carga: Dependiendo del digestor esta cámara deberá ser capaz de almacenar un volumen equivalente a dos días de carga. Estará provisto de un sistema de alimentación de agua para realizar las diluciones del material y algún mecanismo o instrumento de agitación para homogeneizar. Al incorporar el agua con una temperatura adecuada que favorezca la velocidad de degradación también beneficia la homogenización del material y disminuye su concentración para que pueda fluir fácilmente.

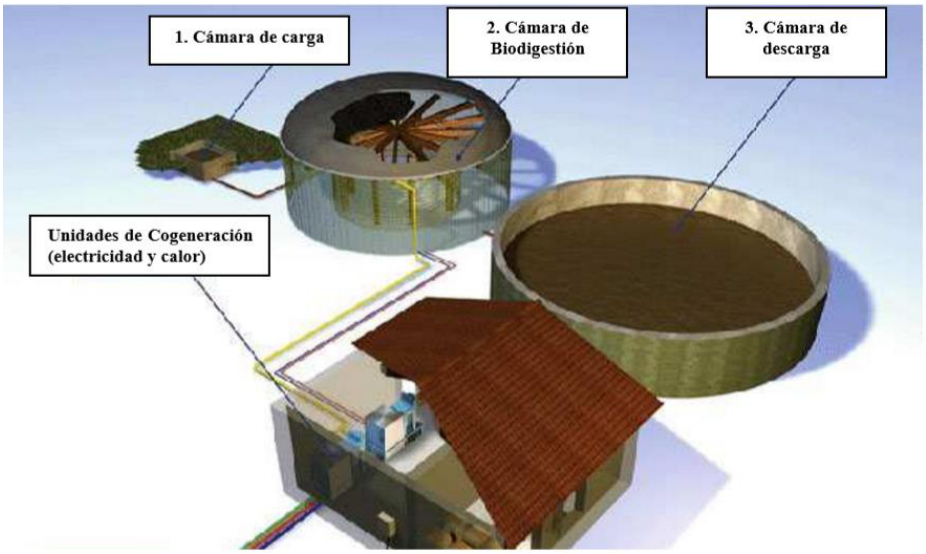
Para su construcción suele utilizarse mampostería con revoque impermeable y variará de acuerdo a las características del residuo y las posibles reacciones.

Cámara de digestión: como ya se ha visto, varía según el tipo de biodigestor, el material y las condiciones ambientales internas y externas al digestor. A modo de ejemplo: para los digestores de tecnología simple (hindú, chino) se utiliza mampostería, tablas de madera, hormigón; los digestores tubulares utilizan bolsas silo de polietileno, algunos digestores tubulares se construyen de material; otros de desplazamiento horizontal utilizan membranas o lonas especiales de material resistente y flexible, y los más tecnificados, abundantes en Europa, son como el que se muestra a continuación estas plantas de biogás están equipadas para producir el metano puro y en las condiciones adecuadas para distribuirlo a la red de gas natural:

Estos digestores son de hormigón armado y van equipados con agitadores de motor Sumergible, sistema de calefacción (tubos de polietileno) y están tapados mediante una cubierta laminada doble. Sus muros se encuentran revestidos de material aislante y protegidos de la intemperie mediante una chapa metálica.

En su interior reina una atmósfera prácticamente libre de oxígeno (anaeróbica), una temperatura mesofílica constante (40-42ºC) y un valor de pH prácticamente neutro (6,7- 7,2), factores que permiten y favorecen el crecimiento de las bacterias responsables del proceso."

Cámara de descarga: debido a que el efluente es líquido no puede ser depositado directamente sobre la tierra, habrá que construir una cámara para almacenarlo que, según se vio anteriormente, no es necesario que esté revestida.



Tuberías del biogás: alrededor del 60% del mal funcionamiento de las plantas se debe a este punto. Los problemas que presenta son los mismos que cualquier instalación de gas, con el añadido de que el biogás está saturado por un 100% de vapor de agua (lo cual puede producir condensación dentro de las cañerías) y contiene sulfhídrico.

Por tanto no se puede usar ningún elemento de metal férrico ya que se corroerían en un espacio de tiempo muy corto. Se deben usar tuberías galvanizadas de acero, de PVC o PE rígido. El polipropileno (rojo) el PVC (blanco o gris) son fácil de roscar, y el polietileno (negro) se puede unir mediante enchufes a presión previo calentamiento del caño.

Las uniones deben tener sellador de gas para evitar pérdidas. Se debe tener en cuenta el largo de la red y el caudal de consumo máximo (m 3/hora) para evitar pérdidas de carga en la longitud total de la cañería no debe sobrepasar los 10 mm de columna de agua.

Las dimensiones para las tuberías de acero de una planta de tamaño pequeño o medio son de 1/2" o 3/4" y de menos de 30 m de largo.

Las cañerías plásticas expuestas a los rayos UV deben ser pintadas y mantenidas periódicamente con algún esmalte sintético, como el color aluminio o verde. El acero galvanizado puede utilizarse pero con el tiempo tendrá problemas de corrosión habituales.

Trampa de Agua o Columnas de destilación

Para evitar la condensación por saturación de vapor de agua e impedir el flujo normal del biogás se colocan las cañerías con una leve pendiente y una convergencia hacia un punto más bajo en toda la línea.

En el caso de pequeños digestores, en ese lugar se coloca una T y se deriva la salida inferior hacia una trampa de agua. Para plantas más grandes se utilizan columnas de condensación.

Sistemas de calefacción y de agitación: Los sistemas de calefacción disponibles pueden ser divididos en dos grandes grupos: los de calentamiento directo por vapor

o agua caliente, este tipo de sistema se suele utilizar para el calentamiento del material a cargar y los de calentamiento indirecto a través de intercambiadores de calor. En estos últimos se suele utilizar el agua caliente como medio de transporte de energía.

Los intercambiadores de calor adoptan distintas características: fondo calefaccionado, verticales sumergidos, embutidos en las paredes o externos al mismo.

Sistemas de purificación del biogás: La purificación se justifica en caso de grandes instalaciones, en las cuales el metano podrá comprimirse y ser utilizado.

Para instalaciones pequeñas el ácido sulfhídrico debe eliminarse cuando el biogás se utilice para generar fuerza motriz o posteriormente energía eléctrica. De lo contrario el SH 2 se transformará en ácido sulfuroso SO 2 después de la combustión y luego junto con el agua producida se oxida a ácido sulfúrico SO 4H2 muy corrosivo para los metales.

Filtro de biogás para eliminar SH 2: Como regla práctica para el tamaño del purificador a construir, puede adoptarse que para el biogás obtenido a partir de estiércol de vacas, con 1 Kg de viruta oxidada se pueden purificar unos 800 m 3 de biogás. El sulfuro puede eliminarse mediante la introducción de **limaduras de hierro** en la cañería. Cuando el hierro entra en contacto con el biogás, oxida el ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno y se forma sulfato ferroso precipitado. Esta sencilla forma de eliminar el ácido sulfhídrico ayuda a poder hacer un mejor aprovechamiento del biogás.

Otra manera de eliminar este ácido es a través de la inyección de oxígeno en la cámara de digestión. Para plantas industriales existen otros sistemas de purificación para la obtención de metano puro, como los que se muestran a continuación:

Para obtener un metano puro y rico en energía, se utilizarán diferentes pasos de limpieza. Primero se separa el biogás del ácido hidrosulfúrico. El gas previamente limpiado se trata en la limpieza de biogás sin presión mediante una solución de lavado amínica. Así, se eliminará prácticamente por completo el contenido de CO 2. La solución de lavado cargada con CO 2 se calienta en una unidad de regeneración. Con ello, el CO 2 vinculado químicamente se separará de nuevo de la solución de lavado amínica en el separador.

La solución de lavado vuelta a preparar de tal modo, se enfriará a continuación a través de un proceso de recuperación de calor y se volverá a introducir en el proceso. Igualmente, se recuperará calor a partir del producto derivado de CO 2 que se da en forma de gas y que contiene también trazas de vapor de agua.

Desulfurización: La desulfurización se lleva a cabo mediante bacterias, que colonizan una red situada debajo de la cubierta del digestor. Con esta solución se evita la implementación de complicadas y costosas tecnologías de desulfurización externa y la necesidad de trabajos de mantenimiento.

El funcionamiento de este consiste en la inyección de pequeñas cantidades de aire en el espacio de cabeza del digestor donde se forman unas bacterias sulfooxidantes, que degradan el H2S, dando lugar azufre elemental para evitar el riesgo a la intoxicación por este gas.

Adaptación de artefactos domésticos para uso del biogás: Cuando el biogás se mezcla con aire en una relación de 1:20 se forma un gas potencialmente explosivo, así que las canalizaciones podrán ser peligrosas en lugares cerrados. El biogás es pues un gas combustible que puede usarse a nivel doméstico o industrial,

especialmente para: fogones de cocina o estufas, lámparas de biogás, estufas radiantes, incubadoras, refrigeradores o motores.

Habitualmente los quemadores de los artefactos domésticos están preparados para utilizar gas envasado con una potencia calorífica del orden de 22300 kcal/m 3 y para gas natural 9300 kcal/m^3, recordando que el biogás tiene un valor aproximado de 5500 kcal/m 3, entonces existen dos posibilidades: diseñar un quemador para este combustible o adaptar los artefactos destinados anteriormente para gas natural o envasado.

Esta tarea resulta totalmente artesanal mediante sucesivas pruebas ya que cada biodigestor trabaja con una presión diferente según el diseño y el tipo de gasómetro utilizado. La adaptación puede efectuarse de forma sencilla en estufas, quemaderos, lámparas.

Como va a circular mayor caudal al usar biogás, la succión de aire primario se debe reducir de lo contrario la cantidad de aire mezclado por efecto venturi será demasiada. Los quemadores tienen por lo general un anillo de chapa que permite hacer esta reducción de la sección de paso para el aire.

Inyector: pequeña boquilla con una abertura de unos pocos milímetros de diámetro por donde ingresa con velocidad el gas combustible. El caudal de mezcla total será mayor que en el uso original del quemador entonces la sección de salida en la corona del quemador se debe aumentar sustancialmente.

El buen funcionamiento se logra cuando la llama es de color azul pálido, sin puntos amarillos y no se despega de la corona a caudal máximo. Tampoco debe haber retroceso de la llama dentro del quemador.

Transformación del biogás en energía

Esta transformación puede efectuarse a través de las siguientes tecnologías:

- Combustión en caldera con solo producción energía térmica.
- Combustión en grupos electrógenos a gas para la producción de energía eléctrica.

- Combustión en equipos de cogeneración para la producción combinada de energía eléctrica y calor.

Los sistemas de cogeneración buscan la mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía contenida en el biogás. En estos casos la potencia mecánica provista por el eje del motor es aprovechada para generar electricidad a través de un generador.

Simultáneamente y por medio de una serie de intercambiadores de calor ubicados en los sistemas de refrigeración (agua y aceite) del motor y en la salida de los gases de escape, se recupera la energía térmica liberada en la combustión interna. De este modo se logra un mejor aprovechamiento de la energía.

Operación y Mantenimiento

Las actividades de operación del biodigestor dependerán del grado de tecnificación del sistema, a mayor tecnificación menor mano de obra, pero en todo caso necesaria la capacitación de los responsables en cuanto a los procesos, y sobre todo en materia de prevención de riesgos.

Medidas preventivas

Todas las áreas con operaciones de biogás deben estar bien ventiladas para evitar la acumulación peligrosa de sustancias inflamables y toxicas en caso de fugas. Si el biogás se mezcla con aire en 1:20 se forma una atmósfera potencialmente explosiva.

- El usuario debe ser consciente del riesgo que conlleva el uso del biogás, sobretodo en relación al utilizar de los aparatos domésticos (quemadores, lámparas).

- El digestor de la planta de biogás y el almacenamiento del biofertilizante se deberán construir en una localización donde no pueda ser posible que humanos o animales caigan en su interior.

- Las cañerías deben estar como mínimo a 30 cm bajo tierra para no tener contacto accidental con ellas.

- Para el manejo del biogás es preciso definir las distintas zonas de riesgo que habrá en la planta y tener especial esmero en asegurar la ventilación de todo el sistema de biogás para que no se formen bolsas, con peligros de explosión.

Teniendo en cuenta esta consideración, se podrá clasificar el área de la planta de biogás en zonas por grados de riesgo de explosión, y en función de cada grado tomar las medidas necesarias.

Tareas de Mantenimiento

Una vez que el sistema se encuentra en equilibrio estable consumiendo la carga de diseño, el proceso continuará por determinados períodos de tiempo y necesitará para su mantenimiento una serie de controles adecuados, teniendo en cuenta los dispositivos (medidores de ph, conductividad, temperatura, otros.) necesarios en la instalación que permitan verificar diariamente los parámetros más relevantes y que pueden afectar negativamente el proceso de digestión.

Cabe recordar que el sistema trabaja con microorganismos vivos, una población bacteriana compleja, donde ante cualquier cambio, como una sobrecarga de alimentación, redundará en consecuencias negativas en el funcionamiento del biodigestor, y los aumentos de carga no siempre provocan un aumento en la producción de biogás, sino que ocurre lo contrario, provocando la disminución del rendimiento del digestor hasta su completa ineficiencia y el riesgo de inhibir totalmente la actividad de las bacterias productoras de metano, y esto sucede a causa del aumento desmedido de ácidos grasos volátiles (AGV) inhibidores de la metanogénesis .

Es por ello que, deberá establecerse un plan de vigilancia y monitoreo de tal forma que todos los factores y parámetros que intervienen en la producción de biogás funcionen correctamente y con seguridad.

4.5.1. Diseño del biodigestor

Para iniciar se deben realizar unos ajustes a los canales y tubería que conducen las excretas de los cerdos hacia su disposición final, en este caso su nueva disposición

será al tanque de recolección o cámara de carga de excretas en la cual se hará una homogenización manual del sustrato (agua y estiércol).

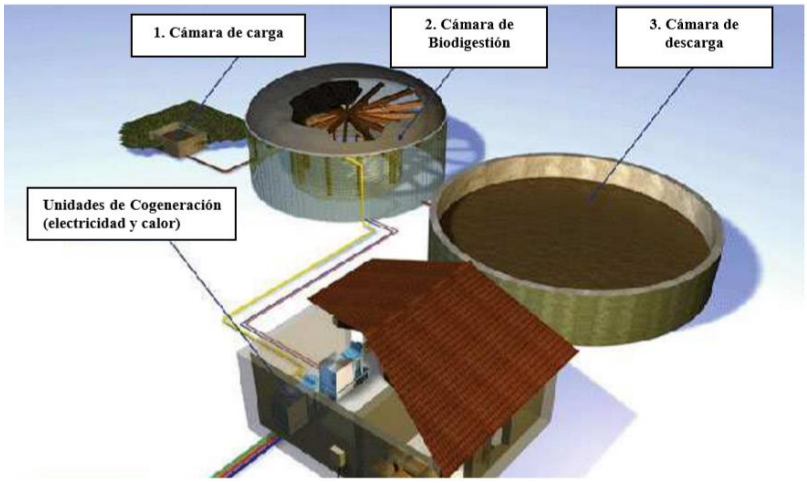
Algo que cabe resaltar es que se deben colocar en el transcurso de los canales o tubería cajas de separadores de sólidos o sedimentadoras que favorezcan el paso de lo que en realidad necesitamos que entre al biodigestor y no haya sedimentación a gran escala en su interior.

Fotografía de la situación actual de los canales de conducción de purines en la mayoría de las granjas de cerdos de la aldea Los Amates.

Fuente: Elaboración propia.

Después de tener listos los canales de conducción se procede a la construcción entera del biodigestor, debemos tomar en cuenta antes de conducir los purines por los canales ya mejorados se debe tener terminada toda la instalación y equipamiento del reactor digestor.

El diseño del biodigestor será básicamente el mismo que el que se presenta en la Imagen:



Dimensiones de la cámara de Carga

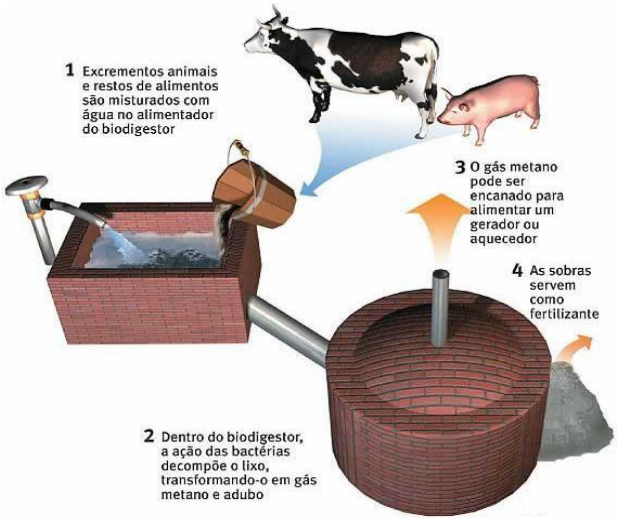
Como anteriormente habíamos mencionado el volumen en m^3 de purines es demasiado, sobrepasamos los 400 m^3, pero para ello es necesario regular el consumo de agua que actualmente se da, por medio de las capacitaciones periódicas que se le den al personal que labora dentro de la granja y tenga a cargo el manejo del biodigestor.

Actualmente se tiene una población de 905 cerdos de diferentes edades los cuales defecan en total 1644 libras o 747 kg de estiércol, si dividimos esta cantidad de estiércol entre el número de cerdos nos da un promedio de 1.81 libras de estiércol por cerdo, equivalente a 0.82 kg.

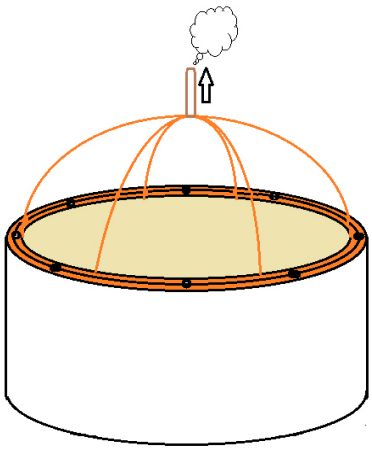
- Si partimos de los 747 kg de estiércol que se generan diarios en la granja, el total re colectable es del 65% lo cual se traduce a un total de 485.55 kg.
- El rendimiento de biogás es de 75 litros de biogás/kilogramo con lo cual logramos una producción de 36,416.25 litros de biogás/día = 36 m^3 biogás/día.
- Para esta cantidad de estiércol húmedo es necesario un volumen de fermentación de 104.05m^3 y un volumen total del biodigestor de 119.65 m^3.
- Colocando un tiempo de retención de 32 días, se divide el volumen total del biodigestor en esa cantidad y se estima la carga diaria de purines para el

biodigestor, aproximadamente se necesita una carga diaria 8288.09 lts de purines = 8.28 m^3.

- Y se calcula que habrá una descarga diaria de biofertilizante igual a la carga diaria.
- Es necesario contar con un sistema de almacenamiento el cual puede constar de 2 bolsas de 20m^3 cada una haciendo un total de 40m^3 que nos almacena perfectamente la producción de biogás diaria.



En esta figura se puede observar básicamente el esquema de un biodigestor chino de esta manera se hará el biodigestor solamente que con algunas diferencias en cuanto a los materiales utilizados.



Dimensiones del reactor o cámara de digestión

Volumen total: 120m^3

Altura de las paredes al fondo: 2m

Área: 59.99m^2 horizontal

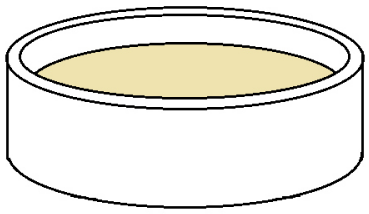
Diámetro: 8.74m libres

Perímetro: 27.46m. Metros cuadrados de geo-membrana necesarios: 67.05m^2

La geo-membrana será utilizada en la parte superior del digestor con la cual se puede observar con más detalle la evolución en la producción de biogás del reactor y se necesita más del área horizontal para hacer un empalmado en la parte superior de la pared y para que tenga una forma de campana.

Dimensiones de la cámara de carga

El volumen de carga diaria es de 8.28m3 por lo cual el volumen de la cámara de carga debe ser igual o mayor a esta, por lo cual las dimensiones podrían ser las siguientes.



Profundidad: 1.25m libre

Diámetro libre: 2.96m

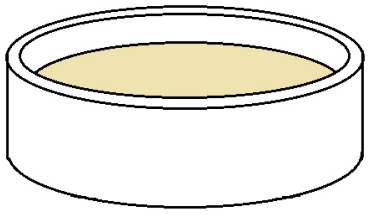
Volumen total: 8.60m^3

Perímetro: 9.30m

Las dimensiones pueden cambiar dependiendo del diseño que se le quiera dar al tanque.

Dimensiones de la cámara de descarga

Las dimensiones de esta pueden ser idénticas a la cámara de carga, con la diferencia de que entre la cámara de carga y descarga debe existir un desnivel con el cual pueda haber fluidez purines por gravedad.



Profundidad: 1.25m libre

Diámetro libre: 2.96m

Volumen total: 8.60m^3

Perímetro: 9.30m

Agitador de la mezcla dentro del biodigestor

Consiste básicamente en un sistema para darle movimiento al sustrato dentro del biodigestor consiste básicamente en un motor eléctrico que hace girar una varilla de hierro que hace girar a una turbina que se ubica en la parte interior del biodigestor, es decir que la varilla atraviesa la pared en diagonal del reactor.

Filtros de biogás

Los filtros de biogás son básicamente para purificar el biogás a gas metano, liberándolo del contenido de sulfuro de hidrógeno o podríamos llamarlo también ácido sulfúrico, se pueden fabricar artesanalmente con secciones de tubería de 3 pulgadas rellenas de restos de metales para que reacciones con este ácido y no se trasmita hacia el generador.

En el interior de este cilindro de tubería es donde estarán ubicados los restos metálicos encargados de la filtración del biogás.

Tubería para la conducción del biogás

Para la conducción del biogás hasta el lugar de aprovechamiento la mejor opción será en tubería de PVC de un diámetro de 2 pulgadas o 3 para facilitar el fluido del gas través de las secciones de tubería.

Recordamos las condiciones de la conducción de biogás nos damos cuenta que existe condensación de agua en la tubería por lo que es necesario dejar algunas llaves de paso para dejar escapes de agua en las zonas más bajas de la tubería.

Generadores eléctricos

En Guatemala no se encuentran distribuidores de los generadores eléctricos a base de biogás por lo que es necesario importarlos de otros países en los cuales si hayan distribuidores autorizados.

Hay diversos modelos de generadores eléctricos, desde potencia 110 hasta 220 pero en el caso de la demanda de energía eléctrica de la granja se necesita una potencia eléctrica de 220V por lo que es necesario importar un generador grande como el que observaremos en la siguiente figura.

Datos básicos

Lugar del origen: China (Continental)	Marca: miraclegen	Número de Modelo: Ms, mt, mc
Tipo de la salida: CA trifásica	Velocidad: 1500rpm/1800rpm	Frecuencia: 50/60hz
Energía clasificada: 6-640kw	Voltaje clasificado: 400/230v; 220/110v	Corriente clasificada: 10.8-1903a
miraclegen: biogás generador	fuel: biogás	del motor: cummins
alternador: leroy somer	de garantía: Hrs 2000/un año	

Un generador de estos básicamente se cotiza en el mercado a aproximadamente a Q76, 500.00 quetzales los cuales si lo vemos a corto plazo es una inversión bastante alta. Pero a largo plazo se pudiera recuperar con el ahorro de energía eléctrica que se tenga.

Aproximadamente estos generadores consumen alrededor de $55m^3$ de biogás cuando funcionan diariamente, en el caso de la granja de biodigestores como se alcanza una producción diaria de biogás de $36m^3$ diarios no se podría alcanzar la demanda del biodigestor, sin embargo si contamos con bolsas de almacenamiento de gas hasta podríamos superar esta cantidad.

Bolsas de almacenamiento de biogás

Es necesario el almacenamiento del biogás para tener la capacidad suficiente de suministrarle los m^3 requeridos al generador eléctrico y además no es conveniente de que se liberen estos gases a la atmosfera sin ser quemados ya que la composición del biogás contiene muchos gases que contribuyen al crecimiento del efecto invernadero y luego el calentamiento global.

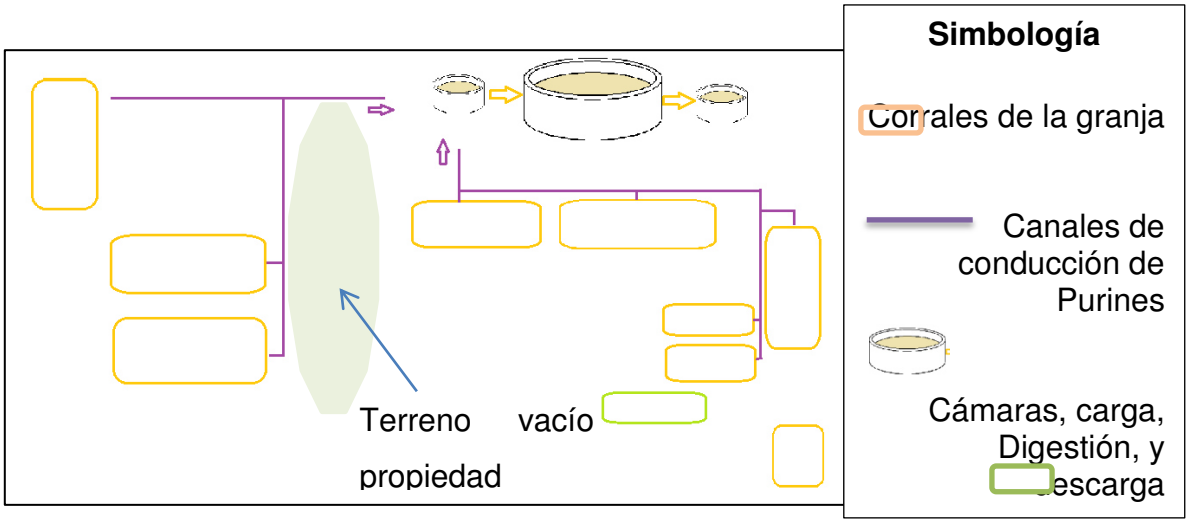
Para el almacenamiento se debe tener aproximadamente más de $36m^3$ de volumen, entonces por cuestiones de redondear la cantidad se sugiere optar por 2 bolsas que tengan cada una un volumen de aproximadamente $20m^3$.

Mantenimiento del biodigestor

Para ello es necesario tomar en cuenta algunos parámetros que anteriormente se enunciaron en la ingeniería del proyecto, como el Ph, la temperatura, grasas, entre otros. Además debe de haber personal dentro de la granja que tenga como responsabilidad el revisar las condiciones en las que se encuentra la tubería y el generador eléctrico entre otros, para garantizar el funcionamiento óptimo del biodigestor y generador eléctrico.

Con el apoyo de la ley de incentivos por el uso de tecnologías para el aprovechamiento de energías renovables es probable de que se pueda coordinar con alguna entidad del gobierno que apoye para los análisis periódicos del biodigestor.

Imagen del posible diseño de conducción de purines hacia el sistema de digestión y ubicación del reactor en las instalaciones de la granja respecto a los corrales.



Fuente: Elaboración propia

4.6. COSTO DEL BIODIGESTOR JUNTO CON EL SISTEMA DE APROBECHAMIENTO DE GAS

1	**Mano de Obra**	**3,600.00**
1.1	Trabajos en los arreglos de los canales de purines	1,600.00
1.2	Capacitaciones a los que participan en la granja	2,000.00
1.3	Construcción de tanques, mano de obra	4,000.00
2	**Materiales**	**22,737.00**
2.1	Cemento	5,760.00
2.2	Block	3,920.00
2.3	Hierro de 1/2	3,240.00
2.4	Hierro de 3/8	1,800.00
2.5	Arena m3	1,000.00
2.6	Piedrín	800.00
2.7	Alambre de amarre lb	150.00
2.8	Geomenbrana m2	2,380.00
2.9	Tubería de PVC 2" de 250psi, tubos	1,211.00
2.1	Accesorios e insumos varios	1,000.00
2.11	Pegamento tangit	476.00
2.12	Bolsas de almacenamiento de gas	1,000.00
3	**Equipo**	**102,373.50**
3.1	Generador eléctrico	76,500.00
3.2	Gastos de importación	11,475.00

3.3	Gastos varios	11,398.50
3.4	Motor y materiales para la instalación del agitador	3,000.00
4.	**Funcionamiento**	**13800.00**
4.1	Personal contratado para supervisión y mantenimiento, análisis entre otros	5000.00
4.2	Insumos para el mantenimiento	8000.00
4.3	Mantenimiento de filtros	500.00
4.4	Gastos menores	300.00
5	**Costo Total**	**142,510.50**

El costo aproximado del sistema de biodigestor para la generación de energía eléctrica está cercano a los 143 mil quetzales, con lo cual se espera generan una cantidad de 36m^3 de biogás diarios que cubran la demanda del generador de aproximadamente 55m^3 en 24 horas, pero como el generador eléctrico se mantendrá funcionando solamente en las horas en donde exista mayor demanda, obviamente podremos satisfacer la demanda.

4.7. CONCLUSIONES

Es limitado el acceso a las tecnologías limpias en la república de Guatemala, es necesario hacer importaciones de los insumos necesarios para la ejecución de proyectos de esta clase lo cual significa un mayor costo por motivos de gastos de importación, cambio de moneda entre otros.

La demanda de agua de la granja para lavar los corrales deberá ser regulada debido a que al biodigestor solo le podrá entrar una cantidad diaria en m^3 debido a que la mezcla de estiércol y agua debe ser homogénea y si se quisiera tener mayor capacidad en el biodigestor se debe construir de mayor volumen y la inversión sería mayor.

La cantidad de agua que se deberá ocupar es de aproximadamente $8m^3$ con lo cual se deberá capacitar a los trabajadores de la granja para que en la primera lavada de los corrales utilicen esta cantidad de agua, calculada por medio del aforo de las mangueras utilizadas para el lavado.

Es necesario el contar con las bolsas de almacenamiento para capturar todo el gas producido por el biodigestor, esto ayuda también a tener una cantidad de biogás suficiente para mantener funcionando el generador eléctrico por bastante tiempo, además este deberá ser utilizado para los momentos más fuertes de consumo de energía eléctrica de la granja.

Los beneficios económicos de la implementación del biodigestor serán visibles a largo plazo, porque si logramos hacer un ahorro en los costos por el pago de energía eléctrica en los siguientes años podremos ver que la inversión se recupera poco a poco, para hacer este análisis es necesario verlo desde el punto de vista financiero, para lo cual está el siguiente estudio económico.

5. ESTUDIO FINANCIERO

5.1. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

Para la evaluación financiera del sistema de digestión anaeróbica y generación eléctrica se estimó un análisis en 20 años debido a que después de esta cantidad de años es cuando se estima que pueda haber cambios en la eficiencia del generador eléctrico y además un ahorro por costos en el consumo de energía eléctrica.

5.1.1. Cuadro de Análisis de Costos

No.	Concepto	Unidad de Md.	Cantidad	Costo Unitario	Total/Año 0
1	**Mano de Obra**				**3,600.00**
1.1	Trabajos en los arreglos de los canales de purines	Jornal/4 Días	2	800.00	1,600.00
1.2	Capacitaciones a los que parcitipan en la granja	Tecnicos/ 4 Días	2	1,000.00	2,000.00
1.3	Construcción de tanques, mano de obra	Jornal/ 10 Días	4	1,000.00	4,000.00
2	**Materiales**				**22,737.00**
2.1	Cemento	Quintal	80	72.00	5,760.00
2.2	Block	Unidad	1120	3.50	3,920.00
2.3	Hierro de 1/2	Quintal	9	360.00	3,240.00
2.4	Hierro de 3/8	Quintal	5	360.00	1,800.00
2.5	Arena m3	m3	10	100.00	1,000.00
2.6	Piedrin	m3	5	160.00	800.00
2.7	Alambre de amarre lb	Libras	25	6.00	150.00
2.8	Geomenbrana m2	m2	68	35.00	2,380.00
2.9	Tubería de PVC 2" de 250psi, tubos	Unidad	7	173.00	1,211.00
2.1	Accesorios e insumos varios	Unidades	20	50.00	1,000.00
2.11	Pegamento tangit	1/4 de galón	1	476.00	476.00
2.12	Bolsas de almacemaniento de gas	Unidades	2	500.00	1,000.00
3	**Equipo**				**102,373.50**
3.1	Generador electrico	Unidad	1	76500	76,500.00
3.2	Gastos de importación	Unidad	1	11475	11,475.00
3.3	Gastos varios	Unidad	1	11398.5	11,398.50
3.4	Mortor y materiales para la instalación del agitado	Unidad	1	3,000.00	3,000.00
	TOTAL				**128,710.50**

5.1.2. Cuadro de los costos de Funcionamiento del sistema

No.	Concepto	Unidad de Md.	Cantidad	Costo Unitario	Total
1	**Funcionamiento**				**13,800.00**
1.1	Personal contratato para supervisión y mantenimiento, análisis entre otros	Técnicos	1	5000	5,000.00
1.2	Insumos para el mantenimiento	Unidades	1	8000	8,000.00
1.3	Mantenimiento de filtros	Unidades	1	500	500.00
1.4	Gastos menores	Unidades	1	300	300.00
	TOTAL				**13,800.00**

5.1.3. Cuadro de análisis de costos en veinte años

		Año																				
No.	**Concepto**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	**Mano de Obra**	**3,600.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
1.1	Trabajos en los arreglos de los canales de purines	1,600.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	Capacitaciones a los que parcitipan en la granja	2,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3	Construcción de tanques, mano de obra	4,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	**Materiales**	**22,737.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
2.1	Cemento	5,760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2	Block	3,920.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3	Hierro de 1/2	3,240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	Hierro de 3/8	1,800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5	Arena m3	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.6	Piedrin	800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.7	Alambre de amarre lb	150.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.8	Geomenbrana m2	2,380.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.9	Tubería de PVC 2" de 250psi, tubos	1,211.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.1	Accesorios e insumos varios	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.11	Pegamento tangit	476.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.12	Bolsas de almacemaniento de gas	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	**Equipo**	**102,373.50**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
3.1	Generador electrico	76,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2	Gastos de importación	11,475.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.3	Gastos varios	11,398.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4	Mortor y materiales para la instalación del agitador	3,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	**Funcionamiento**		**13,800.00**	**15,180.00**	**16,698.00**	**18,367.80**	**20,204.58**	**22,225.04**	**24,447.54**	**26,892.30**	**29,581.53**	**32,539.68**	**35,793.65**	**39,373.01**	**43,310.31**	**47,641.34**	**52,405.48**	**57,646.02**	**63,410.63**	**69,751.69**	**76,726.86**	**84,399.54**
4.1	Personal contratato para supervisión y mantenimiento, análisis entre otros		5,000.00	5,500.00	6,050.00	6,655.00	7,320.50	8,052.55	8,857.81	9,743.59	10,717.94	11,789.74	12,968.71	14,265.58	15,692.14	17,261.36	18,987.49	20,886.24	22,974.86	25,272.35	27,799.59	30,579.55
4.2	Insumos para el mantenimiento		8,000.00	8,800.00	9,680.00	10,648.00	11,712.80	12,884.08	14,172.49	15,589.74	17,148.71	18,863.58	20,749.94	22,824.93	25,107.43	27,618.17	30,379.99	33,417.99	36,759.78	40,435.76	44,479.34	48,927.27
4.3	Mantenimiento de filtros		500.00	550.00	605.00	665.50	732.05	805.26	885.78	974.36	1,071.79	1,178.97	1,296.87	1,426.56	1,569.21	1,726.14	1,898.75	2,088.62	2,297.49	2,527.24	2,779.96	3,057.95
4.4	Gastos menores		300.00	330.00	363.00	399.30	439.23	483.15	531.47	584.62	643.08	707.38	778.12	855.94	941.53	1,035.68	1,139.25	1,253.17	1,378.49	1,516.34	1,667.98	1,834.77
	Costo Total	**128,710.50**	**13,800.00**	**15,180.00**	**16,698.00**	**18,367.80**	**20,204.58**	**22,225.04**	**24,447.54**	**26,892.30**	**29,581.53**	**32,539.68**	**35,793.65**	**39,373.01**	**43,310.31**	**47,641.34**	**52,405.48**	**57,646.02**	**63,410.63**	**69,751.69**	**76,726.86**	**84,399.54**

5.1.4. Cuadro de Análisis Financiero

		Año																				
No.	**Concepto**	**0.00**	**1.00**	**2.00**	**3.00**	**4.00**	**5.00**	**6.00**	**7.00**	**8.00**	**9.00**	**10.00**	**11.00**	**12.00**	**13.00**	**14.00**	**15.00**	**16.00**	**17.00**	**18.00**	**19.00**	**20.00**
1.00	**Mano de Obra**	**3600.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
1.10	Trabajos en los arreglos de los canales de purines	1600.00																				
1.20	Capacitaciones a los que parcitipan en la granja	2000.00																				
1.30	Construcción de tanques, mano de obra	4000.00																				
2.00	**Materiales**	**22737.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
2.10	Cemento	5760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.20	Block	3920.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.30	Hierro de 1/2	3240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.40	Hierro de 3/8	1800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	Arena m3	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.60	Piedrin	800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.70	Alambre de amarre lb	150.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.80	Geomenbrana m2	2380.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.90	Tuberia de PVC 2" de 250psi, tubos	1211.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.10	Accesorios e insumos varios	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.11	Pegamento tangit	476.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.12	Bolsas de almacemaniento de gas	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	**Equipo**	**102373.50**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
3.10	Generador electrico	76500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.20	Gastos de importación	11475.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.30	Gastos varios	11398.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.40	Mortor y materiales para la instalación del agitador	3000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.00	**Funcionamiento**	**13800.00**	**14628.00**	**15505.68**	**16436.02**	**17422.18**	**18467.51**	**19575.56**	**20750.10**	**21995.10**	**23314.81**	**24713.70**	**26196.52**	**27768.31**	**29434.41**	**31200.47**	**33072.50**	**35056.85**	**37160.26**	**39389.88**	**41753.27**	**44258.47**
4.10	Personal contratato para supervisión y mantenimiento, análisis entre otros	5000.00	5300.00	5618.00	5955.08	6312.38	6691.13	7092.60	7518.15	7969.24	8447.39	8954.24	9491.49	10060.98	10664.64	11304.52	11982.79	12701.76	13463.86	14271.70	15128.00	16035.68
4.20	Insumos para el mantenimiento	8000.00	8480.00	8988.80	9528.13	10099.82	10705.80	11348.15	12029.04	12750.78	13515.83	14326.78	15186.39	16097.57	17063.43	18087.23	19172.47	20322.81	21542.18	22834.71	24204.80	25657.08
4.30	Mantenimiento de filtros	500.00	530.00	561.80	595.51	631.24	669.11	709.26	751.82	796.92	844.74	895.42	949.15	1006.10	1066.46	1130.45	1198.28	1270.18	1346.39	1427.17	1512.80	1603.57
4.40	Gastos menores	300.00	318.00	337.08	357.30	378.74	401.47	425.56	451.09	478.15	506.84	537.25	569.49	603.66	639.88	678.27	718.97	762.11	807.83	856.30	907.68	962.14
6.00	**Costo Total**	**142510.50**	**14628.00**	**15505.68**	**16436.02**	**17422.18**	**18467.51**	**19575.56**	**20750.10**	**21995.10**	**23314.81**	**24713.70**	**26196.52**	**27768.31**	**29434.41**	**31200.47**	**33072.50**	**35056.85**	**37160.26**	**39389.88**	**41753.27**	**44258.47**
7.00	**Ingresos por ahorro de energía**	**18400.00**	**18400.00**	**20240.00**	**22264.00**	**24490.40**	**26939.44**	**29633.38**	**32596.72**	**35856.39**	**39442.03**	**43386.24**	**47724.86**	**52497.35**	**57747.08**	**63521.79**	**69873.97**	**76861.37**	**84547.50**	**93002.25**	**102302.48**	**112532.73**
7.10	Energía	18400.00	18400.00	20240.00	22264.00	24490.40	26939.44	29633.38	32596.72	35856.39	39442.03	43386.24	47724.86	52497.35	57747.08	63521.79	69873.97	76861.37	84547.50	93002.25	102302.48	112532.73
8.00	**Utilidad Bruta (7 - 6)**	**-124110.50**	**3772.00**	**4734.32**	**5827.98**	**7068.22**	**8471.93**	**10057.82**	**11846.62**	**13861.29**	**16127.22**	**18672.54**	**21528.34**	**24729.04**	**28312.67**	**32321.32**	**36801.47**	**41804.51**	**47387.24**	**53612.37**	**60549.21**	**68274.26**
9.00	I.S.R 31%	0.31	1169.32	1467.64	1806.67	2191.15	2626.30	3117.92	3672.45	4297.00	4999.44	5788.49	6673.79	7666.00	8776.93	10019.61	11408.45	12959.40	14690.04	16619.84	18770.25	21165.02
10.00	**Utilidad Neta (8 - 9)**	**-124110.50**	**2602.68**	**3266.68**	**4021.31**	**4877.07**	**5845.63**	**6939.90**	**8174.17**	**9564.29**	**11127.78**	**12884.05**	**14854.56**	**17063.03**	**19535.74**	**22301.71**	**25393.01**	**28845.11**	**32697.19**	**36992.54**	**41778.95**	**47109.24**
11.00	Depreciación	76500.00	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33	2236.33
12.00	**FLUJO NETO DE EFECTIVO, FNE (10 + 11)**	**-47610.50**	**4839.01**	**5503.01**	**6257.64**	**7113.40**	**8081.96**	**9176.23**	**10410.50**	**11800.62**	**13364.11**	**15120.38**	**17090.89**	**19299.36**	**21772.07**	**24538.04**	**27629.34**	**31081.44**	**34933.52**	**39228.87**	**44015.28**	**49345.57**
13.00	**FNE DESCONTADO**	**-47610.50**	**3558.10**	**2975.24**	**2487.67**	**2079.32**	**1737.09**	**1450.21**	**1209.76**	**1008.31**	**839.63**	**698.51**	**580.55**	**482.03**	**399.85**	**331.36**	**274.34**	**226.92**	**187.53**	**154.85**	**127.75**	**105.31**

- **Resultados de la evaluación financiera**

Los resultados del estudio de la evaluación financiera muestra los siguientes datos en cuanto al Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C).

VPN	**152525.83**
TIR	**21%**
Relación Beneficio Costo B/C	**1.44**

- **Análisis de Sensibilidad**

Con el análisis de sensibilidad obtuvimos los siguientes resultados después de aumentar en un 10% los costos y reducir a un 10% los ingresos.

VPN	**146208.98**
TIR	**15%**
Relación Beneficio Costo B/C	**1.23**

6. EVALUACIÓN SOCIAL

La mayoría de personas que habitan en el área de la aldea Los Amates son visionarias, esto significa a que les interesa todo lo que tenga que ver con el desarrollo adecuado de su aldea principalmente cuidando el aspecto ambiental debido a que si no lo hacen esto les puede traer repercusiones graves que hasta los pueden llevar al cierre de granjas porcinas por no controlar la contaminación que se genera.

Actualmente se está trabajando en un proyecto de biodigestores para la reducción de la contaminación ambiental en el cual se pudo notar el interés de las personas para optar por nuevas alternativas que les ayuden a ahorrar costos primordialmente y que también favorezcan el aspecto ambiental.

Los biodigestores que se están instalando son modelo Taiwan o salchicha, que consiste en una bolsa la cual en su interior guardará todo el desecho y se generará el biogás, son biodigestores familiares de aproximadamente 11m^3 efectivos, con lo cual podrían estar generando diarios una cantidad de 4 a 5 m3 de biogás.

Las personas se han mostrado interesadas en ver funcionar uno de estos biodigestores y las demás personas de la aldea lo ven como una oportunidad para que disminuya la contaminación del área y los malos olores que se generan en las granjas y en muchas ocasiones esos malos olores llegan hasta la aldea.

En el municipio de Asunción Mita aún no se han visto experiencias con biodigestores, siento esta la primera oportunidad que se presenta para el aprovechamiento de la ayuda que brindan entidades relacionadas al tema ambiental y siendo este el punto de partida para que los productores al ver los resultados y la eficiencia del biodigestor familiar puedan invertir para desarrollar biodigestores de tamaño similar o mayor al que se plantea en este proyecto. En resumen podríamos decir que este tipo de proyectos a pesar de que es un tema muy poco conocido las personas de la comunidad lo recibirán de una manera activa.

- **Generación de empleo y contribución al desarrollo regional:**

En general, parece aceptado que el desarrollo de las energías renovables contribuye de forma efectiva a la generación de empleo; en este caso para la instalación del sistema se necesitará el empleo de varias personas que colaboren para la instalación del sistema (desde la llegada de cada equipo que constituye el sistema, traslación, construcción, operación de los aparatos en general), para esto se deben contratar a personas especializadas y jornales que pueden ser personas de escasos recursos que se ubican básicamente como pobladores de la misma comunidad Los Amates.

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1. INTRUDUCCIÓN

Con el incremento de la población en el mundo y la revolución industrial, los impactos negativos al medio ambiente se incrementaron, esto quiere decir que la contaminación ambiental es directamente proporcional al incremento de la población. La población en el mundo necesita cubrir sus necesidades básicas para la subsistencia, sin embargo los procesos de producción tuvieron que ser modificados de lo tradicional a algo más tecnológico e industrial.

La degradación del medio ambiente es de preocupación mundial, los recursos naturales se agotan tanto en calidad como en cantidad y son muy pocos los esfuerzos que se llevan a cabo para el sostenimiento de la naturaleza de parte de los mismos entes que generan la contaminación.

En el caso de la industria porcina, a nivel mundial existen muchos ejemplos de granjas tecnificadas que dan un manejo adecuado a sus desechos y a los gases de efecto invernadero que generan, en el caso de las granjas del municipio de Asunción Mita no es así, por lo cual es necesario buscar alternativas para la solución de este problema de contaminación que se tiene.

El biodigestor es un sistema que permite degradar la materia orgánica, principalmente estiércoles con agua (purines), en un espacio hermético libre de oxígeno, en el cual se genera biogás que puede ocuparse como combustible para diversas actividades y biol o biofertilizante de muy buena calidad para el riego de las plantas.

Con el biodigestor en un perfecto funcionamiento se logra reducir en un gran porcentaje la contaminación generada por actividades que tienen fines similares como por ejemplo: producción de cerdos, vacunos, aves, entre otros, y esto parte de un estudio previo en el cual se le busca la solución a los problemas ambientales que generan ciertas empresas o proyectos.

La elaboración del estudio de impacto ambiental refleja el interés de los productores o el productor de cerdos, en mitigar los efectos que se puedan ocasionar en las diferentes fases del proyecto.

- Impactos atmosféricos
- Impactos edáficos
- Impactos al recurso hídrico
- Impactos a la salud humana
- Impactos al sistema socioeconómico
- Impactos al sistema biótico
- Impactos al paisaje
- Impactos al sistema cultural histórico

Proponiendo para cada uno de los impactos sus respectivas medidas de mitigación dentro de las cuales se pueden mencionar: Siembra de árboles alrededor del área de construcción del biodigestor, revestimiento con grama las partes aledañas a las cámaras de carga y descarga y los canales de purines, humedecimiento del área donde se realizará el movimiento del suelo extraído, cerca perimetral para evitar el ingreso de personas y animales al área del biodigestor.

7.2. OBJETIVOS

7.2.1. Objetivo General

Realizar el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de biodigestor para la reducción de la contaminación ambiental, en la aldea Los Amates, Municipio de Asunción Mita, Jutiapa, tomando en cuenta la normativa aplicable a proyectos de esta naturaleza.

7.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los impactos negativos y positivos al ambiente que se desarrollarán al efectuar la construcción del biodigestor anaeróbico, para la reducción de la contaminación ambiental, equivalente a 119.65 m3, en un área de 600m^2, ubicado en la aldea Los Amates, Asunción Mita.

- Evaluar la significancia de los impactos producidos derivados de las actividades de la construcción del biodigestor tanto en sus procesos, como con el equipo y la interacción humana e indicar las medidas de mitigación y su respectivo plan de contingencia.

- Elaborar un documento que indique las condiciones ambientales en las que se desarrollarán las actividades el proyecto.

7.3. DESCRIPCIÓN GENERAL

Propietario del Inmueble y representante legal

El propietario y representante legal de la granja es el señor Elmer Roberto Martínez de nacionalidad guatemalteca con Código Único de Identificación CUI: 1592797042205, registro de vecindad en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

Dirección del Proyecto

El proyecto se realizará en la granja El Camarito del señor Elmer Roberto Martínez, que se ubica en la aldea Los Amates, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa.

Síntesis General del Proyecto

La granja El Camarito del señor Elmer Martínez es una de las de mayor tamaño en el área de la aldea debido a la gran cantidad de cerdos que se manejan, esto requiere un mantenimiento diario que se traduce en fuente de empleo para personas de la aldea y la obtención de los recursos económicos para poder cubrir sus servicios básicos.

El proyecto consiste en la implementación de un biodigestor anaeróbico con sus respectivas cámaras de carga y descarga, y un apropiado canal para la conducción de purines, esto para reducir la contaminación ambiental generada por la granja de cerdos en la cual será implementado, además se persigue la generación de energía eléctrica derivado de la producción y almacenamiento de gas Metano, para poder cubrir la demanda de energía eléctrica de la granja y reducir costos de producción.

Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto

La granja El Camarito se ubica dentro del área que corresponde a la aldea Los Amates, en un camino de terracería denominado “Camino a Cafetales” con las siguientes coordenadas: Y 14° 15’ 58”, X 89° 14’ 17”. El proyecto tendrá poca área de influencia debido a que este se desarrollará dentro del perímetro de la granja El Camarito que corresponde a un área de aproximadamente 4 manzanas de terreno y que sus alrededores o colindancias son únicamente potreros.

La aldea se ubica a 8 km de la cabecera del municipio de Asunción Mita, para lo cual se debe tomar la carretera que conduce hacia el lago de Güija después de la cabecera de dicho municipio. Asunción Mita tiene una extensión territorial de 476km^2 y se encuentra a una altura de 504 metros sobre el nivel del Mar, la distancia desde la ciudad capital es de 146km, la distancia desde la cabecera departamental de

Jutiapa es de 30km, de la frontera de San Cristóbal hay 21km; el clima es caluroso y subtropical, su temperatura promedio es de 24° centígrados.

Descripción básica de la construcción del biodigestor

En esta etapa se llevará a cabo la construcción del biodigestor junto con la adaptación de accesorios necesarios para poner en marcha el proyecto.

- **Selección y Limpieza del área:** en este punto se buscará el área más adecuada en donde se puedan construir las cámaras que componen el sistema de digestión anaeróbica y se iniciará la limpieza del área que comprende la construcción del sistema.

- **Excavación para construcción reactores y cimientos:** en esta etapa habrá una excavación de aproximadamente 1 metro de profundidad y un poco más de 62 m^2 con la cual se pueda recolectar y distribuir los volúmenes de purines recolectados de mejor manera.

- **Construcción:** Consiste en la etapa de armado de los tanques o cámaras de carga, digestión y descarga.

- **Impermeabilización y sistema de conducción de biogás:** se deberá de impermeabilizar el tanque de digestión para evitar las fugas de biogás y el ingreso de oxígeno y se deben hacer las primeras pruebas para ver si funcionan los sellos de agua y se debe hacer la instalación de la tubería PVC que conduzca el biogás.

- **Instalación de bolsas de almacenamiento de biogás:** de mucha utilidad para aprovechar al máximo el biogás generado a diario para dirigirlo hacia el biodigestor, después de estas es necesario colocar los filtros de biogás para evitar el paso del sulfuro de hidrogeno que es un gas corrosivo y toxico para el ser vivo.
- **Adaptación y mejoramiento de los canales de conducción de purines:** se debe adecuar los canales de conducción de purines para prepararse a poner en marcha el proyecto.

- **Instalación del sistema de generación de energía eléctrica:** para la distribución de la energía eléctrica en la granja y aprovechamiento de biogás a partir del almacenamiento hasta el generador eléctrico.

7.4. MARCO LEGAL

Constitución política de la República de Guatemala

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

Congreso de la República de Guatemala, decreto 68-86 ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.

Artículo 8. Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notarias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con éste artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio, será sancionado con una multa de Q. 5,000.00 a Q. 100,000.00. En caso de no cumplir con éste requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental

Artículo 11. Instrumentos de Evaluación Ambiental. Son los documentos técnicos en los cuales se establecen los procedimientos ordenados que permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde su planificación, con carácter preventivo; hasta las fases de ejecución, operación y abandono, con carácter correctivo y que permiten formular las respectivas medidas de mitigación. De los instrumentos de Evaluación Ambiental se generan los correspondientes Planes de Gestión Ambiental que deben adoptar los proponentes.

Artículo 15. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental. Es el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o cualquier actividad determinada y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos. Es un proceso de evaluación para la toma de decisiones y constituye el instrumento de planificación que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un proceso cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Evalúa los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área de influencia e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos. Este instrumento podrá ser requerido únicamente para los proyectos, obras industrias y otras actividades nuevas, de conformidad con el resultado que se obtenga de la significancia de impacto ambiental de la Evaluación Ambiental Inicial.

Código de salud. Decreto número 90-97

Artículo 68. Ambientes saludables. El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad

organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades.

Artículo 69. Límites de exposición y de calidad ambiental. El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, establecerá los límites de exposición y de calidad ambiental permisibles a contaminantes ambientales, sean éstos de naturaleza radiactiva, el Ministerio de Salud, en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas, establecerán los límites de exposición y calidad ambiental permisible. Asimismo determinará en el reglamento respectivo los períodos de trabajo del personal que labore en sitios expuestos a éstos contaminantes.

Artículo 70. Vigilancia de la calidad ambiental. El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán un sistema de vigilancia de la calidad ambiental sustentado en los límites permisibles e exposición.

Artículo 74. Evaluación de impacto ambiental y salud. El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades, establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario turístico, forestal y pesquero.

Código municipal

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

e) Autorización de las licencias de construcción de obras, públicas o privadas, en la circunscripción del municipio;

f) Velar por el cumplimiento y observancia de las normas de control sanitario de la producción, comercialización y consumo de alimentos y bebidas a efecto de garantizar la salud de los habitantes del municipio.

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

Artículo 151. Sanciones. En el ejercicio de su facultad sancionatoria, la municipalidad podrá imponer, según sea el caso, las siguientes sanciones por faltas administrativas o infracciones legales administrativas cometidas contra las ordenanzas, reglamentos o disposiciones municipales y el presente Código

a) Amonestación verbal o escrita.

b) Multa.

c) Suspensión hasta por tres (3) meses, según sea la gravedad de la falta administrativa o infracción de la licencia o permiso municipal, en cuyo ejercicio se hubiere cometido.

d) Cancelación de la licencia o permiso.

e) Cierre provisional del establecimiento.

f) Demolición total o parcial, cuando así procediere, de la obra o construcción.

Las sanciones serán aquellas determinadas expresamente en las leyes y reglamentos, así como en las ordenanzas, acuerdos y disposiciones municipales; y aplicadas por el juez de asuntos municipales o el alcalde municipal, a falta de juzgado de asuntos municipales; y se aplicarán con sujeción al orden señalado.

Las multas se graduarán entre un mínimo de cincuenta quetzales (Q.50.00), a un máximo de quinientos mil quetzales (Q.500,000.00), según la naturaleza y gravedad de la falta. Sin embargo, cuando la gravedad de la falta afecte notoriamente los

intereses del municipio, el monto del rango superior de la sanción podrá elevarse al cien por ciento (100%) del daño causado.

Código de trabajo

Artículo 197. (Reformado por el artículo 1 el Decreto número 35-98 del Congreso de la República). Todo empleador está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios. Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas a:

a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente;

b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan;

c) Prevenir incendios;

d) Proveer ambiente sano de trabajo;

e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo;

f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores;

g) advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo;

h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo;

i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén además dotados e lavamanos;

j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer y preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene;

k) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres;

l) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios;

Las anteriores medidas se observarán sin perjuicio de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Artículo 198. Todo patrono está obligado a acatar y hacer cumplir las medidas que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

Artículo 201. Son labores, instalaciones o industrias insalubres las que por su propia naturaleza puedan originar condiciones capaces de amenazar o de dañar la salud de sus trabajadores, o debido a los materiales empleados, elaborados o desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos.

Son labores, instalaciones o industrias peligrosas las que dañen o puedan dañar de modo inmediato y grave la vida de los trabajadores, sea por su propia naturaleza o por los materiales empleados, elaborados, o desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos; o por el almacenamiento de sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas, en cualquier forma que éste se haga.

El reglamento debe determinar cuáles trabajos son insalubres, cuáles son peligrosos, las sustancias cuya elaboración se prohíbe, se restringe o se somete a ciertos requisitos y en general, toda las normas que deben sujetarse estas actividades.

Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable

Para promover el uso de las fuentes de energía renovable, el gobierno decretó la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable (Decreto No. 52-2003). La ley establece incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. El desarrollador de un proyecto calificado puede aplicar a exenciones de impuestos, que incluyen derechos arancelarios e IVA sobre importaciones de equipo y, a partir del inicio de operaciones comerciales y durante un máximo de diez años, el ISR y el IEMA (Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias). El reglamento de ley (Acuerdo Gubernativo No. 211-2005) establece los requisitos y procedimientos de aplicación.

7.5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

7.5.1. Fisiografía

En la zona donde se encuentra ubicada la granja el paisaje es conocido como planicies o valle, lejana de la zona se encuentran unas pequeñas pendientes con suelos de característica volcánica, sin embargo en su mayoría son suelos sedimentarios que por la cobertura forestal en tiempos pasados forman un suelo obscuro con buena capacidad de cultivo y con pendientes del 0 a 2 %.

7.5.2. Situación Ecológica y Climática

Según de la Cruz (1982), de acuerdo a la clasificación en el sistema de Holdridge, Jutiapa cuenta con cinco Zonas de vida, sin embargo en Asunción Mita se ubican dos, siendo estas bs – T Bosque seco Tropical, bh-S(t) Bosque Húmedo Subtropical Templado, la vegetación característica es Conacaste (Enterolobium Cyclocarpum), Ceiba gigante (Ceiba acuinata), Cedro (Cedrela adorata), Roble (Borreira Acimoides), ceibillo (Ceiba aesculifolia) y Amate (Ficus cabusana). De acuerdo a la localización de los diferentes lugares que comprende el Municipio y al mapa de

zonas de vida de Holdridge, las precipitaciones oscilan entre 1,000 y 1500 milímetros durante el año. Se establecen dos épocas bien definidas, secas y lluviosas; El período seco entre noviembre y abril aunque se generan lluvias esporádicas en meses como febrero y marzo. Con promedios de temperatura de 25° c.

7.5.3. Recurso Suelo

Los suelos que se identifican en el área de influencia del proyecto son sedimentarios y metamórficos, de textura arcillosa principalmente, con una topografía ligeramente inclinada, básicamente el terreno es plano.

7.5.4. Recurso Agua

El agua necesaria para los servicios de la granja la adquieren de un pozo ubicado en el interior de la misma, este pozo no tiene mucha profundidad debido a que los mantos freáticos están cerca de la superficie del suelo, en algunas partes de la aldea el agua brota de la tierra cuando es temporada lluviosa.

7.5.5. Población aledaña

Después del X censo poblacional de Guatemala se proyectó para el año 2002 una población aproximada de 807 personas en la Aldea los Amates, sin embargo la población ha crecido debido a que muchas personas han migrado para esta comunidad y aparentemente la población está a punto de alcanzar las 3,000 personas en presente año 2013.

7.6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En la ejecución del presente proyecto se consideró importante tomar en cuenta los criterios de sostenibilidad ambiental, tendentes a la conservación del medio ambiente. Para la identificación de los indicadores de impacto y los componentes del medio ambiente impactado, se estableció una matriz de Leopold modificada.

En la matriz de Leopold que se presenta a continuación se identifican las principales actividades que podrían influir en el medio ambiente, siendo los siguientes componentes: Medio Físico (Suelo, Agua, Atmósfera), Medio Biótico (Flora y Fauna), Medio Socioeconómico y Cultural y Medio Estético (Paisaje).

Para cada uno de los factores ambientales se cuantificaron los impactos individuales por medio del código de letras, los cuales tienen el siguiente significado:

1. **A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO**: Representa impactos adversos que requieren procedimientos especiales de mitigación, posee una duración temporal o perenne, de ámbito localizado o extensivo. Representado en la matriz por una letra A.

2. **a = IMPACTO ADVERSO NO SIGNIFICATIVO**: Representa impactos reversibles, con una duración temporal y sin cambio en las características fundamentales del componente ambiental considerado. Representado en la matriz por una letra a.

3. **B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO**: Representa impactos benéficos, de duración temporal o perenne, de ámbito localizado o extensivo. Representado en la matriz por una letra B.

4. **C = NO EXISTE IMPACTO SIGNIFICATIVO**: Representa que no existe relación alguna, directa o indirectamente entre la actividad del proyecto y el componente ambiental. Representado en la matriz por una letra C.

La alteración sobre el ambiente físico, natural, humano y estético constituye una serie de impactos que se traducen en aspectos financieros, económicos y laborales de las producciones agropecuarias, renglón importante en cualquier sociedad que serán analizados en este estudio.

7.7. MATRIZ DE LEOPOLD

				CONSTRUCCION			OPERACION		MANTENIMIENTO	
				Limpieza	Excavación	Construcción	Funcionamiento del biodigestor	Mantenimiento de motores	Generación eléctrica	Abandono
MEDIOS, VARIABLES Y FACTORES Ó ELEMENTOS AMBIENTALES	MEDIO FÍSICO									
		1. SUELO								
			Uso de Suelo	a	A	a	B	C	C	C
			Morfología Terreno	a	A	C	B	C	C	C
		2. HIDRICO								
			Superficial	C	C	C	B	C	C	A
			Subterránea	C	C	C	B	C	C	A
		3. ATMOSFERICO								
			Contaminación Atmosférica	C	a	a	B	B	B	A
	MEDIO BIOTICO	1. FLORA								
			Árboles	A	C	C	B	C	C	C
			Arbustos	A	C	C	B	C	C	C
		2. FAUNA								
			Animales Terrestres	C	a	C	B	C	C	C
			Especies Nativas	C	a	C	B	C	C	C
	MEDIO SOCIOECOMICO Y CUTURAL	2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS								
			Infraestructura	B	B	B	C	B	C	C
			Empleo	B	B	B	B	B	C	C
		4. ASPECTOS CULTURALES								
			Sitios Arqueológicos	C	C	C	C	C	C	C
			Grupos Étnicos	C	C	C	C	C	C	C
	MEDIO ESTETICO	1. PAISAJE								
			Relieve y características Topográficas	B	a	C	C	C	C	C

7.8. IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

7.8.1. Impactos al suelo

El impacto sobre el suelo será de carácter temporal y limitado al área del terreno del proyecto, afectando los sectores de suelo en donde será removido y estará la construcción de las cámaras de carga, digestión, y descarga que constituye el biodigestor.

- **Medidas de mitigación**

Para la excavación se puede realizar el humedecimiento de la tierra para no liberar partículas de polvo que pueden afectar la salud respiratoria de las personas que se encuentren cercanas al área de trabajo.

Además si se llegara a utilizar maquinaria revisar que esta se encuentre en buen estado y no tenga desperfectos mecánicos para mejorar el rendimiento y evitar lo más posible la quema ineficiente de combustibles.

Se puede equipar a las personas con mascarillas para cubrirse la nariz para evitar que respiren el polvo generado por la actividad, si en algún caso la humedad no fuera suficiente.

7.8.2. Impactos al sistema hídrico

El impacto que tendrá el proyecto sobre el sistema hídrico será positivo debido a que se le estará dando un tratamiento a las aguas residuales que se generan de la producción de cerdos, específicamente en la limpieza de los corrales. Por lo tanto esto no requiere una medida de mitigación, sin embargo sabemos que los biodigestores también generan biofertilizante líquido, este puede utilizarse para el riego de árboles, plantas o zacate para alimentación del ganado.

7.8.3. Impactos a la atmosfera

Los cambios en la calidad del aíre serán significativos y benéficos, debido a que dentro del biodigestor se estaría capturando los gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global y además disminuirían los malos olores que afectan a la población de la aldea Los Amates.

Con el aprovechamiento de los gases de efecto invernadero (metano) para la combustión, se estará disminuyendo el consumo de energía eléctrica generada por la quema de combustibles fósiles.

7.8.4. Impactos a la flora

Dentro de la granja hay una cobertura de árboles nativos del área como Cedros que el propietario ha dado un manejo adecuado a los mismos, sin embargo en el área donde se pretende la construcción del biodigestor no hay gran cantidad de árboles si no, solamente existente arbustos y hortalizas que los trabajadores de la granja manejan.

Por ello el impacto en este caso si será notado debido al cambio de uso del suelo, y la posible tala de 2 o 3 árboles que pueden estar dentro del área del biodigestor.

- **Medidas de mitigación**

En este caso la medida de mitigación sería hacer un traslado de lo que se hace actualmente en ese espacio a otro que no se esté ocupando dentro de la granja, y fomentar la siembra de más árboles o dar paso a la regeneración natural con manejo adecuado de las especies nativas del lugar para recuperar la perdida que se dé al momento de construir el biodigestor.

7.8.5. Impactos a la fauna

Dentro del área donde se construirá el biodigestor no existe un ecosistema definido, debido a que es un espacio muy pequeño comparado a lo extenso de los demás terrenos donde los animales, principalmente rastreros, predominan.

- **Medidas de mitigación**

Para proteger las especies de animales que pudieran llegar al biodigestor y caer adentro del mismo o cualquier otro accidente, se debe construir una cerca con tela para gallinero la cual no dejaría la introducción de especies de animales pequeños y además será como una cerca perimetral para mantener la seguridad del biodigestor y de las personas que se acercan a él.

7.8.6. Impactos socioeconómicos

El proyecto, aparte de la reducción de la contaminación ambiental, también persigue un ahorro por concepto del pago de consumo de energía eléctrica actual y de esta manera reducir costos.

Además se crearán empleos a las personas de la comunidad y se capacitarán a las personas que trabajan en la granja para hacer una producción más tecnificada y limpia.

7.8.7. Impactos culturales

No habrán impactos culturales debido que no hay ningún sitio arqueológico que pueda sufrir daño alguno cerda del proyecto.

7.8.8. Impactos al paisaje

El paisaje natural o de tipo estético, no será afectado debido a la poca presencia de vegetación en el área donde se construirá el biodigestor.

- **Medidas de mitigación**

Como enfoque ambientalista se recomienda la protección de las especies predominantes en el área aledaña al proyecto.

7.9. PLAN DE SEGURIDAD A LA SALUD HUMANA

En el caso de la seguridad a la salud humana, los encargados de darle mantenimiento al biodigestor son los que pudiesen estar expuestos al peligro si en algún caso se violan algunas normas como:

- El filtro de hierro para el Sulfuro de Hidrogeno es una de las piezas más importantes en la purificación del biogás, sin embargo es también una pieza importante para la seguridad humana, debido a que este gas en concentraciones grandes puede ser toxico y hasta puede causar la muerte. Se recomienda que el filtro sea monitoreado y sea sustituido cada 15 días para que evitar cualquier peligro y además alargar la vida útil del generador eléctrico evitando la corrosión en su interior.

- El biogás no debe ser liberado, debido a que ahí van muchos gases de efecto invernadero y además gases explosivos como el metano, este en una concentración 1:20 con el aire ya es explosivo, por ello se recomienda no utilizar ningún tipo de encendedor, fosforo, o un instrumento que pueda causar chispa cerda de la cámara de digestión o las bolsas de almacenamiento de gas, o la tubería que conduce el biogás.

En el caso del biodigestor estos podrían ser los posibles escenarios donde pueda suceder una tragedia con los trabajadores que le den mantenimiento al biodigestor, sin embargo al momento de cambiar las limaduras de hierro que funcionan como filtro, se recomienda también que los trabajadores utilicen mascarilla para evitar la inhalación del gas.

7.10. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para el mantenimiento del biodigestor respecto al tema ambiental es muy importante que la instalación no tenga fugas de biogás, ya que si el saso se da el impacto que se generaría al medio ambiente no sería positivo si no negativo, por la liberación de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

Otro aspecto importante en este caso en particular es que si hay una sobre producción de gas y las bolsas de almacenamiento no tienen la capacidad de cubrir toda la producción de biogás, se debe dejar una válvula de escape pero con un quemador con el cual logremos dejar escapar el exceso de biogás pero ya quemado, con lo cual no estaremos generando impactos negativos al ambiente.

En otro aspecto es necesario el seguimiento del proyecto también por entidades relacionadas al tema ambiental, como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la Municipalidad, Ministerio de Salud, entre otros, que incentiven la utilización de energías renovables y que puedan brindar apoyo técnico en el manejo adecuado del sistema de digestión anaeróbica y generación de energía eléctrica.

7.11. CONCLUSIONES

Después de haber analizado la actividad de construcción, y puesta en marcha sistema de digestión anaeróbica y generación de energía eléctrica para la reducción de la contaminación ambiental en la granja El Camarito se concluye: que dicho proyecto NO CAUSA IMPACTOS SIGNIFICATIVOS ADVERSOS AL AMBIENTE, sino solamente algunos impactos adversos no significativos.

Se concluye, que la mayor significancia está referida a la seguridad y salud de los laborantes dentro de las actividades de producción de biogás y generación de energía eléctrica, por cuanto las recomendaciones vertidas en este estudio están encaminadas a cubrir estos aspectos y mitigar cualquier posibilidad de problema existente a futuro, Por ello, se establece como una prioridad, la atención de los renglones indicados en el presente estudio, por lo que cualquier deficiencia e inconveniente deberá ser solucionado en el menor tiempo posible.

8. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

- Por medio de la evaluación financiera del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

  − VAN: 152525.83
  − TIR: 21%
  − R. B/C: 1.44

  Valores que fueron calculados a una tasa de descuento de 36% y proyectados a un plazo de 20 años. Como el Valor Presente Neto (VPN) es mayor a cero y la tasa interna de retorno (TIR) es mayor a la Tasa Mínima Aceptable (TMAR) y la relación Beneficio Costo es mayor a 1, de acuerdo a los criterios de decisión del proyecto este debe ser aceptado para su ejecución.

- En el primer año habrá una gran pérdida económica la cual se espera poderla recuperar en los próximos años por concepto de ahorro de energía eléctrica, debemos tomar en cuenta de que el biodigestor es un sistema sofisticado que requiere el ver muchos detalles y por tanto se corren riesgos algo para lograr una óptima eficiencia en la generación de biogás.

- Con el proyecto se logrará cubrir la mayor demanda de energía eléctrica de la granja en la cual se desarrollan las siguientes actividades, lavado de los corrales, calentadores para los lechones, y la molienda de granos para la elaboración de concentrados para los cerdos, de esto se puede deducir que es necesario contar con la instalación de la energía eléctrica pública para casos menores de necesidad.

- Si este proyecto se llega a implementar es necesario actualizar los costos para tener un valor más exacto de la inversión inicial, debida a que si ocurre aumento en los precios, estos pueden causar pérdida económica en la ejecución del proyecto.

9. BIBLIOGRAFÍAS

- Abasto Norte, PY. 2010. La producción porcina en el mundo (en línea). Paraguay. Consultado 2 ago. 2013. Disponible en: http://www.abc.com.py/ articulos/la-produccion-porcina-en-el-mundo-84793.html

- Albert, LA. 1995. Contaminación ambiental, origen, clases, fuentes y efectos (en línea). *s.n.t.* cap. 4, p. 38 – 52. Consultado 20 jul. 2013. Disponible en: http://blogcdam.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2012/03/Contaminaci%C3 %B3n- ambiental-origen-clases-fuentes-y-efectos.pdf

- Baca Urbina, G. 2007. Evaluación de proyectos. 5 ed. México, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. p. 13 - 84.

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina, CL). 2004. Estrategia para el fomento de las fuentes renovables de energía en América Central (en línea). Chile. 107 p. Consultado 25 jul. 2013. Disponible: http://www.eclac.org/ publicaciones/xml/6/15456/L620.pdf

- Escobar, M. 2008. Estructura de la logística de distribución de una empresa productora de carne porcina en la ciudad de Guatemala (en línea). Tesis Admon. Emp. Guatemala, USAC. p. 27- 31. Consultado 5 ago. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3192.pdf

- FUMDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, SV). 2011. Manual de tecnologías apropiadas. El Salvador. Imprenta Casa Barak. 160 p.

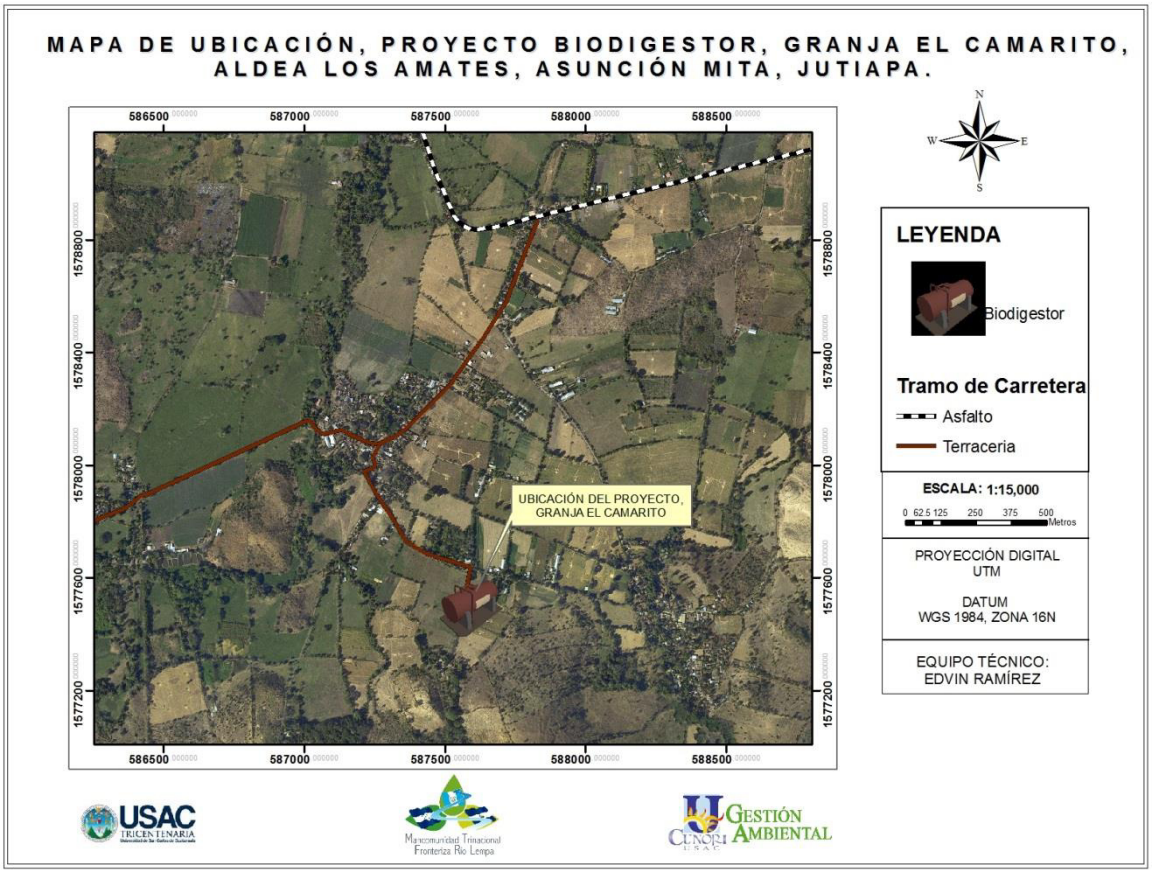
- García Alvarez, JR; Ayala Ruiz, G; Estrada Jerez, H. 2007. Estudio de impacto ambiental del proyecto captación de agua de lluvia para la producción agropecuaria del centro universitario de oriente, Chiquimula. Chiquimula, GT, CUNORI-USAC. 32 p.

- Hidalgo, J; Maravilla, V; Ramírez, W. 2010. Aprovechamiento energético del biogás en El Salvador (en línea). Tesis Ing. Mecánico. El Salvador, UCA. 113 p. Consultado 30 jul. 2013. Disponible en: http://cef.uca.edu.sv /descargables/tesis_descargables/aprovechamiento_energetico_del_biogas_en_El _Salvador.pdf

- Mi Jutiapa, GT. 2013. Datos sobre el municipio (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago. 2013. Disponible en: http://www.mijutiapa.com/asuncion-mita/

10. ANEXO

Anexo 1: Mapa de ubicación del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.