

**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 COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO SAN JOSÉ
OBRERO RESPONSABILIDAD LIMITADA, COOSAJO R.L., MUNICIPIO DE
ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2014.**

KEISY MELISSA TAX HERNÁNDEZ

GUATEMALA, CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2014



**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 COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO SAN JOSÉ
OBRERO RESPONSABILIDAD LIMITADA, COOSAJO R.L., MUNICIPIO DE
ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2014.**

KEISY MELISSA TAX HERNÁNDEZ

GUATEMALA, CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2014

ÍNDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSE OBRERO, RESPONSABILIDAD LIMITADA	9
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA	9
3.1.1 Historia	9
3.1.2 Ubicación geográfica	11
3.1.3 Estructura administrativa	12
3.1.3.1 Objetivos	12
3.1.3.2 Políticas	13
3.1.3.3 Estrategias	14
3.1.3.4 Visión	15
3.1.3.5 Misión	15
3.1.3.6 Principios	15
3.1.3.7 Valores	15
3.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	16
3.2.1 Área de influencia	16
3.2.2 Población general y/o beneficiada	17
3.2.3 Personal de la empresa	18
3.2.4 Organigrama	18

3.2.5 Recursos	20
3.2.5.1 Recurso físico	20
3.2.5.2 Recurso logístico	20
3.2.5.3 Recurso humano	20
3.2.6 Índice de Desarrollo Humano –IDH-	21
3.2.7 Fuentes de trabajo	22
3.2.8 Infraestructura y servicios	22
 3.3 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO Y BIÓTICO	 24
3.3.1 Aspectos geológicos regionales	24
3.3.2 Suelos	25
3.3.3 Clima	26
3.3.4 Hidrología	27
3.3.5 Calidad del agua	27
3.3.6 Vulnerabilidad a desastres	29
3.3.6.1 Pobreza y sistemas económicos	29
3.3.6.2 Acceso limitado a recursos	30
3.3.6.3 Estructuras de poder	30
3.3.6.4 Crecimiento poblacional	31
3.3.6.5 Urbanización rápida	31
3.3.6.6 Transiciones en prácticas culturales	31
3.3.6.7 Degradación ambiental	32
3.3.6.8 Falta de conocimiento e información	32
3.3.7 Amenazas naturales	32
3.3.7.1 Amenazas geológicas	33
3.3.7.2 Amenazas climáticas	34
3.3.7.3 Amenazas ambientales	35
3.3.8 Flora	38
3.3.9 Fauna	39
3.3.10 Áreas protegidas y ecosistemas	40
3.3.11 Zonas de vida	41

3.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES	43
3.4.1 Análisis FODA de la Unidad	43
3.4.2 Problemas Ambientales de la Unidad	47
3.4.3 Principales Impactos Ambientales en la Unidad	49
4. ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL	
DESARROLLADAS	51
4.1 Capacitación sobre Educación Ambiental para niños, jóvenes y adultos de los municipios de Esquipulas, Olopa, Concepción Las Minas, San Juan Ermita, Quezaltepeque, Ipala y Chiquimula, del Departamento de Chiquimula.	51
4.2 Capacitación en Educación en Formación Ciudadana de las Familias del Complejo Habitacional Vida Digna, Residenciales Villa de Santiago, Municipio de Esquipulas, Departamento de Chiquimula.	56
4.3 Capacitación para el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Inorgánicos, a través de un taller dirigido a alumnos en cuatro Establecimientos educativos de los municipios de Chiquimula y San José La Arada, Departamento de Chiquimula.	60
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67
APÉNDICE	77

INTRODUCCIÓN

La Cooperativa de Ahorro y Crédito San José Obrero Responsabilidad Limitada (COOSAJO R.L.) es la cooperativa de ahorro y crédito más grande de Guatemala con más de 1, 000,000 de asociados; que ve en los asociados el potencial de desarrollo de nuestro país; promueve la salud y el desarrollo de cada uno de los habitantes de la región nororiental; participa y busca el desarrollo integral de sus asociados, brindando soluciones financieras innovadoras a través de un servicio profesional y personalizado, que permite a sus asociados beneficios integrales. Continuamente participa y promueve actividades que cumplan con su mandato y estatutos que impactan y benefician a sus asociados y por ende a las comunidades en donde residen.

En la actualidad diversidad de empresas, de cualquier naturaleza, se interesan por el tema medioambiental, por lo que Coosajo R.L. ha creado dentro de su organización la jefatura de desarrollo agrícola y ambiente y la jefatura de escuela de educación cooperativa y programa de voluntariado, jefaturas que permiten el desarrollo de proyectos de tipo ambiental que contribuyen a la conservación y manejo de los recursos naturales.

Coosajo R.L. es una institución que se rige según la línea de valores que se plantearon como cooperativa y que tiene conciencia y responsabilidad ambiental, por lo que ha adquirido compromisos para minimizar el impacto ambiental generado por las diferentes actividades de administración y funcionamiento que se llevan a cabo, a través de la implementación de acciones preventivas y correctivas, transformando los impactos negativos en positivos.

Estas acciones fueron identificadas durante la elaboración del diagnóstico ambiental, como parte de la planificación del programa del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, del Centro Universitario de Oriente, -CUNORI-.

En el documento se detallan aspectos generales, administrativos, socioeconómicos y ambientales de Coosajo R.L., así mismo, se dan a conocer las diferentes actividades de capacitación, que se realizaron durante febrero a julio del 2,014, a fin de presentar una opción para mejorar los servicios de capacitación que ofrece la cooperativa.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Contribuir con la formulación de proyectos y líneas de trabajo para el desarrollo de las diferentes actividades correspondientes al plan de trabajo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada, con relación a la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, en beneficio de sus asociados y de la población en general del departamento de Chiquimula.

2.2 Específicos

- Elaborar el Diagnóstico Ambiental de Coosajo R.L. para poder identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, debido a los diferentes sistemas ambientales e impactos que puedan generarse en la Cooperativa.
- Elaborar y ejecutar el plan de trabajo que presenta la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada, para alcanzar las metas establecidas a corto y mediano plazo, con base a una gestión ambiental integral.
- Elaborar el proyecto de gestión ambiental a nivel de pre factibilidad, que permita abordar una problemática o una potencialidad identificada, para beneficio de los habitantes del área de influencia de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO, RESPONSABILIDAD LIMITADA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

Coosajo R.L. es una cooperativa de ahorro y crédito sin fines de lucro, que pone a disposición de sus asociados servicios de calidad, enfocándose en el crecimiento y desarrollo personal, ofreciendo oportunidades de crecimiento y mejorando la calidad de vida de los pobladores de las comunidades en que se hace presente el cooperativismo, por lo que hoy en día hace que sea una institución sólida y confiable, con cobertura en el Nor-Oriente del país que día a día crece. Memoria de labores 2011.

3.1.1 Historia

Según Gómez 2013, los Payaquí, fue la cultura que se cree se desarrolló en el municipio de Esquipulas, durante la época prehispánica, aunque esto no ha sido comprobado, según Juan Pérez Dardón fundador de la villa de Yzquipulas, los esclavos de origen Maya-Chortí y Maya-Payaquí fueron traídos de otras regiones de la Provincia de Chiquimula de la Sierra. Según estelas y jeroglíficos hallados en Copán y Quiriguá, fue el sacerdote Topiltzín Axcitl o Nacxit el fundador de este reino. En 1,525 los capitanes Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra bajo el mando de Pedro de Alvarado conquistaron la provincia de Chiquimula de la Sierra. En 1,526 la provincia estuvo bajo el mando español, lo cual facilitó el ingreso de los conquistadores. Entre 1,550 y 1,560 fue fundada la villa de Yzquipulas por Juan Pérez Dardón, como el segundo sitio de comercio más importante del departamento de Chiquimula. Como parte de la doctrina que traían los conquistadores españoles, se impuso la religión católica a todo poblador de esta localidad. De esta manera fue como se le encargó la elaboración de una imagen de un Cristo crucificado a un sacerdote de la villa de Quezaltepeque; fue el señor Quirio Cataño quien tuvo la tarea de esculpir la imagen del Cristo Negro de Esquipulas, imagen que es denominada como “milagrosa”, por el sin número de milagros que ha realizado. El escultor español que residía en Santiago de

los Caballeros, hoy Antigua Guatemala, entregó el Cristo Negro en el mes de octubre de 1594 y es llevada al municipio de Esquipulas el 9 de marzo de 1,595. Al inicio la imagen fue colocada en una pequeña ermita, la que actualmente es la sacristía de la parroquia de San Santiago, parroquia que fue la segunda casa de habitación de la milagrosa imagen.

Debido a las grandes cantidades de feligreses, es como se decide construir la Basílica del Señor de Esquipulas, ordenado por el Fray Pedro Pardo de Figueroa en el año 1,740 aproximadamente. Fray Pedro Pardo de Figueroa falleció el 2 de febrero de 1,751 durante una visita a Esquipulas, momentos que aprovechaba para supervisar la construcción del santuario. Fue sepultado en la Basílica de Esquipulas, según su última voluntad. La construcción del templo de la Basílica estuvo encomendada a Felipe José de Porres, un reconocido arquitecto. A partir de este proceso del crecimiento del peregrinaje, fue necesario contratar a personal que se dedicara al cuidado y mantenimiento de la Basílica, y se crea la tesorería del templo, la cual tenía como principal función el pago mensual a los trabajadores del templo; debido a las necesidades que vivían los empleados, estos hacían préstamos a la tesorería del templo, la que terminó brindando créditos a los mismos empleados como hasta a personas ajenas al templo.

El superior de la Basílica el Abad Mateo Martín en el año de 1,966, sugiere la idea de crear una cooperativa de ahorro y crédito para que de esta manera la gente pudiera disponer de dinero para cubrir sus mayores necesidades, él mismo fue quien pagó los fondos necesarios para que se contratara personal competente y que estuviera dispuesto a formar una cooperativa.

Según Dardón 2013, cuando se constituye FENACOAC R.L. (Federación Nacional de Cooperativas de Ahorro y Crédito, Responsabilidad Limitada) da oportunidad para la creación de más cooperativas de ahorro y crédito, agrícolas, etc., y permite la creación de la Coosajo R.L. (Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada). FENACOAC R.L. funciona desde hace 50 años uniendo y

velando por el desarrollo financiero y operativo sostenible de 27 cooperativas de ahorro y crédito, las cuales están identificadas hoy en día como Cooperativas MICOOPE en todo el país.

Por la iniciativa de la comunidad Benedictina, el 20 de noviembre de 1,966, fue fundada en el municipio de Esquipulas la Cooperativa de Ahorro y Crédito y Servicios Varios, y en su reunión de fundación, se congregaron un grupo de personas, de las cuales 32 deciden asociarse inmediatamente, quienes conforman un capital de tan solo Q.75.00, pues se necesitaba una institución de ahorro y crédito que concediera préstamos a un interés bajo, sin el ánimo de lucro.

En asamblea general de asociados de marzo de 2,000 se plantean dos proyectos para invertir la acumulación de varios años de excedentes: a) Instalar una farmacia con medicinas baratas o un dispensario de salud para asociados. b) Construir un parque recreativo. En asamblea extraordinaria de septiembre del 2,000 se exponen los estudios de los dos proyectos y se aprueba la construcción de un parque recreativo familiar, especialmente para asociados. De esta manera es cómo nace el Parque Recreativo Chatún, que es un parque de aventura y diversión, donde todas sus características están dirigidas a mostrar la diversidad de los recursos naturales, así como las costumbres y tradiciones locales, sustentado en dos pilares fundamentales: Aventura y Naturaleza. El parque se inauguró en el año 2,004.

3.1.2 Ubicación geográfica

Según Gómez 2013, el Municipio de Esquipulas está situado en la parte sur-oriental del departamento de Chiquimula en el área del triffinio de las líneas divisorias entre las Repúblicas de El Salvador, Honduras y Guatemala, latitud 14° 33'47'', longitud 89° 21'06'', entre los 600 y 2418 msnm. Colinda al norte con los municipios de Olopa, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula. Al Sur con el municipio de Metapán, El Salvador. Al oriente con los departamentos de Copán y Ocotepeque, Honduras y al poniente con el municipio de Concepción Las Minas y Quezaltepeque del

departamento de Chiquimula, Guatemala. Cuenta con una extensión superficial de 532 kilómetros cuadrados, distribuidos en 20 aldeas, 118 caseríos y 1 ciudad. Las oficinas centrales de la Coosajo R.L., se encuentran ubicadas dentro del casco municipal de Esquipulas, en la 4ta. Calle 9-01 de la zona 1. Posteriormente se estableció una nueva agencia en el mismo municipio de Esquipulas, que se encuentra ubicada en kilómetro 222.5 carretera a Honduras. Anexo 1.

Con la obtención de excedentes crediticios, la cooperativa decidió comprar terrenos, con el objetivo de establecer un parque recreativo y ecológico. El Parque Recreativo Chatún, se encuentra ubicado en el kilómetro 226.5 carretera a Honduras, Esquipulas.

3.1.3 Estructura administrativa

Coosajo R.L. es una cooperativa de ahorro y crédito, cuya función es específicamente la de ofrecer servicios financieros de calidad, asistencia técnica, para mejorar la calidad de vida de sus asociados, Jurídicamente Coosajo R.L. nace el 5 de agosto de 1,967; fecha en que fue publicado en el Diario Oficial el acuerdo Gubernativo. Memoria de labores 2011.

3.1.3.1 Objetivos

De acuerdo a los Estatutos Internos de Coosajo R.L., en el capítulo I, artículo 3, se establece el objetivo fundamental y los objetivos específicos.

- **Objetivo fundamental**

Procurar el mejoramiento social y económico de sus asociados a través de la realización de proyectos y servicios financieros.

- **Objetivos específicos**

De igual manera, en el artículo 4 se establecen los objetivos específicos:

- a) Fomentar el hábito del ahorro en sus asociados
- b) Crear programas y servicio de crédito.
- c) Crear programas y otros servicios financieros que le sean permitidos por las leyes, tanto para sus asociados como para otras instituciones.
- d) Fomentar la Educación Cooperativa.

3.1.3.2 Políticas

Coosajo R.L. se rige por medio de directrices que están orientadas a áreas específicas, es decir, que cuenta con políticas dirigidas a todo el personal de una manera más delimitada. La política central de la cooperativa, a partir de la cual se desprenden el resto de políticas, es la de los estatutos que constituye la ley interna de la cooperativa, además de un conjunto de disposiciones legales acordadas por la Asamblea General de Asociados y aprobadas por la Oficina Gubernamental correspondiente.

Los estatutos constituyen la política general de la Cooperativa, comprendido en IX Capítulos, 63 artículos, que establecen las funciones, y competencias de los Órganos Directivos, Asamblea General y Comisión de Vigilancia. El 13 de noviembre de 1,994 se realiza una nueva y última reforma a los estatutos, obteniendo su aprobación el 16 de enero de 1,995.

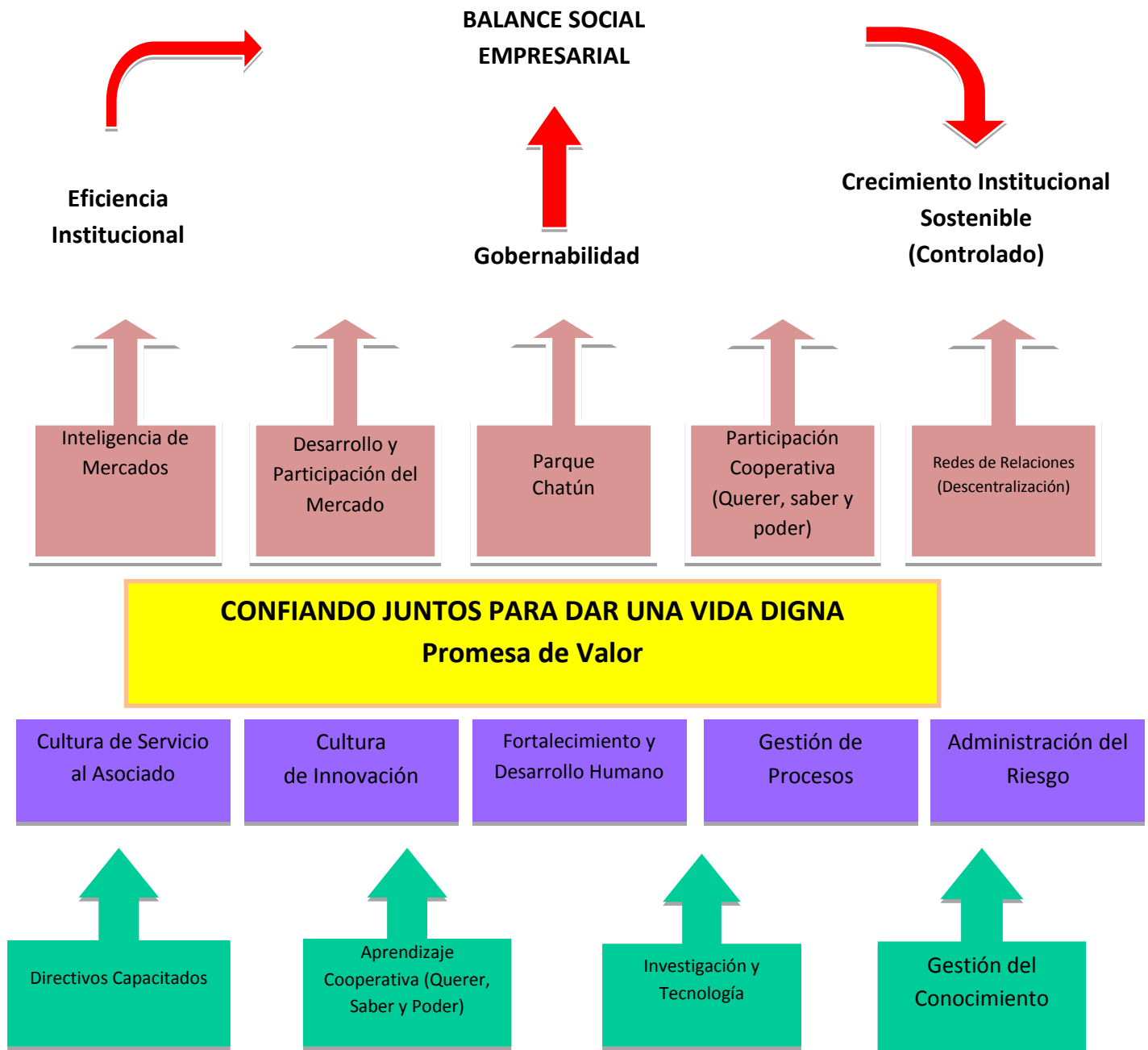
Entre las políticas que orientan el actuar del personal se pueden mencionar:

- a) Política de Crédito
- b) Política de Ahorro
- c) Política de Cobros
- d) Políticas Administrativas y Operativas

3.1.3.3 Estrategias

Coosajo R.L. cuenta con un mapa estratégico que permite organizar sus actividades para un mejor desarrollo de las mismas, el cual se detalla a continuación:

Figura 1. Mapa estratégico



Fuente: Coosajo R.L., 2,011.

3.1.3.4 Visión

Ser una cooperativa de Ahorro y Crédito solidaria, que valora a sus asociados y participa en su desarrollo integral.

3.1.3.5 Misión

Somos una cooperativa de Ahorro y Crédito, que brinda soluciones financieras innovadoras, a través de un servicio profesional y personalizado, que permite brindar a sus asociados beneficios integrales.

3.1.3.6 Principios

Entre los principios con los que se rige la Coosajo R.L. están:

- Membrecía abierta y voluntaria.
- Control democrático de los miembros.
- Participación económica de los miembros.
- Autonomía e independencia.
- Cooperación entre cooperativas.
- Educación, formación e información.
- Compromisos con la comunidad.

3.1.3.7 Valores

Coosajo R.L. es un grupo de personas que se han asociado para enfrentar voluntariamente las necesidades en común de sus mismos miembros, así es como se crea una empresa de propiedad conjunta, lo que quiere decir que todos los que se asocien serán dueños, y tendrán derechos de participar en todas las decisiones que se tomen de una forma democrática y controlada a través de lo que se conoce como “Asambleas”. Para ello la Coosajo R.L. ha definido los valores que rigen a la misma:

- Cooperación

Es el camino que conduce a las buenas acciones con justicia, equidad, solidaridad y respeto. Tomar decisiones conscientemente y aceptar las consecuencias de los actos.

- Calidad

Es la máxima expresión de un trabajo, tarea o proyecto realizado con entrega y pasión.

- Creatividad

Es la facultad para crear ideas y proyectos encaminados a la solución de problemas. Ser personas creativas nos invita a tomar la iniciativa para ser gestores del cambio.

- Cortesía

Es el trato amable y cortés que genera cambio de actitudes, propicia la amistad, abre puertas.

- Responsabilidad

Es el camino que conduce a las buenas acciones con justicia, equidad, solidaridad y respeto. Tomar decisiones conscientemente y aceptar las consecuencias de los actos.

Estos valores han permitido hasta la fecha, que esta cooperativa sea la más exitosa a nivel nacional.

3.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

3.2.1 Área de influencia

Coosajo R.L. es una idea que nace en el municipio de Esquipulas, del departamento de Chiquimula. En el año de 1,966, cuando 32 asociados se reunieron y formaron un capital de Q75.00; la voz de la creación de una cooperativa que se dedicaba a otorgar créditos y que a la misma vez permitía un ahorro que fue creciendo, hasta que se constituye en una de las mejores cooperativas en el ámbito nacional, y que hoy en día

tiene presencia más allá de los límites del municipio de Esquipulas, e incluso fuera de las fronteras de nuestro país. Coosajo R.L. cuenta con varios puntos de servicio, con el fin de brindar un servicio eficiente y de calidad a sus asociados, entre los principales:

- Agencia Quezaltepeque, Chiquimula.
- Agencia San Luis Jilotepeque, Jalapa.
- Agencia Ipala, Chiquimula.
- Agencia Ciudad Capital, Guatemala.
- Agencia Olopa, Chiquimula.
- Agencia La Unión, Zacapa.
- Agencia Concepción las Minas, Chiquimula.
- Agencia Mountkisco NY, USA.
- Agencia Chiquimula, Chiquimula.
- Agencia Esquipulas, Chiquimula.

Cada uno de los municipios mencionados anteriormente cuenta con una agencia, a excepción del municipio de Esquipulas que en la actualidad cuenta con dos. La mayoría de los puntos de servicio se encuentran distribuidos en la región oriental, con el fin de poder estar más cerca de la población y de esta manera lograr contribuir con el desarrollo de las comunidades orientales (Izabal, Zacapa, Chiquimula y Jalapa) y poder brindar la asesoría necesaria para el crecimiento de sus asociados. Según Dardón 2013.

3.2.2 Población general y/o beneficiaria

Para el año 2,012; el número de asociados se aproxima a los 95,000 que hoy en día forman parte de Coosajo R.L. MICOOPE.

3.2.3 Personal de la empresa

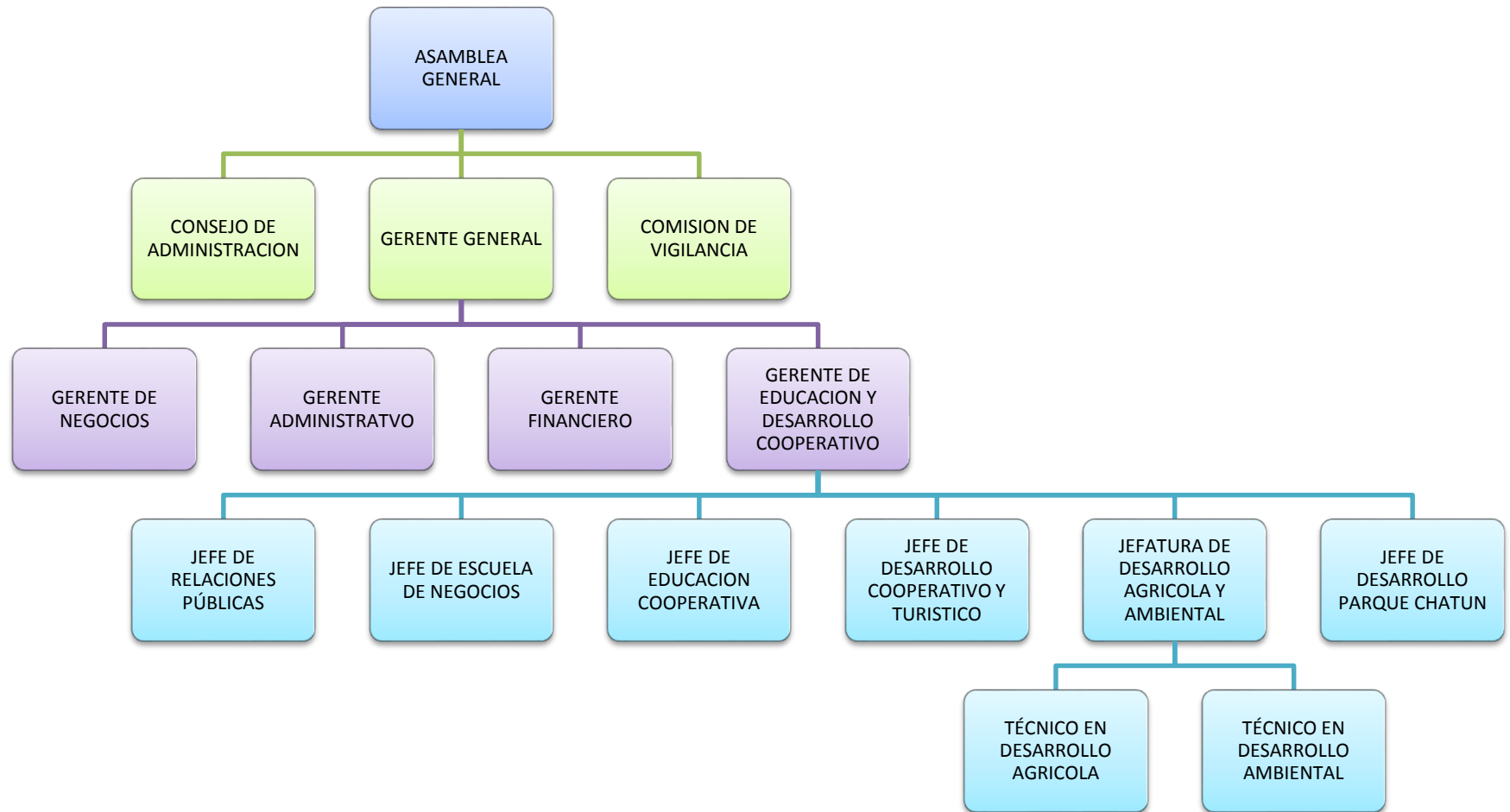
Coosajo R.L. es MICOOPE cuenta actualmente con 342 trabajadores aproximadamente, de los cuales 60 se encuentran ubicados en el Parque Recreativo Chatún, para el cuidado, mantenimiento y administración del mismo. El resto de empleados se encuentran operando en las oficinas de las demás agencias establecidas.

Dentro del personal, hay personas realizando labores administrativas, cobros, conserjería, seguridad, de campo, gerencia, entre otras, lo que permite el buen funcionamiento de la empresa, gracias a su equipo multidisciplinario. Las edades comprendidas de los trabajadores oscilan entre 18 y 65 años; el sexo no es una limitante de la empresa para la contratación del personal, dado su enfoque de equidad de género. Memoria de labores 2011.

3.2.4 Organigrama

La organización de Coosajo R.L. está representada por medio de una carta organizacional, que permite mostrar una visión más general de la estructura jerárquica de la empresa. Esta herramienta es necesaria para lograr una correcta toma de decisiones y delegar funciones y responsabilidades, para el buen funcionamiento de la cooperativa.

Figura 1. Organigrama de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada.



Fuente: Coosajo R.L., 2,011.

3.2.5 Recursos

Para el desempeño de los objetivos planteados por la Coosajo R.L. es esencial el uso de recursos físicos, logísticos y humanos; con el propósito de dar cumplimiento al desarrollo de las actividades planificadas por la cooperativa. Memoria de labores 2011.

3.2.5.1 Recurso físico

Coosajo R.L., cuenta con equipo electrónico, mobiliario, cámaras digitales, computadoras de escritorio, impresoras, cañoneras, teléfonos, sillas, archivos, escritorios de oficina, aires acondicionados, así también cuenta con cámaras de vigilancia, herramientas industriales, equipo de limpieza y labranza distribuido en todos sus puntos de servicio y en el Parque Recreativo Chatún.

3.2.5.2 Recurso logístico

Para el cumplimiento de las actividades, la cooperativa cuenta con vehículos, motocicletas, combustible, presupuesto y viáticos.

3.2.5.3 Recurso humano

Entre los recursos más valiosos con los que cuenta la Coosajo R.L., está su recurso humano, es el encargado de generar y desarrollar las actividades propuestas por la propia empresa para el logro de sus metas; por ello Coosajo R.L. cuenta con un equipo de personas competentes, dedicadas al servicio y atención de las necesidades de la población. La cooperativa se preocupa por la formación de sus empleados, por ello se les capacita de acuerdo al cargo que desempeñen, sean estos de asistencia técnica, asesoría empresarial, servicios financieros, técnicos y promotores agrícolas, evaluadores, gerencias, jefaturas, entre otros.

3.2.6 Índice de Desarrollo Humano – IDH –

Según el informe de Desarrollo Humano 2013, el IDH es un indicador global que se estima a partir de tres aspectos básicos del desarrollo humano:

- Disfrutar de una vida larga y saludable, lo que se mide a través de la esperanza de vida al nacer.
- Disponer de educación, lo que se mide a través de la tasa de alfabetización de adultos (con una ponderación de dos tercios) y la tasa bruta combinada de matriculación en primaria, secundaria y terciaria (con una ponderación de un tercio).
- Tener un nivel de vida digno, lo que se mide a través del PIB per cápita.

El IDH, tiene en cuenta tres variables: vida larga y saludable, conocimientos y nivel de vida digno. Por lo tanto, influyen entre otros el hecho de que la esperanza de vida en Guatemala esté en 71.66 años, su tasa de mortalidad en el 5.26‰ y su renta per cápita sea de 2.619€ euros.

En 2,013 el índice de desarrollo humano (IDH) en Guatemala fue 0.628 puntos, lo que supone una mejora respecto a 2,012, en el que se situó en 0.626.

Si ordenamos los países en función de su índice de desarrollo humano, Guatemala se encuentra en el puesto 118, es decir, sus habitantes están en un mal lugar dentro del ranking de desarrollo humano (IDH).

Según un estudio elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el año 2,005, el municipio de Esquipulas se clasifica en el nivel superior con un indicador arriba de 0.6, gracias al nivel alto de ingresos en el departamento de Chiquimula.

3.2.7 Fuentes de trabajo

Coosajo R.L. está constituida como una de las cooperativas de ahorro y crédito de mayor incidencia que integra FENACOAC R.L. con un capital de Q.1,100.00 millones, aportados por más de 94,000 asociados, número que se incrementa día a día, evidenciando el prestigio, credibilidad y solidez de Coosajo R.L. en el país; crecimiento que aumenta la demanda de servicios de calidad, financiero, asesoría técnica y capacitación, lo que permiten que Coosajo R.L. genere 359 fuentes de trabajo anuales, entre personal administrativo, colaboradores en los puntos de servicio, técnicos agrícolas y colaboradores en el Parque Recreativo Chatún, contribuyendo así al desarrollo local y a la mejora de las condiciones de vida de asociados e indirectamente de no asociados. Memoria de labores 2011.

3.2.8 Infraestructura y servicios

Según Gómez 2013, Coosajo R.L. cuenta con varios puntos de servicio actualmente, de los cuales los municipios de Chiquimula, Esquipulas, Ipala, Olopa, Concepción Las Minas y Quezaltepeque del departamento de Chiquimula, tienen edificio propio. Las agencias que se encuentran en los municipios de La Unión, Zacapa, Ciudad Capital de Guatemala, San Luis Jilotepeque, Jalapa, y la agencia que se encuentra en Mountkisco NY, USA, cuentan con edificios arrendados, al igual que el resto de puntos de servicios que se ubican en centros comerciales.

Por la gran cantidad de asociados con los que cuenta la cooperativa, se han aperturado varias agencias y puntos de servicios, para servir con calidad a sus asociados, de igual manera se ha visto la necesidad de prestar mayores servicios a los beneficiarios, por lo que se ha incrementado el número de servicios que esta institución puede brindar a la población.

Cuadro 1. Servicios que presta Coosajo R.L.

					
AHORROS	CRÉDITOS	SEGUROS	REMESAS FAMILIARES	PAGO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	TARJETA DE DÉBITO MICOOPE
					
TARJETA DE CRÉDITO VISA	SERVICIO DE P.O.S. MI NEGOCIO	CAJERO AUTOMÁTICO	PAGO DE PLANILLAS	RECARGAS Y PAGO DE SERVICIO CLARO	

Fuente: Coosajo R.L.

De igual manera el número de beneficios a los que puede acceder el asociado se ha incrementado y se obtienen por medio del uso de los servicios que ofrece Coosajo R.L.

Otros beneficios que obtiene el asociado de Coosajo R.L., son servicios en asistencias técnicas, talleres, capacitaciones, becas escolares, becas de inglés, asistencia virtual, y membrecía a Parque Recreativo Chatún.

Aparte de los beneficios mencionados, existen otros a los que pueden acceder los asociados y no asociados, como por ejemplo, el recibir charlas, asesorías a grupos de personas que así lo dispongan, conservación del medio ambiente y el ingreso al Parque Recreativo Chatún con atención personalizada.

Cuadro 2. Servicios y beneficios que ofrece Coosajo R.L.

SERVICIO	BENEFICIO
Ahorros	Seguro sobre ahorros sin costo, seguro de hospitalización, seguro funerario, atractiva tasa de interés, estabilidad en las tasas pactadas de ahorro, los intereses se capitalizan mensual, trimestral o al vencimiento, participación de sorteos (MEGAHORRO), disponibilidad inmediata de sus ahorros, atención personalizada.

Créditos	Flexibilidad en los plazos que se adaptan a su necesidad, atención personalizada, baja tasa de interés, agilidad en los trámites, seguro sobre préstamo, sorteos mensuales por pagos puntuales, líneas de crédito.
Seguros	Diversidad de seguros, que se pueden escoger según la conveniencia del asegurado.
Remesas Familiares	Disponibilidad de remesadoras, según la conveniencia del usuario.
Pago de Energía Eléctrica	Eficiencia en el pago de los recibos de luz.
Tarjeta de Crédito Visa	Membrecía gratis siempre, tasa de interés del 1.25 % (15% anual), cajeros automáticos, retiros en efectivo en las agencias de COOSAJO R.L., hasta 55 días para cancelar.
Tarjeta de Débito MICOOPE	Membrecía gratis, disminuye riegos en el manejo de efectivo, acceso a la red de cajeros MICOOPE, evita hacer filas para retiros de sus ahorros, disponibilidad de su dinero las 24 horas y los 365 días del año, total seguridad, sirve como medio de pago.
Servicio de P.O.S. Mi Negocio	Total seguridad, agilidad en las compras que se realizan, eficiencia.
Cajero Automático	Disponibilidad del dinero las 24 horas y los 365 días del año.
Pago de Planillas	Agilidad en los trámites.

Fuente: EPS-GAL, 2,014.

3.3 DESCRIPCIÓN DE AMBIENTE FÍSICO Y BIÓTICO

3.3.1 Aspectos geológicos regionales

Según Gómez 2013, el sistema tectónico de América Central está definido por la conjunción de las placas de Norteamérica, Caribe y la de Cocos.

Las placas de Norteamérica y la del Caribe definen Guatemala; estas dos placas están separadas por la ocurrencia de los principales sistemas de fallas transcurrentes con desplazamiento sinestral, que constituyen las fallas de Motagua, Chixoy-Polochic y Jocotán; correspondiendo esta región al cinturón plegado metamórfico.

El área de Esquipulas se conforma por diversos materiales geológicos y de acuerdo al mapa geológico de la República de Guatemala (1,966), desarrollado a escala 1:50.000 (Hoja Esquipulas), en el área de estudio se identifican las formaciones geológicas siguientes:

Cuadro 3. Formaciones geológicas del municipio de Esquipulas:

• Aluviones recientes (RAL).	• Coladas de basalto (TQb).
• Toba masiva y toba estratificada (TQI).	• Capas rojas: areniscas, lutitas, conglomerados, detritus volcánico. Formación subinal (KTS).
• Coladas de riolita-perlita e intrusivos someros (TQr).	• Cubierta de ceniza y toba profundamente intemperizados (QC).

Fuente: Mapa geológico de Guatemala, 1,966.

3.3.2 Suelos

El departamento de Chiquimula se caracteriza por poseer suelos que son propios de laderas y pie de montes, poco profundos, algunos pedregosos, de textura que varía de fina a media. En menor escala aparecen también suelos propios de colinas, montañas y valles altos, de textura fina a media y profundidad moderada. Los suelos de los valles son ligeramente inclinados o planos de origen reciente, presentan una textura media y se caracterizan por ser de drenaje restringido. MARN 2003.

El municipio de Esquipulas, presenta suelos que en su mayoría son evolutivamente recientes, lo cual se refleja en la clasificación taxonómica:

Cuadro 4. Taxonomía de los suelos del municipio de Esquipulas, Chiquimula.

ORDEN	ÁREA EN HAS.	ÁREA %
Entisol	1,375.47	26.88
Inceptisol	2,091.02	40.87
Vertisol	783.57	15.32
Mollisol	317.50	6.21
Alpisol	52.50	1.03
Entisol-Inceptisol	180.63	3.53
Entisol-Vertisol	37.50	0.73
No determinado (Urbano)	277.71	5.43
TOTAL	5,115.90	100.00

Fuente: Estudio de suelos de áreas semiáridas de la región del Trifinio, 1,992.

3.3.3 Clima

Chiquimula es un departamento de clima generalmente cálido, puede alcanzar hasta los 35°C en el verano. De acuerdo a la clasificación de Thornthwaite, el clima en la zona de Esquipulas es semicálido, puede alcanzar los 25°C y puede descender hasta los 10°C ocasionalmente. Boscoso con invierno benigno de tipo húmedo, especialmente el de las estribaciones de sus montañas, las de La Granadilla que favorecen al clima de la ciudad, también las de Miramundo y San Isidro por el lado de la zona de Chanmagua.

Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales. Por otro lado, el comportamiento climático en la zona, está definido por la interacción de los elementos precipitación, temperatura, humedad relativa y otros.

3.3.4 Hidrología

Según León Vizcaíno, LF. 1997, en el municipio de Esquipulas las aguas están distribuidas en dos grandes corrientes: la primera nace en las montañas de Santa María Olopa cruzando los valles Olopita y Atulapa, se dirige hacia el sur. Su afluente principal es el río Olopita, que alimentado por las corrientes de los ríos y quebradas de Nejapa, San Juan, Tepoctún, Chantiago, Quebrada Oscura, El Roble, El Chorro, Chacalapa o El Milagro, Atulapa, Blanco Anguiatú, entra a El Salvador y desemboca en el Océano Pacífico. Y la segunda corriente se dirige hacia el norte, tiene como afluentes principales los ríos de El Playón y Joyitas que nacen en la frontera con Honduras y río Frío o Sesecapa también en territorio hondureño, formando el Panela, se unen al río Mapá, que unido a la quebrada de Senas, las Cañas y río Chanmagua, forman la cuenca del Jupilingo en jurisdicción esquipulteca, pasando al municipio de Camotán unidos a otros afluentes caen al Motagua y desembocan en el Océano Atlántico.

3.3.5 Calidad del agua

El municipio de Esquipulas abastece de agua potable a su población por medio de tanques de distribución, de los cuales no todos tienen tratamiento de cloración.

El agua es captada de los ríos Atulapa, Frío y Tizaquín. El sistema de distribución La Planta abastece a 5 barrios, 8 colonias y 3 residenciales, lo que da un total de 12,361 personas del área urbana. Por medio del mismo sistema de captación La Planta, la Coosajo R.L. se abastece de agua potable para el desarrollo de sus actividades diarias. Según los análisis bacteriológicos realizados por el Centro de Salud, de la ciudad de Esquipulas, a dicha fuente no le aparecen colonias de bacterias del grupo coliforme fecal, lo que según la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), lo clasifica como apta para consumo y uso diario. En el sistema de La Planta el agua es debidamente clorada. Para el desarrollo de las actividades dentro del Parque Recreativo Chatún, el parque tiene como fuente de abastecimiento el río Atulapa, del cual se extrae agua para el lleno de las piscinas, la que lleva anteriormente un

tratamiento de clorado. La calidad del río Atulapa, es monitoreada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), quienes la catalogan como apta para consumo humano, según el último boletín emitido en el año 2,011. INSIVUMEH 2011.

Cuadro 5. Listado de abastecimientos de agua para consumo humano, área urbana del Municipio de Esquipulas, Chiquimula, 2,012.

MUNICIPIO	NOMBRE DEL SISTEMA	BARRIOS, COLONIAS Y RESIDENCIALES	POBLACION SERVIDA Población censo	SERVICIO
ESQUIPULAS	La Planta	B. San Joaquín	1,642	URBANO
		B. San Sebastián	1,521	
		B. Santa Marta	1,204	
		C. Los Arcos	795	
		C. Los Pinos	1,249	
		C. San Mateo I	643	
		C. San Mateo II	741	
		B. Chacalapa	974	
		C. Santa Ana	979	
		C. San José Obrero	333	
		R. Los Cerritos	643	
		C. San Pedro	122	
		R. La Asunción	17	
		C. Pueblo Lindo	36	
		B. Las Crucitas	931	
		R. Monte de María	531	
	Las Minas	C. Quirio I	911	
		C. Quirio II	991	
		C. Loma Linda	531	
		C. Santa Gudelia	950	
		C. San Juan	563	
		C. San José palo negro	503	

		C. Tikal	137	URBANO
	Vista Hermosa	C. Vista Hermosa	1041	
		R. Barrio nuevo	521	
	Tizaquín	B. San José Tizaquín	449	
	Short'is	B. Pashapa	531	
		R. Del Valle	649	
	Valle María	R. Valle de María	922	

Fuente: Centro de Salud, Esquipulas, 2,012.

3.3.6 Vulnerabilidad a desastres

Como país en vías de desarrollo y por las características ambientales distintas de los trópicos, Guatemala es afectada en forma recurrente por una variedad de fenómenos que se traducen en amenazas, y esto es así por una combinación de factores. La vulnerabilidad es la susceptibilidad de los sistemas naturales, económicos y sociales al impacto de un peligro de origen natural o inducido por el hombre, estando determinada por el origen y tipo de evento, la geografía de la zona afectada, las características técnico – constructiva de las estructuras existentes, la salud del ecosistema, el grado de preparación para el enfrentamiento de la situación por la población, la comunidad y los gobiernos locales, así como por la capacidad de recuperación en el más breve tiempo posible.

3.3.6.1 Pobreza y sistemas económicos

Según Gómez 2013, el municipio de Esquipulas presenta un nivel de calidad de vida alto, según un estudio de priorización de departamentos realizado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), con base al índice de vulnerabilidad. El municipio de Esquipulas es uno de los municipios del departamento en donde se reporta la mayor inmigración y permanente (12.12 %); y se da principalmente en el casco urbano, puesto que es común observar la presencia de familias oriundas del occidente del país y de los países vecinos como de Honduras y El Salvador. En general, las condiciones de vida de la población del municipio, se ha visto

beneficiada por la generación de recurso económico, producto del envío de remesas desde Estados Unidos, el pujante comercio existente, del turismo de carácter religioso y la ubicación fronteriza que genera movimientos comerciales importantes, puesto que en el departamento, es uno de los municipios que reporta menor índice de pobreza (47.30%) y pobreza extrema (7.66%) respectivamente. Sin embargo, la mayor parte de la población rural carece de los servicios básicos de salud, educación, agua, etc. La esperanza de vida en el municipio alcanza un promedio de 70 años, el 35 % de la población es económicamente activa, rebasando el promedio departamental que es el del 29%, del total de la población, el 47.30% vive en pobreza mientras que el 7.66% vive en pobreza extrema, lo que hace pensar que es necesario fortalecer las acciones encaminadas a reducir estos índices y así contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), cuyo objetivo número uno, es erradicar la pobreza extrema y el hambre.

3.3.6.2 Acceso limitado a recursos

En el apartado anterior se reconoce que el área rural es la población más vulnerable, por poseer limitaciones en los accesos a los servicios de educación, salud, agua potable, alumbrado público, entre otros, lo que la hace aún más vulnerable para poder contrarrestar los impactos sobre el ambiente.

3.3.6.3 Estructuras de poder

Las estructuras de poder hacen vulnerable al municipio de Esquipulas, por encontrarse de manera parcial el poder en su estructura organizativa; el poder y la riqueza se encuentran distribuidos de manera arbitraria. Prevalecen las asimetrías y las diferencias entre distintos colectivos sociales. Esto lo convierte en un municipio con limitaciones en su poder de organización.

3.3.6.4 Crecimiento poblacional

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2,009, el municipio de Esquipulas presentaba una población total de 53,201 habitantes, y mostraba una tasa de crecimiento del 2.6% anualmente, por lo tanto para el año 2025, la población proyectada será de 20,745 habitantes más. Por consiguiente, si hay más personas y edificaciones en zonas vulnerables, es probable entonces que el impacto sea mayor. El crecimiento de la población ha sido tan espectacular que es inevitable que más personas se escapen de los efectos de desastres naturales que puedan desencadenarse, ya que más personas se verán obligadas a vivir y trabajar en zonas catalogadas como de riesgo. Un creciente número de personas competirán por una cantidad limitada de recursos, lo que es conducente a crear conflictos.

3.3.6.5 Urbanización rápida

El rápido crecimiento de la población y la migración están relacionados con los principales fenómenos de urbanización rápida. Se caracteriza por el traslado de la población rural pobre o civil a áreas urbanas, en busca de seguridad y oportunidades económicas. La población esquipulteca urbana pobre, cada vez encuentra menos opciones de disponibilidad de lugares seguros y deseables para construir sus viviendas, y se asientan en lugares vulnerables a deslizamientos

3.3.6.6 Transiciones en prácticas culturales

Muchos de los cambios inevitables que ocurren en todas las sociedades conducen al aumento de la vulnerabilidad de la sociedad a los desastres. Estas transiciones incluye poblaciones nómadas que se transforman en sedentarias, en el caso de Esquipulas consisten en toda la gente rural que se traslada a zonas urbanas y población rural y urbana que cambia de un nivel económico a otro. En los últimos años, el municipio de Esquipulas ha tenido un cambio radical en sus diseños arquitectónicos debido a la introducción de nuevos materiales de construcción, en una sociedad que estaba

acostumbrada a los materiales y diseños tradicionales que definían a una sociedad más colonial.

3.3.6.7 Degradación ambiental

Muchos de los desastres son causados o agravados por la degradación ambiental. La deforestación registrada en el municipio, conduce al escurrimiento rápido de lluvia, lo que reduce la capacidad de infiltración de los suelos, y contribuye a que ocurran inundaciones. La destrucción del bosque disminuye la capacidad de resistir los fuertes vientos. La creación de condiciones de sequía- y la gravedad y duración relativa de la sequía – es principalmente un fenómeno natural. Las condiciones de sequía pueden exacerbarse por: patrones deficientes de cosecha, exceso de pastura, descortezamiento de la superficie terrestre, técnicas de conservación deficientes, agotamiento del agua de la superficie y subterránea y, hasta cierto punto, la urbanización no controlada, que en los últimos tiempos se ha registrado en el municipio de Esquipulas.

3.3.6.8 Falta de conocimiento e información

Los desastres también pueden suceder porque la gente vulnerable a ellos simplemente no sabe cómo evitar las vías peligrosas o cómo tomar medidas protectoras. Esto se ve evidenciado en las áreas rurales del municipio de Esquipulas, en donde las personas no tienen acceso a la información y los niveles de educación son relativamente bajos. Esta ignorancia no es necesariamente un factor de pobreza, sino más bien falta de conocimiento de las medidas que deben tomarse para construir estructuras seguras en lugares seguros.

3.3.7 Amenazas Naturales

Las amenazas naturales de acuerdo a la información recabada por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorológica e Hidrología (INSIVUME), Esquipulas es un

municipio que es vulnerable a varias amenazas naturales desde climáticas, ambientales, hasta industriales. Por lo que existen varios tipos de amenazas que se identifican en el municipio de Esquipulas, y se agrupan de la siguiente manera.

3.3.7.1 Amenazas geológicas

- **Sismicidad**

Realmente la influencia de la Placa de Cocos es decisiva, pues una enorme proporción de los sismos deriva del movimiento de placas. La Placa de Cocos tiene interacción con la placa del Caribe y es de tipo convergente, en el cual la placa de Cocos se acomoda por debajo de la placa del Caribe (fenómeno conocido como subducción). Este proceso ha dado origen a una gran cantidad de temblores y formación de volcanes. El contacto entre estas dos placas está aproximadamente a 50 km. frente a las costas del Océano Pacífico. Por tener su actividad en las fallas de Motagua y Jocotán, el municipio de Esquipulas se presentan sismos de diferente magnitud. Por supuesto que al generarse un sismo o terremoto, originado en las placas que se ubican cerca del municipio (Cocos y Caribe), toda la población de los alrededores se vería afectada.

- **Deslizamiento de la tierra**

Las áreas rurales se encuentran propensas a sufrir deslizamiento de la tierra que varía según el tipo de movimiento (caídas, deslizamientos, derrumbamiento, propagación lateral) en donde la principal causa es la tala que se realiza ilegalmente en los bosques del municipio, pudiendo también ser consecuencia de tormentas fuertes y sismos. Los factores que hacen más latente este tipo de amenaza son los asentamientos que se encuentran contruidos en laderas pronunciadas y en suelo blando; en la desembocadura de arroyos provenientes de valles montañosos; casas con cimientos débiles; líneas de comunicación en áreas montañosas; tuberías subterráneas y frágiles; y la falta de conocimiento de la amenaza de los deslizamientos de tierra. En los últimos años se han dado problemas de deslaves en las zonas de Chiramay, Las Peñas, San

Isidro y Zarzal, debido a las fuertes tormentas y a los suelos desprovistos de su cobertura vegetal y utilizados en la agricultura (café en su mayoría).

3.3.7.2 Amenazas climáticas

- **Ciclones tropicales**

Por el tipo de clima y zona de vida presente en el municipio de Esquipulas, este es vulnerable a ciclones tropicales, los que se forman por la combinación de calor y humedad, y forman un centro de baja presión.

- **Inundaciones**

Las inundaciones son fenómenos recurrentes y más frecuentes, según el MAGA, en un análisis realizado sobre los puntos de inundación registrados por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), durante 1,996 al 2,000 se obtuvieron los resultados de que la ocurrencia de eventos basados en la pendiente del área afectada, un 82.4 % de los eventos ocurrieron en áreas de pendientes menores al 8%; entre las cuencas afectadas se encuentra la del Río Motagua. La ciudad de Esquipulas, presenta en su mayoría terrenos superiores al 8 % de pendiente, por lo mismo, las inundaciones no son en la actualidad una fuerte amenaza; a un costado de la ciudad de Esquipulas, atraviesa el río Atulapa, que si llegara a su límite, su desbordamiento no afectaría a la población.

En el municipio sólo existe una colonia que se encuentra vulnerable a una inundación debido a que se encuentra a un costado del río Chacalapa, el cual en el invierno aumenta su caudal gradualmente.

El Parque Recreativo Chatún se encuentra ubicado fuera de la ciudad, el río Atulapa atraviesa su área, aun así, si éste llegara a su límite no causaría daños severos al parque.

- **Sequía**

El departamento de Chiquimula en general presenta un alto porcentaje de amenazas por sequías, a causa de su limitada cobertura forestal y a otros factores geográficos y climáticos que de una u otra manera favorecen dicha situación, aunados al tipo de zona de vida presente en el departamento y la dependencia de condiciones locales, por ejemplo, mantener adecuadamente forestadas las zonas de captación hídrica y los manantiales de agua que surten a las poblaciones, según un estudio elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), elaborado en el 2,002; por otro lado el municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula, no presenta ninguna amenaza por sequía pues la mayoría de sus áreas están provistas de bosque, lo que ayuda a reducir la erosión del suelo y conservar las fuentes de agua.

- **Heladas**

Como consecuencia del cambio climático, se origina la amenaza de sufrir los efectos de una helada en el municipio, sobre todo en áreas por encima de los 2200 msnm del Cerro Montecristo que afecta directamente a las comunidades de Santa Rosalía, La Granadilla y San Nicolás, junto con sus respectivos caseríos. Este fenómeno es un efecto de lo irregular de la topografía y elevación en metros sobre el nivel del mar, que posee el departamento de Chiquimula. Es relevante mencionar que la población que vive inmersa en estas áreas, incrementará su vulnerabilidad al fenómeno dependiendo de qué extemporáneo sea el evento y sobre todo si coincide con el ciclo agrícola de los cultivos.

3.3.7.3 Amenazas ambientales

- **Contaminación ambiental**

a) **Contaminación por emisiones atmosféricas:** Es ocasionada por emisiones del transporte (CO²), carreteras de terracería (polvo), lo que provoca en algunos casos

enfermedades respiratorias. A un kilómetro de distancia del parque recreativo Chatún se encuentra ubicada una piedrinera, la que también genera partículas de polvo a la atmósfera.

b) Contaminación por desechos líquidos: Este tipo de alteración al entorno ecológico es fuerte, debido a que no existe una planta de tratamiento para estos desechos, por lo cual son descargados al río, aunque se cuenta con un sistema de drenaje. Otro tipo de contaminación por desechos líquidos es la descarga de aguas mieles y/o pulpa a las cuencas, por el beneficiado de café.

c) Contaminación por desechos sólidos: Afecta al municipio, porque en la orilla de los ríos se puede observar desechos sólidos que alteran los cuerpos hídricos. También en terrenos baldíos se puede observar dicha contaminación. Y la producción de basura en el municipio es de aproximadamente 16.47 toneladas por día. Consecuencias de una inadecuada disposición de residuos sólidos es la proliferación de enfermedades.

d) Contaminación por residuos y emisiones: este tipo de contaminación es causado por basuras, drenajes así como el vertido de aguas mieles a los ríos, los cuales no cuentan con un sistema de tratamiento adecuado.

e) Contaminación por agroquímicos: esta clase de contaminación se ve principalmente en las áreas de cultivos, porque hacen mal uso de los fertilizantes y químicos. Los productos químicos que son utilizados con frecuencia en todos los cultivos son herbicidas, insecticidas y fungicidas. En tiempo de verano se utilizan más los insecticidas, en el tiempo de frío los fungicidas.

- **Reducción y contaminación de los recursos hídricos**

Varios ríos del municipio se encuentran alterados en su composición química, física y biológica en sus cuerpos hídricos, dos de ellos fuertemente los cuales son el río

Chacalapa y la Quebrada Oscura, estos dos por aguas residuales de tipo ordinario (Aguas grises y negras) de viviendas domiciliarias y comercios.

El último río es el Atulapa que es contaminado por aguas mieles como consecuencia del beneficiado húmedo de café.

- **Deforestación**

La deforestación es uno de los problemas que está afectando al municipio hoy en día, y la extracción de madera de los bosques de la zona es fundamental para el abastecimiento de leña para consumo propio y también madera aserrada para construcción local. Según datos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) para el municipio se encuentran vigentes dos licencias de diversos tipos, una ubicada en Finca Mango Solo, en Pasaljá y otra en Aldea Horcones.

La causa de la deforestación son las talas ilícitas. Por lo general el manejo del recurso forestal se realiza sin criterios técnicos y son muy frecuentes los casos de deforestación en dichas áreas.

- **Erosión**

Se trata de un área susceptible a la erosión debido a la topografía del terreno que es un 80% montañoso los cuales se ven agravados por un manejo inadecuado de los suelos que en muchos casos se ven desprovistos de una cubierta vegetal. Por lo que es recomendable la implementación de actividades de protección y conservación de suelos, así como también implementar protección forestal.

- **Infestación de plagas**

Aumento del número de plagas debido a uno o varios factores ecológicos incluyendo temperatura, monocultivo, introducción de plantas a un nuevo sitio, patrones climáticos conducentes.

- **Incendios forestales**

Ocurren en su mayoría en las partes montañosas del municipio, y se originan por el manejo inadecuado de rozas, que sirven para limpiar terrenos, y acciones culposas por negligencia e imprudencia.

3.3.8 Flora

El municipio de Esquipulas, se caracteriza por sus bosques de pino oocarpa, especie que predomina en las áreas nororiente y norponiente del municipio, pero además se encuentran otras especies.

Cuadro 6. Especies de flora existentes en el municipio de Esquipulas, Chiquimula.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
ÁRBOLES			
Pino Occarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	Caulote	Guazuma ulmifolia
Liquidámbar	<i>Liquidambar</i>	Matasano	Magnolia poasana
Roble	<i>Quercus robur</i>	Cuje	Inga radians
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	Pepeto	Aesculus hippocastanum
Palo Blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Paterno	Inga paterno
Palo Negro	<i>Grabowskia boerhaaviaefolia</i>	Pito	Erythrina berteroana
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Conacaste	Enterolobium

			cyclocarpum
Matilisguate	<i>Tabebuia Rosea</i>	Zuncuya	<i>Annona purpurea</i>
Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	Zaramullo	<i>Annona squamosa</i>
Pimiento	<i>Capsicum annum</i>	Anona	<i>Anona squamosa</i>
Cedro	<i>Cedrela adórate</i>		
HIERBAS Y ARBUSTOS			
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Quebracho	<i>Aspidosperma</i>
Tres Puntas	<i>Herbertia lahue</i>	Hierba del Toro	<i>Lythrum hyssopifolia</i>
Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	Hierba del Cáncer	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.
Suquinay	<i>Senecio sp.</i>	Altén	<i>Campanula akguellii</i>
Cedrón	<i>Lippia citriodora</i>	Sábila	<i>Aloe vera</i>

Fuente: CONAP, 2,014.

3.3.9 Fauna

Son muchas las especies de animales mamíferos silvestres, propias de esta zona, sin embargo por el aumento de la población, la caza indiscriminada y expansión de la frontera agrícola, se han ido ahuyentando e incluso desapareciendo algunas, tal es el caso de los felinos y especies como el venado.

Cuadro 7. Especies de fauna existente en el municipio de Esquipulas, Chiquimula.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
MAMÍFEROS SILVESTRES			
Zorrillo	<i>Mephitis Macroura</i>	Coyotes	<i>Canis latrans</i>
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	Gato de Monte	<i>Leopardus geoffroyi</i>
Armadillo	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Comadreas	<i>Mustela nivalis</i>
Conejos	<i>Oryctolagus Cuniculos</i>	Nutrias	<i>Lutra lutra</i>
Cotuzas	<i>Dasyprocta punctata</i>	Tepezcuintles	<i>Agouti paca</i>
REPTILES			

Serpiente	<i>Oxyuranus microlepidotus</i>	Tortuga	<i>Chelonoidis chilensis</i>
Lagartija	<i>Sceloporus grammicus</i>	Sapo	<i>Bufo bufo</i>
Garrobo	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Rana	<i>Pelophylax</i>
AVES			
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Oropéndulas	<i>Oriolus oriolus</i>
Torditos	<i>Quiscalus lugubris</i>	Tucanes	<i>Ramphastos sp.</i>
Arroceros	<i>Spiza americana</i>	Pájaro Bobo	<i>Tessaria absimthioides</i>
Senzontes	<i>Tetrao urogallus</i>	Pericos	<i>Aratinga Chloroptera</i>
Palomas	<i>Columba livia</i>	Urracas	<i>Corvus Corax</i>
Garzas	<i>Ardea herodias</i>	Chepilllos	<i>Dalbergia retusa Hemsl.</i>
Chorchas	<i>Icterus mesomelas</i>	Quetzal	<i>Pharomachrus mocinno</i>
PECES			
Filin	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Tilapia	<i>Tilapia guinasana</i>
Guapote	<i>Parachromis managuensis</i>	Cangrejo	<i>Bichejus pinzus</i>
Burra	<i>Rhamdia guatemalensis.</i>	Pato de Agua	<i>Oxyura jamaicensis</i>

Fuente: CONAP, 2,014.

3.3.10 Áreas Protegidas y Ecosistemas

Según Gómez 2013, el municipio de Esquipulas cuenta con un área protegida: El Cerro Montecristo llamado como Reserva de la Biósfera de la Fraternidad. El Cerro Montecristo es un macizo montañoso en el que se produce la confluencia de las jurisdicciones territoriales de El Salvador, Guatemala y Honduras, en un punto denominado Trifinio. Esta zona ecológica cuenta alrededor de ese punto, con unas 12 mil hectáreas de bosque nuboso, el cual constituye una de las mayores áreas centroamericanas de esas características, en condiciones inalteradas y albergando muchas especies de flora y fauna endémicas consideradas en peligro de extinción.

Su importancia y características únicas, llevaron a las autoridades de los tres países a proteger parte de esa región al crear, en 1,987, la “Reserva de la Biósfera La Fraternidad”, que comprende un área de 600 kilómetros cuadrados. Las investigaciones reflejan que el macizo montañoso Montecristo es una zona ecológica que cuenta con

más de 117 especies de árboles nativos, 200 especies de orquídeas, 21 especies de helechos, 20 de hongos, 11 de anfibios, 35 especies de reptiles, 223 especies de aves y 63 diferentes mamíferos.

El macizo, el cual contiene formaciones de bosque mixto de pino, roble, liquidámbar, bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical, constituye así mismo un receptor y generador de recursos hídricos. En Guatemala, el corazón de ésta Reserva se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas. Éste invaluable recurso natural, además de albergar una extensa biodiversidad y constituir una fuente importante de recursos hídricos, se ha convertido en un importante destino para quienes gustan del ecoturismo y deportes como el ciclismo de montaña. Este bosque es el corazón de la reserva y destino insustituible para quienes gustan del montañismo, las caminatas y la naturaleza o la educación ambiental. Actualmente se encuentra en trámite la inscripción ante CONAP de dos áreas denominadas Parque Regional Municipal, ubicadas una en Caserío Plan de la Arada, aldea Santa Rosalía y El Cuereado ubicada en caserío Los Vados, Aldea Valle Dolores de Esquipulas.

3.3.11 Zonas de Vida

Según De La Cruz 1976, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Las Zonas de Vida caracterizan un clima con el suelo y las agrupaciones particulares de fauna y vegetación que se han desarrollado.

Según el sistema de clasificación Holdridge, modificado por De la Cruz, en el departamento de Chiquimula se diferencian cinco de las catorce zonas de vida reportadas para Guatemala: Monte Espinoso Subtropical (me-S), Bosque Seco Subtropical (bs-S), Bosque Húmedo Subtropical Templado (bh-S)t, Bosque muy Húmedo Subtropical Frío (bmh-S)f y Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

El mayor porcentaje de Zona de Vida en el municipio de Esquipulas, es de Bosque Húmedo Sub-Tropical Templado (Bh-S (t)), aunque se tiene la presencia de dos zonas más: Bosque muy Húmedo Montano Bajo (Bmh-MB) y Bosque muy Húmedo Subtropical Frío (Bmh S(f)), pero en poca proporción siendo la más significativa la nombrada anteriormente.

- **Bosque húmedo subtropical templado (bh-S)t:** Esta es la zona más extensa en Chiquimula, se encuentra en el municipio de Concepción Las Minas, se caracteriza por la presencia de roble, *Quercus* spp, encino *Quercus* spp, pino colorado, *Pinus oocarpa*, nance, *Byrsonima crassifolia* y hoja de lija, *Curatella americana*.
- **Bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S)f:** Se localiza principalmente en el Cerro Montecristo, Concepción Las Minas, Esquipulas en las fronteras con El Salvador y Honduras; dentro de la vegetación más común están aguacatillo, *Persea schiedeana*, pimientillo, *Rapanea ferruginea*, zapotillo, *Clethra* spp, arayán, *Myrica* spp, sangre de dragón, *Croton draco*, fruto de paloma, *Eureya seemanii* y liquidámbar, *Liquidambar styraciflua*.
- **Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB):** Se encuentra en una pequeña área del Cerro Montecristo en el municipio de Esquipulas. En este bosque es común encontrar canac, *Chiranthodendrum pentadactylon*, pino blanco, *Pinus ayacahuite*, pino triste, *Pinus pseudostrobus* y ciprés común *Cupressus lusitánica*.

Cuadro 8. Zonas de vida por tipo de bosque en el departamento de Chiquimula.

ZONAS DE VIDA	ÁREA (HAS)	ÁREA (%)	MUNICIPIOS
Total	240,974.41	100.0	
Monte Espinoso Subtropical	4,556.94	1.89	Chiquimula, Jocotán.

Bosque Seco Subtropical	47,217.84	19.59	Ipala, Chiquimula, San Jacinto, Quezaltepeque, Jocotán y Camotán.
Bosque Húmedo Subtropical Templado	181,812.00	75.45	Todo el departamento.
Bosque muy Húmedo Subtropical Frío	6,834.03	2.84	Esquipulas.
Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	553.60	0.23	Esquipulas.

Fuente: Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información CATIE.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

3.4.1 Análisis FODA de la Unidad

Para el análisis elaborado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada; se obtuvo información sobre los factores internos y externos, para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionados con la misma y que inciden en el desarrollo productivo; para que de esta manera se puedan definir estrategias que favorezcan los diferentes niveles de productividad y rentabilidad, durante un tiempo determinado; con el propósito de definir estrategias para potenciar las fortalezas y las oportunidades. Este análisis se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas identificadas en Coosajo R.L.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
- Alianzas estratégicas interinstitucionales: CUNORI, ANACAFE, DIEDUD, Ministerio de Economía, INTECAP, entre otros - Comercialización de café, creación de la	- Desarrollar un plan de capacitación para crear promotores ambientales - Incursiones en el mercado extranjero, con la importación de productos de los asociados (artesanías de la región y café)

Cuna Chortí • Certificación del proceso de producción de café de Cuna Chortí • Contribuye al desarrollo de las comunidades • Cuenta con 46 años de experiencia, solidez y prestigio • Cuenta con capacidad de Gestión de Proyectos • Cuenta con capacitación y formación constante para fortalecer sus conocimientos en temas generales y de acuerdo al área en que se desempeña • Cuenta con el respaldo de la firma MICOOPE • Cuenta con personal competente para el desarrollo de las diferentes actividades • Existencia del Plan Ambiental, estructurado para la sostenibilidad de los Recursos Naturales • Posicionamiento de marca en el área de influencia • Se percibe un ambiente laboral ameno, ya que tiene como prioridad los valores y principios • Tiene jefatura de Educación Cooperativa, Agrícola y Ambiental, Relaciones Públicas, y Desarrollo Empresarial y Turístico • Tiene una estructura organizativa definida democráticamente	• Interés en el tema ambiental • Introducir a PINFOR o PINPET, las áreas boscosas, propiedad de Coosajo R.L. • Mejora la calidad de vida de los habitantes (público en general, empleados, asociados) • Participación de estudiantes practicantes • Participación y reconocimiento a nivel internacional • Responsabilidad social con enfoque de género
--	--

DEBILIDADES	AMENAZAS
• El número de asociados sobrepasa la capacidad de cobertura de técnicos agrícolas • El parque recreativo Chatún no cuenta con un Plan de Gestión y Mitigación Ambiental • Limitaciones en logística, para el desarrollo de las diferentes actividades de la jefatura Agrícola y Ambiental • No existe jefatura Ambiental específica encargada de la ejecución del plan ambiental de Coosajo R.L. • No se ha elaborado una política ambiental • No se han realizado reformas a las políticas institucionales	• Arrendamiento de terrenos. • Banca privada. • Deterioro de medio ambiente por actividades de producción de café. • Inestabilidad en el mercado del café. • Inestabilidad financiera del país. • Inestabilidad financiera, y riesgo de incumplimiento de créditos agrícolas. • La normativa de MICOOPE limita el desarrollo de actividades en el tema ambiental, debido a que no es el giro del negocio de la cooperativa. • Variabilidad climática. • Vulnerabilidad y amenazas ambientales.

Fuente: EPS-GAL, 2,014

De acuerdo a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, Responsabilidad Limitada; se formularon una serie de estrategias:

Estrategia Fortaleza-Oportunidad

- Consolidar el trabajo que se realiza en el Parque recreativo Chatún y la cooperativa Agrícola Cuna Chortí
- Dar a conocer los proyectos que se desarrollan, como parte del plan de trabajo de la Jefatura de Educación Cooperativa y la Jefatura Agrícola y Ambiental de la cooperativa
- Desarrollar el programa de educación ambiental, con colaboradores de Coosajo R.L.
- Formular y gestionar proyectos, enfocados en la conservación y mejoramiento de los recursos naturales

- Fortalecer las alianzas existentes entre las entidades gubernamentales y no gubernamentales y Coosajo R.L.
- Fortalecer los canales de comunicación existentes ente la cooperativa y asociados

Estrategia Debilidad-Oportunidad

- Afianzar alianzas estratégicas para promover y gestionar cooperación internacional, para promover proyectos que admitan la mejora en la calidad de vida de las personas
- Elaborar la política ambiental para que contribuya en el uso eficiente de los recursos de la cooperativa
- Fortalecer la Jefatura de Educación Cooperativa y la Jefatura Agrícola y Ambiental, por medio de la asignación de los recursos físicos y financieros, que faciliten la logística en el desarrollo de sus actividades
- Independizar la Jefatura Agrícola y Ambiente, con el fin de agilizar las actividades correspondientes a cada área

Estrategia Fortaleza-Amenaza

- Dotar de equipo y recurso necesario a los técnicos agrícolas de la Jefatura Agrícola y Ambiente, para la ejecución de los monitoreos y asesorías
- Elaborar y establecer el reglamento del uso eficiente de la energía, para la contribución de la disminución de los costos por pago de la energía
- Optimizar los recursos de lo que dispone Coosajo R.L. para la implementación de proyectos socio-ambientales
- Realizar monitoreos periódicos a los asociados productores de café, para verificar el estado de sus plantaciones

Estrategia Debilidad-Amenaza

- Coordinar con empresas que se dedican al aprovechamiento de los residuos sólidos para el manejo integral de estos
- Elaborar un diagnóstico ambiental para identificar los aspectos estructurales situacionales generados por la institución, dentro de su entorno funcional para buscar los medios para mitigarlos
- Gestionar el financiamiento para contar con edificios propios
- Incrementar el presupuesto dentro de Coosajo R.L. para la ejecución de la planificación anual de la Jefatura de Educación Cooperativa y la Jefatura Agrícola y Ambiental

3.4.2 Problemas Ambientales

Los problemas ambientales pueden ser de tipo natural o antropogénico, es decir, originados o provocados por el hombre.

Coosajo R.L. es una cooperativa que tiene sus oficinas centrales dentro del casco urbano y un parque recreativo fuera del mismo.

Entre los principales problemas ambientales que pueden afectar el desarrollo de las actividades diarias de la cooperativa se identificaron:

- **Basureros no autorizados:** Se encuentran establecidos en las orillas del río Atulapa, en la parte media y baja de la micro cuenca del mismo nombre, aunque su número es poco, es suficiente para la contaminación del río que sirve como fuente de abastecimiento al parque y de agua potable al municipio de Esquipulas, que brinda el servicio a las oficinas centrales. Puede producir enfermedades gastrointestinales y muerte de flora y fauna.

- **Contaminación auditiva:** Generada por el uso de aparatos de sonidos a altos volúmenes y a la misma vez, con la finalidad de propaganda de centros comerciales. Estos es capaz de producir alteraciones en el sistema nervioso.
- **Generación de CO² y óxidos de azufre:** Producidos por el uso de vehículos y aparatos eléctricos, lo que puede producir alteraciones del sistema respiratorio y psicomotor.
- **Ubicación de una piedrinera:** A un kilómetro de distancia del parque recreativo Chatún; por la extracción y trituración del material, la empresa emite partículas de polvo a la atmósfera, las cuales son transportadas por la acción del viento. Esto puede causar enfermedades respiratorias al personal que labora dentro del parque.
- **Vertido de aguas mieles al río Atulapa:** El río Atulapa pertenece a la micro cuenca del mismo nombre, y en su parte alta y media se encuentran establecidos beneficios húmedos del cultivo de café, cuyos propietarios no le brindan el tratamiento adecuado a sus aguas residuales sino que las vierten directamente al río. Esto altera la calidad del agua, la que les sirve para el desarrollo de sus actividades. Puede producir enfermedades de la piel, gastrointestinales y muerte de flora y fauna.
- **Vertido de sustancias agroquímicas al río:** Principalmente en las áreas de cultivos, por no brindar un manejo adecuado a estas sustancias. Los productos químicos que son utilizados con frecuencia en todos los cultivos son herbicidas, insecticidas y fungicidas, y provocan la contaminación del río Atulapa, esto es causa de enfermedades de la piel, intoxicaciones y muerte de flora y fauna.

3.4.3 Principales Impactos Ambientales en la Unidad

Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

La Coosajo R.L. no cuenta con un sistema de gestión ambiental que permita mitigar los efectos negativos, y la solidez de los efectos positivos que se producen antes, durante y después del desarrollo de sus actividades. Según el diagnóstico ambiental elaborado en la misma cooperativa, se identificaron los siguientes efectos positivos y negativos que se generan en el proceso agrícola:

- **Impactos ambientales positivos**
 - a) **Colonización de tierras nuevas:** Consiste en la expansión hacia las áreas que anteriormente eran usadas o reservadas para otros propósitos, de esta manera se le da un manejo sustentable acorde a su capacidad de uso.
 - b) **Conservación de los Ecosistemas:** Parque Chatún promueve el mantenimiento de los ecosistemas, lo que evita la desestabilización de los hábitats, además promueve la utilización de especies endógenas en sus programas de ornamentación y reforestación.
 - c) **Reducción de la erosión:** Con el aumento de la cobertura vegetativa de los suelos, se evita la erosión producida por el viento y el recurso hídrico (escorrentía e impacto de las gotas de lluvia).
 - d) **Reforestación de áreas descubiertas:** Por medio de los proyectos de reforestación se contribuye con el aumento del porcentaje de cobertura forestal.

- **Impactos ambientales negativos**

- a) **Consumo de energía eléctrica:** En las oficinas centrales y en el parque recreativo Chatún, es elevado el consumo del recurso energético, utilizado para la realización de sus actividades diarias.
- b) **Contaminación auditiva:** Generada por el uso de altoparlantes, cuyo fin es la promoción y publicidad.
- c) **Generación de CO² y óxido de azufre:** Originada por el uso de vehículos, equipos eléctricos y refrigerantes.
- d) **Generación de desechos sólidos:** Estos son de tipo orgánico (restos de alimentos, hojarasca) e inorgánico (plástico, aluminio y papel) generados en las oficinas centrales y el Parque Recreativo Chatún.
- e) **Vertido de aguas residuales al río Atulapa:** Chatún y las oficinas centrales no poseen un sistema de tratamiento de aguas servidas y negras; parque recreativo Chatún vierte sus aguas directamente al río sin ningún tipo de tratamiento, a excepción del agua utilizada en las piscinas, que previamente tiene su tratamiento de descloración.

4. ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADAS

4.1 Capacitación sobre Educación Ambiental para niños, jóvenes y adultos de los municipios de Esquipulas, Olopa, Concepción Las Minas, San Juan Ermita, Quezaltepeque, Ipala y Chiquimula, del Departamento de Chiquimula.

4.1.1 Descripción

Esta actividad se llevó a cabo con el fin de desarrollar temas sobre educación ambiental, con niños, jóvenes y adultos de diferentes áreas, con el objetivo de motivar e informar sobre la temática relacionada al medio ambiente, despertando el interés para la práctica de actividades como la conservación y protección de los recursos naturales.

4.1.2 Objetivo

- Motivar e informar a niños, jóvenes y adultos de diferentes áreas con temas sobre el cuidado, protección y conservación de los recursos naturales como componentes del medio ambiente y sostenibilidad de la cooperativa.

4.1.3 Meta

- Desarrollar 60 eventos de capacitación para niños, jóvenes y adultos en temas sobre el cuidado, protección y conservación de los recursos naturales como componentes del medio ambiente.

4.1.4 Procedimiento

- Para el desarrollo de la temática ambiental se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

En el caso de los eventos de capacitación en establecimientos educativos con niños y jóvenes: Se tuvo comunicación directa con los encargados del Departamento de Ahorros (Magicuenta y Maxtak) de Coosajo R.L. para la planificación y organización de los horarios y fechas a establecer, por medio de vía telefónica o por correo electrónico.

En el caso de las capacitaciones para adultos: Se tuvo comunicación con personal de los Centros de Salud de los municipios de Esquipulas, Olopa, Concepción Las Minas, San Juan Ermita, Quezaltepeque, Ipala y Chiquimula, del Departamento de Chiquimula, para la planificación y organización de salidas y horarios respectivos, por comunicación directa o por vía telefónica.

Luego se estableció la logística de la actividad y se gestionó apoyo para el equipo necesario para el desarrollo de la capacitación (equipo de sonido, proyector y computadora, listados de asistencias, y otros materiales necesarios para el desarrollo de la capacitación). Y posteriormente se confirmó la capacitación, horario y punto de reunión.

Durante el desarrollo de la actividad se pasó un listado de asistencia, tomando en cuenta que los que no son socios de Coosajo R.L. se podrán referir con los datos obtenidos en la actividad.

Y ya confirmada la capacitación, horario y lista lo logística se llevó a cabo el desarrollo de la capacitación.

4.1.5 Recursos

- Recurso Humano

Personal de la jefatura de Educación Cooperativa, y del Departamento de Ahorros de Coosajo R.L. y personal de los diferentes Centros de Salud, estudiante de EPS de Gestión Ambiental.

- Recurso Físico

Vehículo, combustible, salón, mobiliario, material didáctico y otros insumos complementarios para la realización de la capacitación.

- Recurso Financiero

Apoyo logístico y financiamiento de Coosajo R.L.

4.1.6 Evaluación

Con esta actividad se logró informar, motivar y fortalecer los conocimientos de niños, jóvenes y adultos, tratando temas sobre el cuidado, protección y conservación de los recursos naturales, como componentes del medio ambiente y sostenibilidad de la cooperativa.

No alcanzando la meta propuesta de desarrollar 60 eventos de capacitación debido a la dificultad de transporte a las comunidades donde se encontraban las personas interesadas en la temática ambiental.

Las capacitaciones fueron dirigidas a impulsar la gestión ambiental en municipios del departamento de Chiquimula, en donde se desarrollaron 43 eventos de capacitación, durante los meses de Marzo a Julio:

A continuación se detalla en donde y cuantas personas asistieron a las capacitaciones:

Tomando como referencia las siguientes siglas:

EORM: Escuela Oficial Rural Mixta

P.: Participantes

LDLC: Líderes de la Comunidad

EOUM: Escuela Oficial Urbana Mixta

Cuadro 10. Eventos de capacitación sobre educación ambiental, realizados por estudiante de EPS- GAL 2,014 en Coosajo R.L.

MUNICIPIO	MES				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Esquipulas		1. Con LDLC, Aldea Zapote # 16 P. 2. Con LDLC, Aldea San José Las Lágrimas # 22 P. 3. Con LDLC, Aldea Carboneras # 17 P. 4. Con Promotores del Ministerio de Salud # 17 P.	1. Con madres de familia, Caserío Las Sopas # 36 P. 2. Con madres de familia, Caserío Las Cañas # 35 P. 3. EOU para Varones Pedro Nufio # 70 P. 4. Instituto de Educación Diversificada Henry Ford # 18 P. 5. Colegio San Benito # 38 P. 6. Instituto INBECC # 45 P. 7. Liceo Esquipulteco # 25 P. 8. Colegio Montessori # 75 P. 9. Docentes, Timushán # 25 P. 10. EORM, Aldea Santa Ana # 60 P. 11. Docentes, Parque Recreativo Chatún # 45 P.	1. Personal de la Jefatura de Educación y Desarrollo Cooperativo # 17 P. 2. Docentes, Timushán # 23 P. 3. Con LDLC, Aldea San José Las Lágrimas # 17 P. 4. Con LDLC, Aldea Carboneras # 12 P.	1. Docentes, Aldea Plan de la Arada # 38 P. 2. Docentes, Timushán # 22 P. 3. EOU para Varones Pedro Nufio # 75 P.
Olopa	1. EORM, Aldea Nochán # 64 P.			1. Con LDLC, Olopa # 13 P.	
Concepción Las Minas	1. EORM, Concepción Las Minas # 34 P. 2. EORM, Concepción Las Minas # 46 P.	1. Personal del Centro de Salud # 23 P.		1. Con LDLC, Concepción Las Minas # 12 P. 2. Con LDLC, Aldea Plan del Tigre # 13 P. 3. Con LDLC, Aldea Liquidámbar # 9 P.	

San Juan Ermita	1. EORM, Aldea Salitron # 22 P. 2. EORM, Aldea Chancó # 30 P.				
Chiquimula					1. Docentes y alumnos de Gestión Ambiental, CUNORI # 44 P. 2. EOUM, Colonia Los Ángeles # 45 P. 3. Docentes, INVO # 15 P.
Ipala	1. Instituto Nacional de Educación Básica de Ipala (INEBI) # 45 P. 2. Colegio Católico Nuestra Señora de la Esperanza # 12 P.	1. Instituto Nacional de Educación Básica de Ipala (INEBI) # 45 P. 2. Colegio Católico Nuestra Señora de la Esperanza # 12 P.			1. Con LDLC, Ipala # 26 P.
Quezaltepeque		1. Personal del Centro de Salud # 23 P. 2. Con LDLC, Aldea Ceitillal # 8 P.	1. Con LDLC, Aldea Agua Caliente # 27 P.	1. Personal del Centro de Salud # 19 P.	

Fuente: EPS-GAL 2,014.

Con esta actividad se desarrollaron capacitaciones en temas relacionados al cuidado, protección y conservación de los recursos naturales como componentes del medio ambiente en el que se trataron sub temas, tales como:

- Reserva de la Biosfera Maya y Biodiversidad
- Importancia del agua, bosque, aire y suelo
- Contaminación ambiental
- Cambio climático y medidas de adaptación

El fortalecimiento a las personas interesadas en la temática ambiental, a través de capacitaciones realizadas durante los meses de marzo-julio, permitió que estas se informaran y motivaran en el cuidado, protección y conservación de los recursos naturales garantizando la sostenibilidad de los mismos y de la cooperativa como ente mediador para llevar a cabo dichas capacitaciones. Cabe recalcar que dichas capacitaciones se pudieron llevar a cabo gracias al apoyo técnico de Coosajo R.L. y de los diferentes Centros de Salud del departamento de Chiquimula. Anexo 1, actividad 1.

4.2 Capacitación en Educación en Formación Ciudadana de las familias del Complejo Habitacional Vida Digna, Residenciales Villa de Santiago, Municipio de Esquipulas, Departamento de Chiquimula.

4.2.1 Descripción

Se elaboró material e insumos para el desarrollo de temas de Formación Ciudadana, para las 18 familias del Complejo Habitacional, Vida Digna, con el objetivo de motivar e informar sobre la temática de educación para la formación ciudadana, despertando el interés en la práctica de valores tanto en el seno familiar como en el espacio social, desde una cultura de paz.

4.2.2 Objetivo

- Fortalecer las capacidades en formación ciudadana de las familias del Complejo Habitacional Vida Digna a manera de promover la convivencia y el intercambio de experiencias entre habitantes del mismo, informando a las familias para la formación y práctica de valores para que mejoren sus relaciones familiares e interpersonales, promoviendo una cultura de paz.

4.2.3 Meta

- Realizar 8 eventos de capacitación en formación ciudadana para 18 familias del Complejo Habitacional Vida Digna.

4.2.4 Procedimiento

- Para la realización de las capacitaciones en la temática para la formación ciudadana de los habitantes del complejo habitacional, Vida Digna, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Se hizo la comunicación con el Comité de Vecinos para el establecimiento del día y hora para llevar a cabo la capacitación, a través de vía telefónica. Para poder planificar la logística a utilizar (marcadores, hojas de trabajo, fotocopias de lecturas, entre otros)

Luego se hizo la planificación de la temática a desarrollar:

- Primer tema: Valor y valores
- Segundo tema: Relaciones humanas
- Tercer tema: Convivencia familiar, social y ciudadana
- Cuarto tema: Crecimiento personal

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores se desarrollo la capacitación con los habitantes del Complejo Habitacional Vida Digna.

4.2.5 Recursos

- Recurso Humano

Equipo de Educación Cooperativa de Coosajo R.L., estudiante de EPS de Gestión Ambiental.

- Recurso Físico

Vehículo, combustible, toldos, mobiliario, material didáctico, computadora, 300 fotocopias y hojas de trabajo de los temas a impartir.

- Recurso Financiero

Apoyo logístico y financiamiento de Coosajo R.L.

4.2.6 Evaluación

Con esta actividad se logró fortalecer las capacidades de los integrantes de las familias del Complejo Habitacional Vida Digna, tratando temas en formación ciudadana, a manera de promover la convivencia y el intercambio de experiencias entre los mismos. No alcanzando la meta propuesta de desarrollar 8 eventos de capacitación debido a las diferentes actividades de Coosajo R.L., y por las ocupaciones de los integrantes de las familias del Complejo Habitacional Vida Digna

Las capacitaciones fueron dirigidas a impulsar la formación ciudadana en el Complejo Habitacional Vida Digna, en residenciales Villas de Santiago, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, donde se desarrollaron 4 eventos de capacitación, durante los meses de Marzo a Junio. Anexo 1, actividad 2.

Estas capacitaciones tenían como objetivo fortalecer a las familias en temas de Formación Ciudadana, tales como:

- Tema 1: Valor y valores

¿Qué son los valores?

¿Qué valores conocemos?

Con un total de # 17 participantes.

- Tema 2: Relaciones humanas

¿Qué son los derechos?

¿Qué son los deberes?

Compromiso personal y de grupo

Con un total de # 9 participantes.

- Tema 3: Convivencia familiar, social y ciudadana

¿Qué es convivencia familiar?

¿Qué es convivencia social?

¿Qué significa ser ciudadano?

¿Qué significa convivencia ciudadana?

Con un total de # 11 participantes.

- Tema 4: Crecimiento personal

Sentido de vivir

Ser, saber, hacer

Luchar por nuestros ideales

Vías que facilitan nuestro crecimiento personal

Con un total de # 14 participantes.

4.3 Capacitación para el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Inorgánicos, a través de un taller dirigido a alumnos de cuatro establecimientos educativos de los municipios de Chiquimula y San José La Arada, Departamento de Chiquimula.

4.3.1 Descripción

Durante el desarrollo del EPS se brindó apoyo a la gerencia de educación y desarrollo cooperativo, en las actividades de proyección social y de servicios, para el desarrollo de un taller de manualidades y/o artesanías aprovechando el uso alternativo de residuos sólidos inorgánicos reutilizables como el PET, aluminio, duroport, envases tetra pack, plásticos y otros enseres que por sus características pudieron aprovecharse para dicha actividad.

4.3.2 Objetivo

- Realizar un taller sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos reutilizables (PET, aluminio, duroport, envases tetra pack, plásticos y otros enseres) para la elaboración de diferentes manualidades y/o artesanías.

4.3.3 Meta

- Realizar cinco capacitaciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos reutilizables con alumnos de 5to. y 6to primaria en cuatro establecimientos educativos de Chiquimula.

4.3.4 Procedimiento

- Para la elaboración del programa de trabajo para el desarrollo del taller de manualidades y/o artesanías, se tomaron como línea base los siguientes apartados:

Realización de una campaña de concientización para reducir la contaminación ambiental, a través de la exposición de temas tales como:

- Residuos sólidos ¿Qué son?
- Clasificación de los residuos sólidos
- Impactos de los residuos sólidos sobre el medio ambiente
- Manejo adecuado de residuos sólidos
- Residuos sólidos inorgánicos aprovechables

Se tuvo comunicación directa con los encargados de los establecimientos en los que se llevaron a cabo los talleres. Y se les hizo entrega personal y se envió por correo electrónico un documento en el que se detallaban los diferentes materiales que se iban a utilizar para la elaboración de manualidades y/o artesanías.

Luego se hizo la convocatoria en cada uno de los cuatro establecimientos educativos en donde se desarrollaron los talleres de manualidades y/o artesanías. Y se desarrollo el taller de reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos

4.3.5 Recursos

- **Recurso Humano**

Personal externo con experiencia en el tema sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos y estudiante de EPS de Gestión Ambiental.

- **Recurso Físico**

Salón, mobiliario, los diferentes residuos sólidos a utilizar (PET, aluminio, duroport, envases tetra pack, plásticos y otros enseres) y otros materiales e insumos complementarios.

- **Recurso Financiero**

Financiamiento de Coosajo R.L.

4.3.6 Evaluación

Con estas capacitaciones se logró informar y motivar a los alumnos, en la temática sobre los residuos sólidos inorgánicos para el aprovechamiento de los mismos, a través de un taller en el que se realizaron diferentes manualidades y/o artesanías, en los cuatro establecimientos educativos, de los municipios de San José La Arada y Chiquimula, departamento de Chiquimula, donde se desarrollaron 5 eventos de capacitación, durante el mes de Julio. Anexo 1, actividad 3.

Estas capacitaciones se llevaron a cabo en:

- Escuela Oficial Urbana Mixta de Aplicación al INVO, Chiquimula.

Dos 5tos. de primaria: 39 alumnos

6to. de primaria: 29 alumnos

- Escuela Oficial Urbana para Niñas “Juan Manuel Aguirre”, Chiquimula.

Dos 6tos. de primaria: 26 alumnas

- Escuela Oficial Urbana Mixta de Aplicación al INSO, Chiquimula.

Dos 6tos. de primaria: 68 alumnos

- Escuela Oficial Urbana Mixta “María Antonia Moscoso Espino”, San José La Arada.

5to. de primaria: 11 alumnos.

CONCLUSIONES

- Coosajo R.L. es una institución con solidez y respaldo de más de 1, 000,000 asociados cuyo número va en aumento, sin embargo por ser una cooperativa de ahorro y crédito, son estos aspectos la prioridad, generando mejores oportunidades de desarrollo solamente en la parte socio económica para sus asociados y por ende del área de influencia.
- De acuerdo al desarrollo de las capacitaciones en la temática ambiental, los asociados y no asociados de Coosajo R.L., se requiere hacer más incidencia para motivar, informar y fortalecer los conocimientos de estos para que realicen acciones y proyectos a manera de proteger y conservar los recursos naturales como componentes del medio ambiente y como sostén de todos los que habitamos en la tierra.
- De acuerdo al desarrollo de las capacitaciones en formación ciudadana, los habitantes del Complejo Habitacional Vida Digna, requieren un incentivo motivacional para ejecutar dichos eventos con más realce y más participación de los mismos.

RECOMENDACIONES

- Continuar impulsando y hacer más incidencia en la gestión ambiental en los municipios de influencia de Coosajo R.L. para motivar, informar y fortalecer los conocimientos de los niños, jóvenes y adultos, con el propósito de involucrar a las personas en la proyección y preservación del medio ambiente como componentes del medio ambiente.
- Brindar mayor importancia al tema ambiental y al desarrollo sostenible de los recursos naturales, involucrando a los socios para mejorar el nivel cooperativo y competitivo, con el propósito de dar cumplimiento a las certificaciones ambientales.
- Implementar nuevas estrategias para las diferentes capacitaciones de los asociados de la Cooperativa con el objetivo de incrementar su nivel productivo, con lo cual se benefician los mismos y también la institución, para mantener o mejorar el nivel de desarrollo y participación de las capacitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Cooperativa de Ahorro y Crédito San José Obrero R.L., GT. 2011. Memoria de labores. Esquipulas, Chiquimula, GT, COOSAJÓ R.L. 30 p.
- Cruz S, JR De La. 1976. Clasificación para las zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 24 p.
- Dardón, A. 2013. Historia y fundación COOSAJÓ R.L. (correspondencia personal). Esquipulas, Chiquimula, GT, COOSAJÓ R.L.
- Gómez, C. 2013. Diagnostico ambiental Esquipulas. Chiquimula, GT, COOSAJÓ R.L. 209 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Censo nacional xi de población y vi de habitación: características de la población y de los locales de habitación censados. Guatemala. 266 p.
- _____. 2013. Informe de desarrollo humano (en línea). Guatemala. Consultado 25 jul. 2014. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/content/el-%C3%ADndice-de-desarrollo-humano-idh>
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2011. Datos meteorológicos de los departamentos (en línea). Guatemala. Consultado 27 jul. 2014. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
- León Vizcaíno, LF. 1997. Índice de calidad del agua (ICA), forma de estimarlo y aplicación en la cuenca del río Lerma-Chapala. México, IMTA. 7 p.

- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Unidad de políticas e información estratégica. Guatemala, MAGA, Programa de Emergencia por Desastres Naturales. 27 p.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2003. Aspectos geológicos regionales (en línea). Guatemala, MARN. 13 p. Consultado 27 jun. 2014. Disponible en: http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_5esp.htm
- OMS (Organización Mundial de la Salud, US). 1998. Guías para la calidad del agua potable. Washington, DC, US. 132 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, US). 2001. Informe de desarrollo humano 2001; Guatemala: el financiamiento del desarrollo humano. Guatemala. 234 p.
- SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT); Municipalidad de Esquipulas, GT. 2010. Plan de desarrollo Esquipulas, Chiquimula, 2011-2025. Guatemala. 240 p.

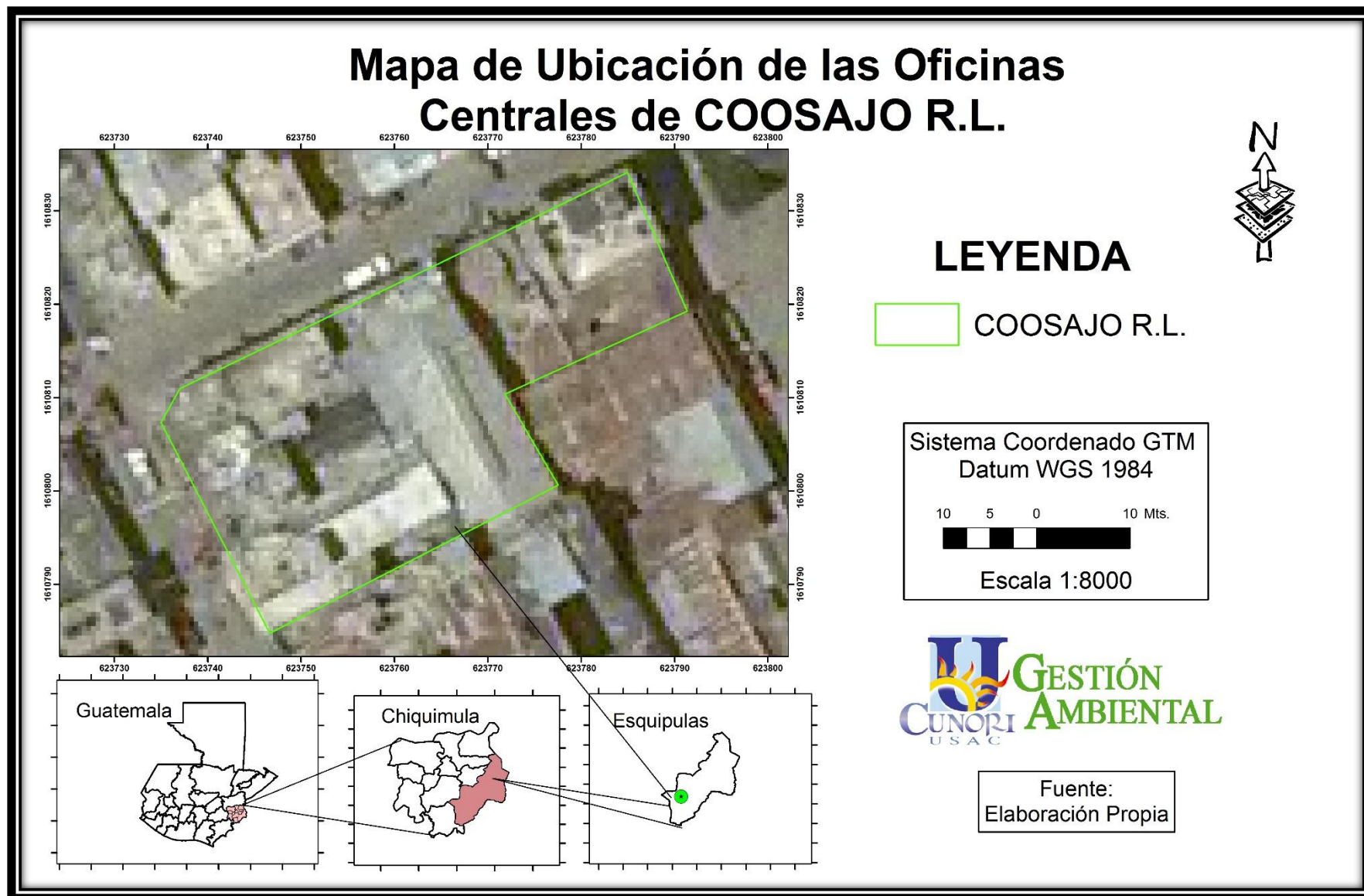
ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades Ejercicio Profesional Supervisado.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2,014.																														
PROCESO/TIEMPO	FEB.				MAR.				ABR.				MAY.				JUN.				JUL.				AGO.				RECURSOS	RESPONSABLE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Elaboración del Diagnóstico Ambiental y Plan de Actividades																													Recursos humanos. Recursos físicos: Computadora, libros de texto.	Estudiante de EPS de Gestión Ambiental.
Presentación y revisión de diagnóstico ambiental																													Recursos humanos. Recursos físicos: Computadora, libros de texto.	Asesor, estudiante de EPS de Gestión Ambiental.
Presentación Seminario I																													Recursos humanos. Recursos físicos: Computadora, cañonera.	Terna evaluadora, estudiante de EPS de Gestión Ambiental.
Apoyo en el desarrollo de las asambleas generales de asociados																													Recursos humanos. Recursos físicos: Material didáctico	Concejo administrativo de Coosajo

[illegible]

Anexo 2. Mapa de ubicación de las oficinas centrales de Coosajo R.L.



Anexo 3. Fotografías de las actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado.



Imagen 1. Capacitación en Educación Ambiental a docentes del área rural, sector 1 de Esquipulas, aldea Timushán, Esquipulas, Chiquimula.



Imagen 2. Entrega de diplomas a jóvenes por el curso de Repostería y Electricidad en telesecundaria San Isidro, Esquipulas, Chiquimula.



Imagen 3. Capacitación sobre El Agua, en la Escuela Oficial Urbana Mixta, Colonia Los Ángeles, Chiquimula.



Imagen 4. Capacitación en Educación Ambiental con alumnos de la Escuela Oficial Urbana para Varones, Pedro Nufio, Esquipulas, Chiquimula.



Imagen 5. Capacitación y desarrollo del taller de manualidades a partir de residuos sólidos, en Escuela Oficial Urbana Mixta de Aplicación al INVO, Chiquimula.



Imagen 6. Capacitación y desarrollo del taller de manualidades a partir de residuos sólidos, en Escuela Oficial Urbana Mixta María Moscoso Espino, San José La Arada, Chiquimula.



Imagen 7. Entrega de Ecofiltros, Concepción Las Minas, Chiquimula.



Imagen 8. Capacitación en formación ciudadana en residenciales Villa de Santiago, Esquipulas, Chiquimula.



Imagen 9. Capacitación sobre educación ambiental a personas líderes, El Zapote, Esquipulas, Chiquimula.



Imagen 10. Capacitación sobre Ecofiltro a personas líderes, El Zapote, Esquipulas, Chiquimula.

APÉNDICE

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

PROYECTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

**DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE HUMEDALES
ARTIFICIALES COMO MECANISMOS DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES,
COMO PARTE DEL PROCESO DE GESTION AMBIENTAL DEL PARQUE
CHATÚN, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,
2,014.**

KEISY MELISSA TAX HERNÁNDEZ

GUATEMALA, CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2014.

INDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	6
2. PERFIL DEL PROYECTO	7
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
2.2 ÁRBOL DE PROBLEMA	9
2.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	10
2.4 OBJETIVOS	11
2.4.1 Objetivo General	11
2.4.2 Objetivos Específicos	11
3. ESTUDIO DE MERCADO	13
3.1 INTRODUCCIÓN	13
3.2 OBJETIVOS	13
3.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO	14
3.3.1 Definición del producto	14
3.3.2 Análisis de la demanda	15
3.3.3 Análisis de la oferta	17
3.3.4 Análisis del precio	18
3.4 CONCLUSIONES	19
4. ESTUDIO TÉCNICO	20
4.1 INTRODUCCIÓN	20

4.2 TAMAÑO DEL PROYECTO	20
4.3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	22
4.4 INGENIERÍA DEL PROYECTO	24
4.5 DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES	25
4.6 INSTALACIÓN DEL ESTANQUE	31
4.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	32
4.8 COSTO DEL PROYECTO	34
4.9 CONCLUSIONES	37
5. EVALUACIÓN ECONÓMICA	39
5.1 INTRODUCCIÓN	39
5.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	40
5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	44
5.4 FUENTES DE FINANCIAMIENTO	46
5.5 CONCLUSIONES	46
6. EVALUACIÓN SOCIAL	48
7. EVALUACIÓN AMBIENTAL	51
7.1 INTRODUCCIÓN	51
7.2 INFORMACIÓN GENERAL	52
7.2.1 Localización del parque Chatún (geográfica y política)	52
7.2.2 Ubicación político-administrativa y vías de acceso	54
7.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	55
7.3.1 Localización física del proyecto	55

7.3.2 Inversión requerida	55
7.3.3 Dimensiones del proyecto	55
7.3.4 Descripción de servicios requeridos	56
7.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	56
7.4.1 Humedal	56
7.4.2 Clases de humedal	57
7.5 IMPACTO AMBIENTAL	58
7.5.1 Identificación de impactos ambientales por actividad antropogénica en el parque Chatún	58
7.5.2 Identificación de impactos ambientales por la elaboración del proyecto	60
7.5.2.1 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	60
7.5.3 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	65
7.5.4 Asuntos problemáticos potenciales	66
7.6 MARCO LEGAL	67
7.7 MATRIZ DE LEOPOLD	73
7.8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN	76
7.9 PLANES DE SEGURIDAD AMBIENTAL, HUMANA Y DE CONTINGENCIA	79
7.9.1 Plan de seguridad ambiental	79
7.9.2 Plan de contingencia	80
7.9.3 Plan de seguridad a la salud humana	80
7.9.4 Plan de control y seguimiento ambiental	81

CRONOGRAMA	83
CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	90

DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE HUMEDALES ARTIFICIALES COMO MECANISMOS DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES, COMO PARTE DEL PROCESO DE GESTION AMBIENTAL DEL PARQUE CHATÚN, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran presión sobre los recursos hídricos a nivel mundial; según la UNESCO (2,003) el 69% del agua dulce disponible en el planeta se destina a la agricultura, el 23% a la industria y el 8% al consumo doméstico. Diversos aspectos como la mala distribución temporal y espacial o la degradación determinan la actual situación que se resume en un gran desequilibrio entre la oferta existente y la creciente demanda de agua.

Frente a la crisis que experimenta actualmente el mundo por causa del agotamiento acelerado del agua en el planeta, se hace necesario buscar soluciones que garanticen de manera sostenible el uso racional de este recurso.

Los humedales artificiales empezaron a ser utilizados como herramientas para el tratamiento de aguas residuales, debido a que una vez se encontró que éstos podían ser contruidos siguiendo el mismo principio de funcionamiento de los humedales naturales, los cuales desde que existen han cumplido la función de purificar y almacenar agua. Estos humedales consisten en un ecosistema intermedio entre acuático y terrestre, en el cual tres elementos importantes: agua, suelo y plantas micrófitas. Durante esta interacción ocurren varios procesos biológicos, que permiten obtener agua de mejor calidad a la salida del sistema.

Haciendo uso de estos humedales, es posible pensar que dentro del marco del parque Chatún, mediante el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales, alargar el ciclo del agua y de esta forma no solo darle un mejor uso al recurso, sino también reducir consumos, y por lo tanto, disminuir costos a los usuarios por el servicio de mecanismos para la eliminación de los contaminantes que se encuentran en el río Atulapa.

El documento que se presenta a continuación es producto del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, realizado en el periodo de febrero del 2,014 a julio de 2,014, dividiéndose en dos capítulos: la presentación del diagnostico y plan de servicios a realizar y; el diagnostico final y proyecto a nivel de pre factibilidad, que brindara soluciones a los problemas ambientales, económicos y sociales que enfrenta actualmente el parque Chatún, en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

2. PERFIL DEL PROYECTO

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

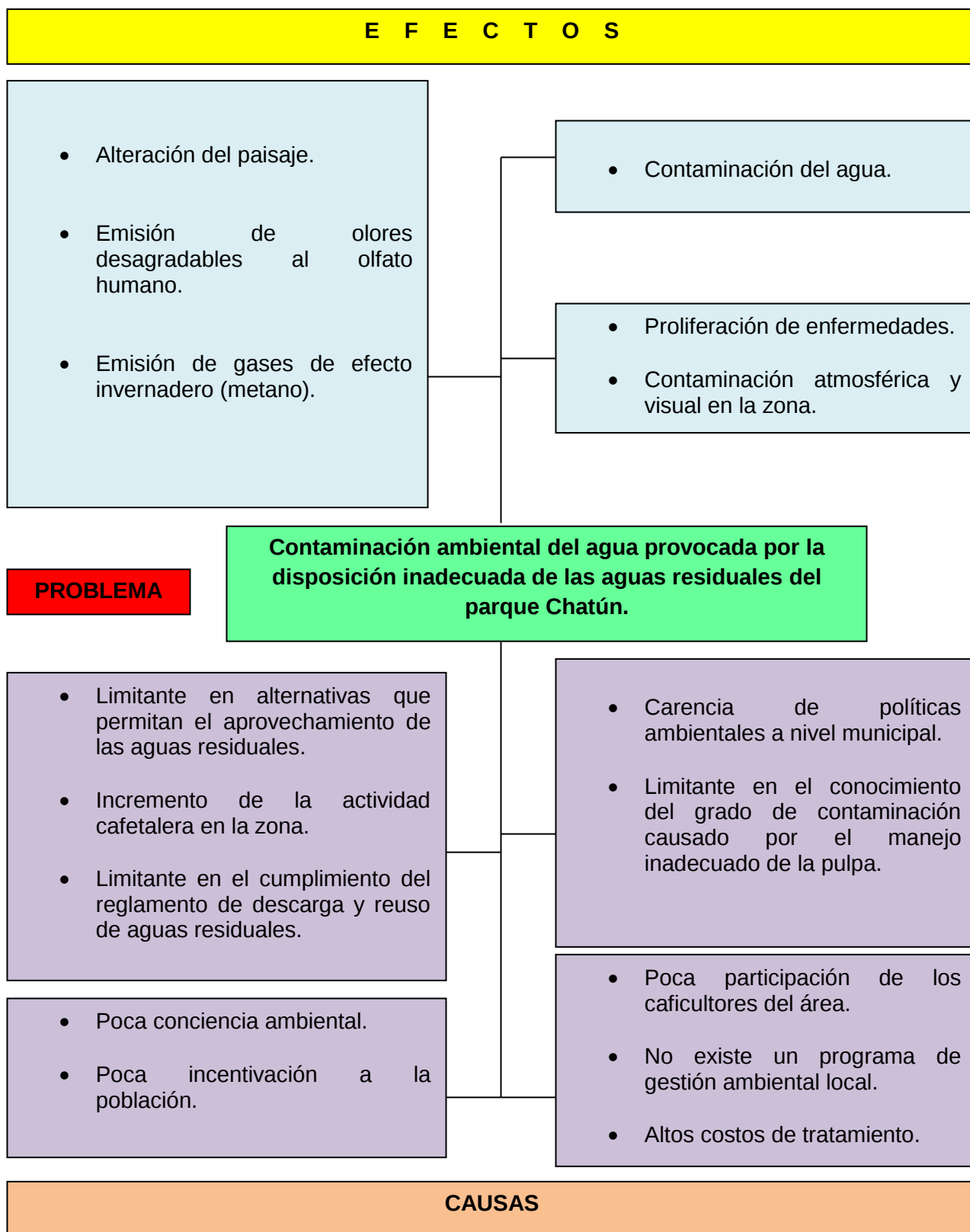
En Guatemala, enfrentaremos una mayor competencia por el acceso al agua en las próximas décadas, debido al crecimiento demográfico, nuevos hábitos de vida y el desarrollo urbano e industrial sin una adecuada planificación. Es decir que se prevé un aumento en la demanda hacia las limitadas fuentes de agua. Así, la búsqueda de fuentes alternativas de agua, sobre todo para la agricultura, sector que demanda un mayor porcentaje, resulta de gran importancia.

Por otra parte, la disposición final de las aguas residuales producidas por el parque Chatún al río Atulapa, representa un problema cuya magnitud está en constante incremento y que se ve agravado cuando se trata de grandes urbes.

Encarar este problema plantea un dilema crucial, ya que por un lado, el agua residual se constituye en una fuente alternativa importante para el riego de los cultivos, sanitarios, lavado de las áreas, pero por otro lado, su uso para este fin, sin un adecuado tratamiento, puede constituirse a su vez en un problema mayor, por todos los riesgos que esto supone. En efecto, se han registrado a nivel mundial, muchos casos de brotes de enfermedades, casos de intoxicaciones masivas y se ha propiciado la degradación de diversos cuerpos de agua.

El problema principal es la contaminación provocada por la disposición inadecuada de las aguas residuales del parque Chatún al río Atulapa, ya que se debe de tener en cuenta que éste cuenta con una extensión de 44.01 Km², y a lo largo de su extensión se localizan dos aldeas: Santa Rosalía y sus caseríos El Limón, El Jocotal, La Cuestona, El Portezuelo, El Duraznal y El Plan de la Arada y la aldea San Nicolás que solamente cuenta con un caserío dentro del área del río Atulapa, siendo este Las Toreras; por lo que teniendo como causas del problema la limitante en alternativas que permitan el aprovechamiento de las aguas residuales, el incremento de la actividad cafetalera en la zona de Esquipulas, la limitante en el cumplimiento del reglamento de descarga y reuso de aguas residuales, la poca conciencia ambiental, entre otros aspectos; provocan alteración del paisaje, emisión de olores desagradables al olfato humano y proliferación de enfermedades, contaminación del río Atulapa y contaminación atmosférica y visual de la zona.

2.2 ÁRBOL DE PROBLEMA



2.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El parque Chatún fue fundado el 8 de diciembre del año 2,004 con la finalidad de proporcionar un ambiente de sana distracción para los asociados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero Responsabilidad Limitada, y cuenta con una extensión superficial de 32 manzanas de terreno.

El parque consta de áreas de parqueo, canchas deportivas, piscinas, restaurante, áreas verdes, jardinería, juegos para adultos y niños, sendero ecológico, baños y otros, lo que hacen que en Chatún se cree un ambiente de diversión e interés para los visitantes que frecuentan sus instalaciones.

En el año 2006 fue publicado el Reglamento de las Descargas y Reuso de las Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo Número 236-2006, que tiene como objeto establecer criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso del agua residual. A través de ello se logra establecer un proceso que permita proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad antropogénica; por lo anterior, en los últimos siete años se ha visto una disminución de la actividad de despulpado de café en la región, aunque aún se pueden observar acumulaciones de pulpa de café a orillas de las carreteras y ríos y quebradas.

Actualmente, el parque Chatún no cuenta con un plan integral para el tratamiento de las aguas residuales que descargan al río Atulapa. Por lo que es importante mencionar que el río Atulapa tiene una marcada importancia ya que es abastecedora de agua para los 23 caseríos que se encuentran dispersos dentro del mismo, y así también, del 60% de la población que habita en el casco urbano del municipio de Esquipulas (10,000,000 habitantes aproximadamente).

Por tal razón, para el parque Chatún, considerando la cantidad de aguas residuales que descarga en el río Atulapa, como resultado de sus actividades, y atendiendo a que se opera bajo una filosofía de respeto y armonía con la naturaleza, se le presenta el proyecto de Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales, con el que se pretende reducir el impacto de las descargas de aguas residuales del parque, y por ende contribuir con los colaboradores y visitantes, a desarrollar una cultura ambiental y de consumo adecuada.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo General

Implementar alternativas limpias para la reducción de la contaminación ambiental, para el tratamiento de las aguas residuales del parque Chatún, a través de un humedal artificial, como mecanismo de remoción de contaminantes, con el propósito de mitigar los impactos ambientales provocados en el río Atulapa.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la relación beneficio/costo del proyecto, con el fin de determinar la factibilidad de construcción de este tipo de sistemas de tratamiento en las comunidades rurales.
- Realizar el estudio técnico para el diseño del humedal artificial.
- Realizar el estudio de mercado para evaluar la factibilidad de satisfacer la demanda, oferta y precio que ofrece el humedal artificial.

- Elaborar la evaluación económica del proyecto para analizar la factibilidad de realizarlo.
- Elaborar las evaluaciones social y ambiental del proyecto para conocer sus beneficios e impactos que genera tanto en la población beneficiada si no también en sobre los recursos naturales.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1 INTRODUCCIÓN

En el caso del proyecto “Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, se desarrolló un estudio que permitió determinar la demanda del recurso hídrico, con base a las diversas actividades que se realizan, y el incremento de la población; a la vez se elaboró un análisis de la oferta de estos servicios, a nivel local, de acuerdo a las potencialidades que posee el parque en infraestructura para la disposición de lugares aptos para el desarrollo del proyecto.

El presente estudio de mercado permitió determinar la demanda del recurso hídrico y de espacios para la creación de nueva infraestructura existente en el parque y la problemática que afronta el mismo para ofrecer espacios adecuados para la creación de la infraestructura del humedal artificial.

3.2 OBJETIVOS

- Determinar los potenciales demandantes de los humedales artificiales.
- Determinar los impactos que generará, la creación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales.

3.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO

El parque Chatún se encuentra ubicado en el kilómetro 226.5 carretera que conduce a la República de Honduras, en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

El río Atulapa, atraviesa las instalaciones del parque Chatún y es fuente de abastecimiento para el desarrollo de las actividades del mismo, como por ejemplo el llenado de las piscinas. La calidad del río Atulapa es monitoreada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), quienes la clasifican como apta para consumo humano, según el último boletín emitido en el año 2,011. (Informe de INSIVUMEH, 2011).

La reutilización de agua, es la solución clave para satisfacer la alta demanda de este recurso para los pobladores que se abastecen del río Atulapa, y especialmente para la realización de las diversas actividades del parque Chatún como alternativa para reducir costos por el uso de agua potable para actividades que no la requieren como lo es el riego de vegetación, servicios sanitarios y otros.

3.3.1 Definición del producto

Lo que se pretende brindar es una alternativa para el tratamiento de las aguas residuales del parque Chatún.

Este sistema consistirá en una cama (estanque), ya sea de tierra o arena y grava, plantada con macrófitas acuáticas, como en la mayoría de los casos con la caña común o carrizo (*Phragmites australis*) y otras especies. En el cual toda la cama estará recubierta por una geomembrana de PVC para evitar filtraciones en el

suelo, y poseerá un sistema de tuberías PVC; para lograr de tratamiento de aguas residuales. Dicho estaque se construirá dentro del parque Chatún.

3.3.2 Análisis de la demanda

El parque Chatún, recibe aproximadamente 50,505 visitantes al año, de los cuales todos hacen uso de las instalaciones, y servicios que el parque ofrece, por lo que la producción de aguas residuales, es elevada, generando costos por mantenimiento, y limpieza de las áreas del parque, sin generar ningún beneficio económico de la gestión de los residuos sólidos para la institución.

Y de acuerdo al censo realizado por el Centro de Salud de Esquipulas en el año 2,005 y al INE 2,002, la población que se encuentra dentro de la cuenca del río Atulapa, es de 6,473 habitantes, lo que corresponde al 13% de la población total del municipio.

El servicio de agua entubada o domiciliar llega de forma aceptable hasta un 71% de las aldeas y un 32% de los caseríos del municipio de Esquipulas. La ciudad cuenta con 5 captaciones de agua, siendo la captación situada dentro del río Atulapa la que mayor cantidad de agua aporta con un 60%.

El parque Chatún obtiene el agua del río Atulapa y la conducen a través de bombas de gasolina y eléctricas y por medio de gravedad para suplir con las necesidades que el parque requiere (llenado de piscinas, regadío de áreas verdes, servicios sanitarios y otros).

Y de acuerdo a un sondeo realizado; las diversas actividades que se desarrollan y que demandan agua para poder ejecutarse, tienen una demanda aproximadamente de 10 – 15 m³ diarios de agua.

En el parque Chatún, se encuentran 60 personas ubicados, para el cuidado, mantenimiento y administración del mismo.

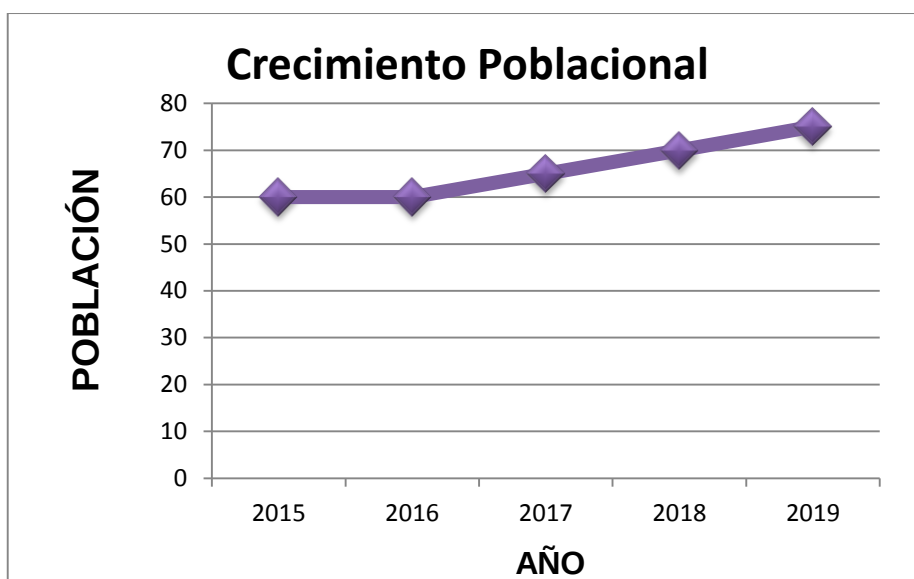
En el futuro se estima que la demanda aumente, debido a varios factores: como el incremento de la población visitante y población operaria del parque.

Por lo que la implementación del proyecto de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales como medida de mitigación ambiental, será una solución efectiva ya que tendrá el propósito de disminuir la contaminación existente en el río Atulapa, así como el aprovechamiento adecuado del agua y reutilización de la misma para la realización de las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro del parque Chatún.

Proyección del incremento del personal permanente del parque Chatún.

AÑO	POBLACIÓN
2015	60
2016	60
2017	65
2018	70
2019	75

Gráfica del incremento del personal permanente del parque Chatún.



3.3.3 Análisis de la oferta

Para poder utilizar el agua del río Atulapa, sería necesario establecer una planta de tratamiento de las aguas servidas en el municipio de Esquipulas, que tendría un costo mayor de 5, 000,000.00 quetzales, estos datos fueron estimados con base a la planta de tratamiento de aguas servidas que se encuentra establecida en el municipio de Ipala, la cual según datos proporcionados por la municipalidad tiene un costo de más de 2.5 millones de quetzales. En este sentido esta fuente de agua no constituye una opción para los pobladores que se abastecen de agua del río, por el alto costo que representaría utilizar esta agua.

Este proyecto oferta como alternativa para tratar las aguas residuales la implementación del proyecto de humedales artificiales como medida de mitigación ambiental, ya que será una solución efectiva que tendrá el propósito de disminuir la contaminación existente en el río Atulapa, así como el aprovechamiento adecuado del agua y reutilización de la misma para la realización de las diferentes

actividades que se llevan a cabo dentro del parque Chatún ya que tiene una demanda de agua necesaria de aproximadamente 10 – 15 m³ diarios.

Por lo que se propone de manera demostrativa un humedal artificial.

3.3.4 Análisis del precio

De acuerdo a la investigación realizada el precio del agua nivel del municipio de Esquipulas, varía considerablemente de acuerdo al proveedor (según datos proporcionados por la Municipalidad de Esquipulas), el canon de agua tiene un costo de Q 20.00 por media paja de agua por mes, lo cual equivale a un precio de Q 0.66 por metro cúbico de agua. Y de acuerdo a la información recabada de los distintos proveedores privados de agua que operan en el municipio de Esquipulas, el precio a que ellos ofrecen el metro cúbico es de Q 18.00 donde está incluido el costo de transporte. El agua tratada tendrá un precio aproximado de Q 2.5 por metro cúbico de agua.

Para los usuarios que posean 60 mts cúbicos o 1 paja de agua será el doble de las tarifas aprobadas por la municipalidad de Esquipulas.

Y el precio que la municipalidad cobra actualmente por el incremento en el pago mensual del servicio del Agua Potable es:

- Domestica Q15.00
- Domestica comercial Q.20.00
- Comercial Q.35.00
- Industrial Q.50.00
- Pública Q 20.00

La alternativa del proyecto del humedal artificial tiene entre sus costos los siguientes aspectos:

- Materiales
- Mano de obra
- Diseño
- Implementación
- Operación y mantenimiento

3.4 CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis realizado la demanda de agua del parque Chatún que se abastece del río Atulapa es de aproximadamente de 10 – 15 m³ diarios.
- Para cubrir con la demanda de agua se debería instalar un humedal artificial de 10x20 m.

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto “Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, con un enfoque social y ambiental, es de gran consideración, ya que se pretende que los humedales puedan seguir funcionando como instrumentos para la gestión sostenible del agua para el desarrollo de las diferentes actividades que realizan dentro del parque Chatún.

El estudio técnico que se presenta a continuación procura definir el tamaño que tendrá el proyecto, la localización, el diseño del lugar, la organización que se pretende establecer para administrar el mismo y el costo total del proyecto durante el periodo de duración del mismo. Con lo cual se pretende despejar dudas con respecto a la viabilidad técnica del proyecto para su ejecución.

4.2 TAMAÑO DEL PROYECTO

Para este proyecto según el estudio de mercado realizado la demanda de agua a tratar para el mantenimiento del sistema de depuración es de 4 – 6 metros cúbicos, durante la época seca (248 días del año). Por lo que el tamaño del proyecto debe estar en capacidad de satisfacer este requerimiento de agua.

Actualmente, según el estudio de mercado el potencial de establecimiento del recinto ambiental se estima en 200 m², con una capacidad para construir un recinto que posee la capacidad de contener 15,000 litros efectivamente.

Figura 1. Detalle al ingreso de un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial.

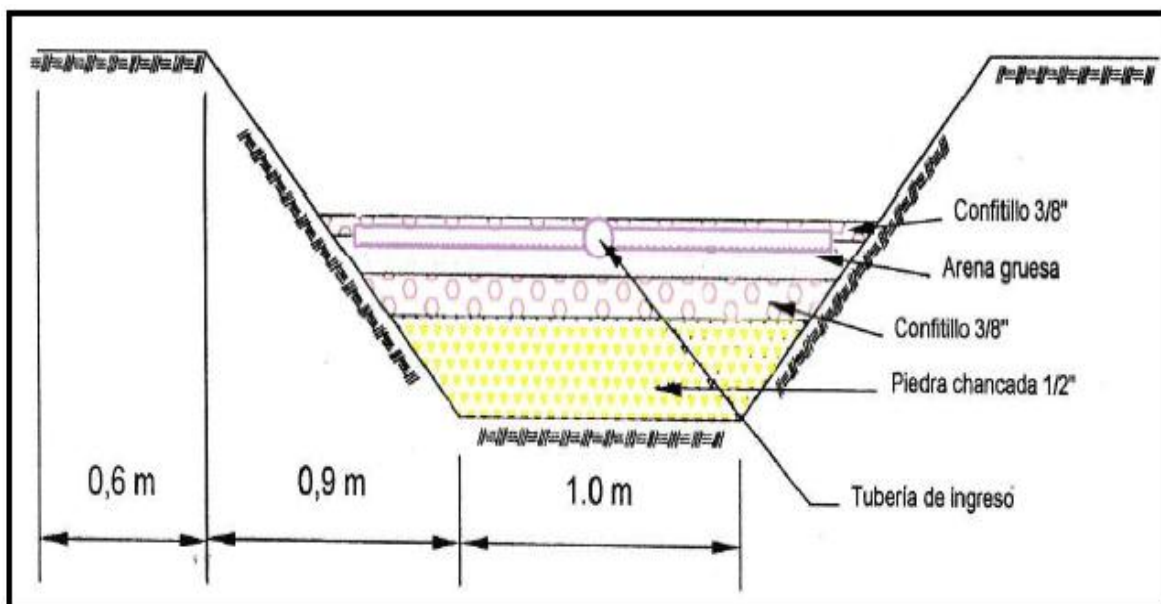


Figura 2. Diseño del humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial.

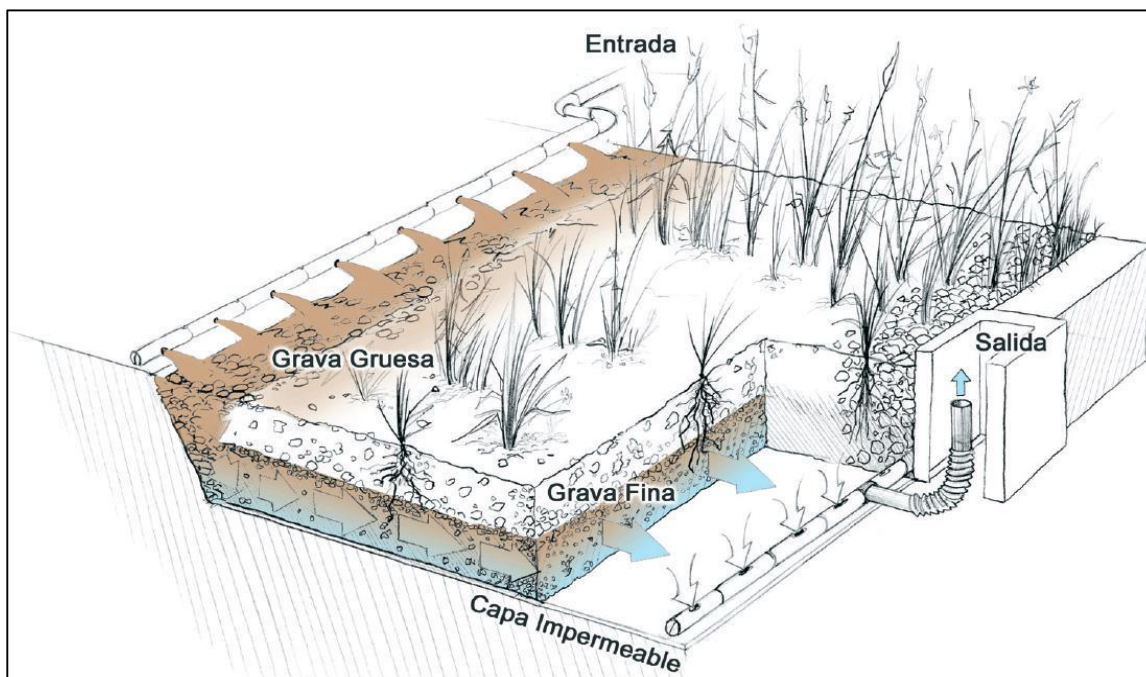
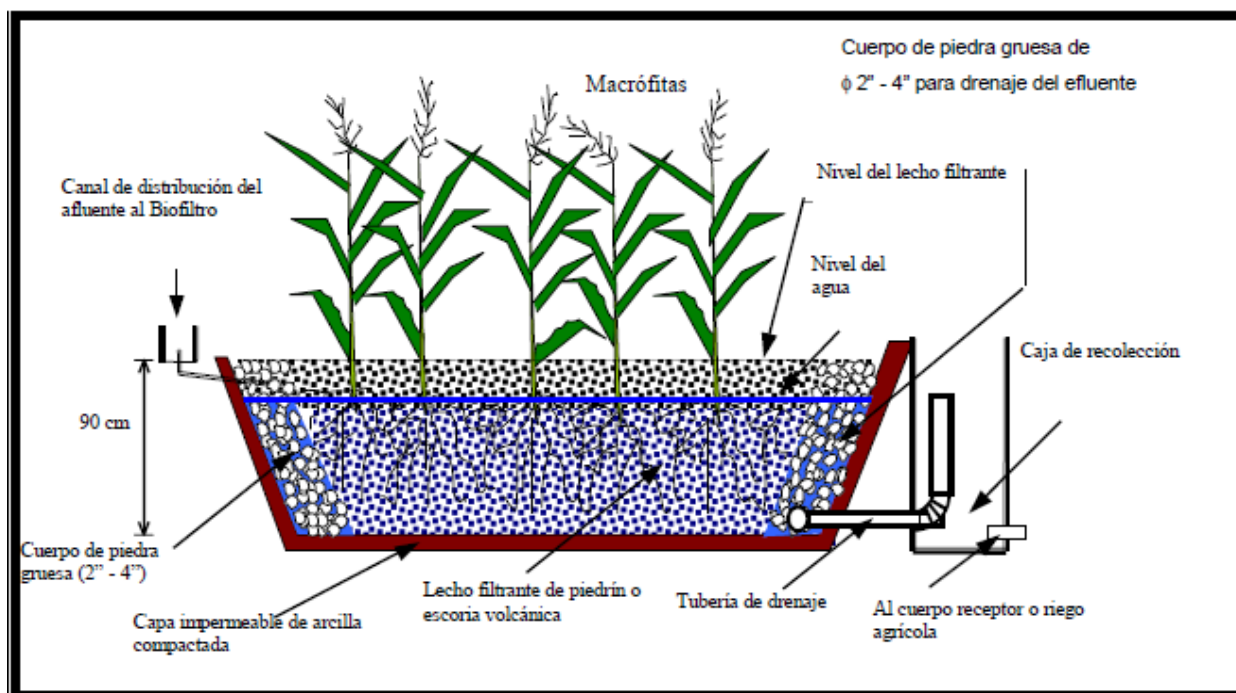


Figura 3. Esquema de un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial.



4.3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto en general por su naturaleza y lugar donde existe la demanda o necesidad, se ubicará dentro de las instalaciones del parque Chatún,

Geográficamente se encuentra localizado en el kilómetro 226.5 carretera que conduce a la República de Honduras, en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

El sistema de clasificación climática de Thornthwaite, indica que el área donde se localiza el parque Chatún posee un solo tipo de clima en toda su extensión: siendo este semicálido húmedo con invierno benigno, -BB'-, cubierta por bosque.

Los valores medios de temperatura, se estimaron considerando que la temperatura presenta poca variación aun para períodos relativamente largos.

La estación Esquipulas, que tiene como identificador E9, según datos de estación meteorológica del INSIVUMEH, reporta una temperatura media de 27.04° C para el año 2,006 la cual no ha variado significativamente en los últimos seis años.

Se tomaron los datos del INSIVUMEH, de la estación Esquipulas, con identificador E9, que reporta una precipitación media anual de 1,706.72mm de los años 2,000 al 2,006. Para el año 2,006 la precipitación media mensual fue de 175.7 mm, siendo los meses de Febrero y Marzo los de menos precipitación y los meses de junio y septiembre los de mayor precipitación.

Y para lograr tener un análisis más completo del estudio, se tomaron los datos de la Estación de Esquipulas, que se encuentra ubicada dentro del área de influencia del parque Chatún. Se especifica que a partir de la primer semana del mes de marzo, aumenta la evapotranspiración hasta el mes de octubre, debido a las altas temperaturas existentes durante este período, principalmente en los meses de marzo, abril y mayo, y luego empieza a disminuir en noviembre, debido a que las temperaturas empiezan a bajar y existe una mayor humedad en el ambiente, lo que ayuda a disminuir la evaporación en el suelo.

Una de las decisiones importantes dentro de este proyecto referente a la localización, es la ubicación del recinto ambiental para la implementación de humedales artificiales.

Una ubicación ideal debe tener un nivel o inclinación natural muy suave, sombra parcial, y estar cerca de la fuente de aguas residuales. Para la uniformidad del flujo, un cimiento firme es necesario. Los humedales contruidos para tratar aguas residuales no deben ser contruidos en áreas donde haya suelos inundados. Esta

precaución una alteración del flujo deseado y la consecuente contaminación del agua superficial y manto acuífero.

También es importante tener en consideración dentro de este proyecto referente a la localización, ya que estará en el parque Chatún y éste realiza descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno y que actualmente es considerado un problema ambiental en cuanto a la contaminación de los cuerpos hídricos, en este caso del río Atulapa.

Basados en el método cualitativo por puntos para la localización optima, se puede establecer la mejor opción para la ubicación del mismo, es la definida con anterioridad.

4.4 INGENIERÍA DEL PROYECTO

Para el diseño de humedales se deben considerar los siguientes criterios:

1. Se consideran reactores biológicos.
2. Se considera que el flujo a través del medio poroso es un flujo pistón y en forma uniforme.

Para el diseño de humedales los pasos a seguirse son:

- Cálculo del área necesaria: 10m de ancho, 20 m de largo.
- Profundidad del humedal: 90 cm.
- Pendiente del talud:

$$\tan \Delta = \text{cateto opuesto} / \text{cateto adyacente} = 60/90 = 1.5 \tan^{-1} = \underline{56.30^{\circ}}$$

- Ancho del fondo: 8.874 m.
- Sustrato:

Grava = $\frac{3}{4}$ "

Piedra = 2 – 4"

- Relación largo – ancho:

Por cada metro de Ancho hay dos metros de Largo

$$\underline{2 L - 1 A}$$

4.5 DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES

El proyecto Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, es una propuesta de gran consideración, ya que se pretende que los humedales puedan seguir funcionando como instrumentos para la gestión sostenible del agua para actividades del parque.

El diseño de estos sistemas por lo general consiste en una cama, ya sea de tierra o arena y grava, plantada con macrófitas acuáticas, en la mayoría de los casos con la caña común o carrizo (*Phragmites australis*). Toda la cama es recubierta por una membrana impermeable para evitar filtraciones en el suelo, también debemos tomar en cuenta:

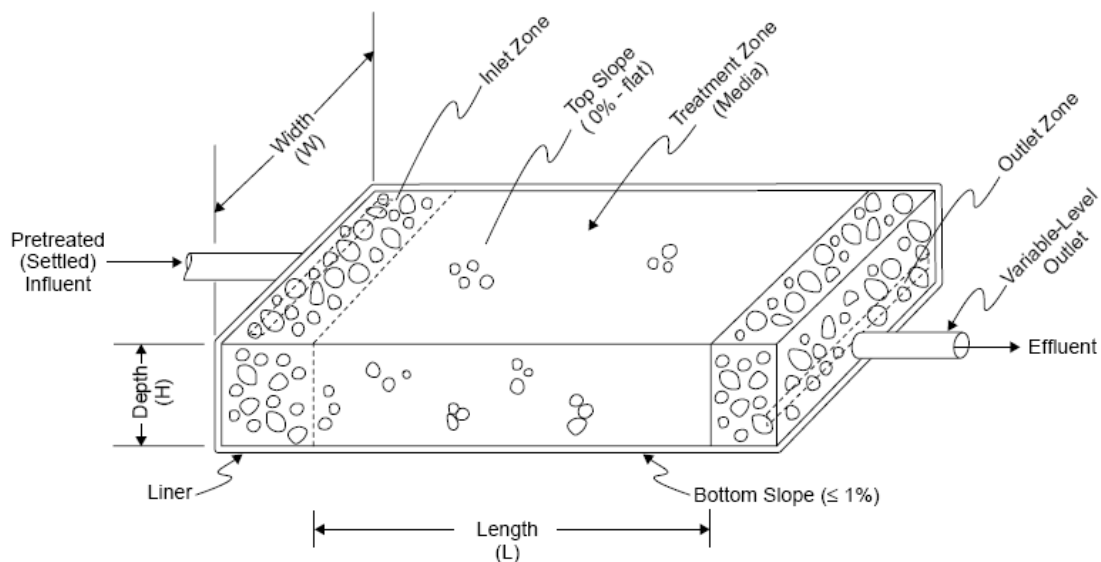
- Utilizar grava con menos de 30 mm ($\frac{3}{4}$ ") que es el medio donde crecen las plantas, los microorganismos y se realizan los principales procesos de depuración.

- Utilizar ciertos tipos de suelo (arcillas) para adsorber metales pesados, fosfatos, etcétera.
- Realizar pruebas de conductividad y porosidad del substrato (grava), esto para definir exactamente el tipo de material a emplearse.
- Y el largo del humedal se determina en función al ancho y al área superficial.

Un humedal artificial se compone de los siguientes elementos:

- Substrato o Lecho filtrante
- Vegetación
- Membrana impermeabilizante
- Estructuras de entrada y salida

Figura 4. Diseño genérico para una célula de un humedal construido tipo SSF.



Un humedal artificial necesita los siguientes materiales:

- La vegetación: Los juncos, las cañas y las aneas son los tipos de vegetación más típicos, aunque otras juncias nativas y especies de humedales locales puedan ser utilizados también. Las plantas que crecen rápidamente, se esparcen rápidamente y tienen sistemas extensos de raíz que son muy deseables.

Utilizando múltiples tipos de plantas nativas antes que una sola especie ayudará a evitar una instancia donde todas las plantas mueren, desde que las variedades genéticas diferentes son resistentes a tipos diferentes de estrés. La estética es otra consideración, ya que la eliminación de contaminantes es semejante entre estos tipos diferentes de planta. Las plantas deben ser trasplantadas de un humedal natural cerca del sitio si es posible. En ausencia de humedales circundantes, las plantas pueden ser compradas también de viveros, colectados en la naturaleza, o crecidas en el sitio para el proyecto específico.

- El recubrimiento debe ser utilizado para prevenir la infiltración de agua contaminada en el manto subterráneo.

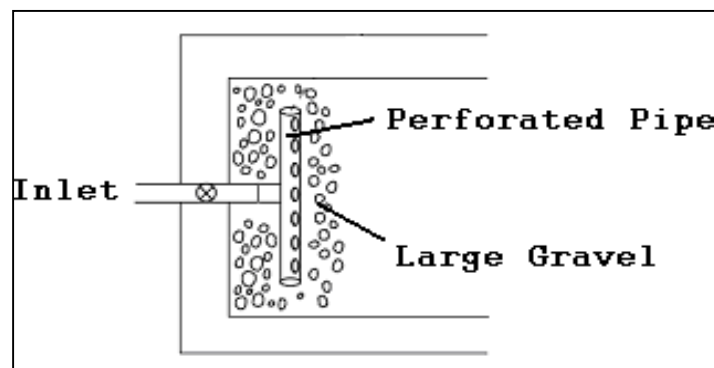
Los materiales del recubrimiento pueden ser de tierra o arcilla con una permeabilidad muy baja ($< 10^{-6}$ cm/seg.), bentonita, asfalto, o plásticos sintéticos.

El recubrimiento debe ser fuerte, grueso, y liso, y debe ser protegido de la perforación por piedras puntiagudas o grava. La mayoría de los sistemas utilizan cloruro especialmente fabricado de polivinilo (PVC) o polietileno de alta densidad (HDP). La colocación de una capa delgada de arena o tela [geotextile] encima de o debajo del recubrimiento lo puede proteger de perforación por piedras y ya que algunos recubrimientos necesitan ser protegidos de la luz de UV pueden ser

cubiertos con piedras o tierra para este propósito. La carga en el recubrimiento será aproximadamente de 2.200 kg/m², incluyendo la masa de la planta.

- La entrada: Las configuraciones de la entrada y salida deben promover la uniformidad del flujo a través del canal. Varios diseños son posibles. Una formación "T" (Ver figura 5) es recomendada, ya que permite el ajuste rápido de la distribución del flujo y facilita el pasaje de sólidos asentados. Los hoyos en el tubo deben ser espaciados uniformemente a una distancia aproximadamente del 10% de la anchura de la célula, del mismo tamaño y la forma, y suficiente grande para prevenir que se tape.

Figura 5. Diagrama de entrada que utiliza tubo PVC perforado debajo de una cama de grava.



- La salida: En el sistema de humedal presentado que será de 200 m², con frecuencia la descarga es liberada en la tierra.

Para recolectar agua del canal en la salida del humedal, tubos perforados pueden ser colocados a través del fondo del canal, debajo de la grava. Esta estructura será semejante a lo que está mostrado en la Figura 6, en donde los hoyos pueden

ser hechos más pequeños, ya que los materiales sólidos se habrán asentado antes que el agua salga del sistema, y el estancamiento no es una preocupación.

Figura 6. Laguna utilizada para el procesamiento de aguas residuales a nivel de un humedal pequeño.



Para la elaboración del humedal se deben tomar en cuenta los parámetros de diseño que comúnmente se utilizan a nivel mundial.

Cuadro 1. Parámetros de diseño utilizados para un humedal construido de tipo SSF.

PARAMETRO	RANGO	VALOR TÍPICO
Carga Hidráulica	0.02 – 0.24 m ³ /m ² /día 0.8 - 62 cm/día 100 - 1,000 m/día	4.7 cm/día
Duración de Detención	4 - 20 días	6-8 días
Cantidad del Flujo	--	0.34 L/seg.
Velocidad del Flujo	< 8.6 m/día	--
Profundidad de Grava	0.3 - 0.6 m (mas profundo a la salida)	0.5-0.6 m
Profundidad de Agua	0.15 – 1 m (del fondo)	0.4-0.6 m
Profundidad del Zona de Raíces	0.3 – 1 m (abajo del superficie)	0.6 m
Tamaño de Grava (Diámetro): <i>Entrada</i> <i>Salida</i> <i>Superficie (el mas alto 25% o <0.1m del superficie)</i> <i>Otro (el mas bajo 75%)</i>	40-100 mm 40-100 mm 5-20 mm 10-60 mm	40-80 mm 40-80 mm 5-20 mm 20-30 mm
Porosidad de Grava	0.18 - 0.35	--
Cuesta de Cama	0.5 - 2%	0.5 - 1%
Cuesta del Superficie de Grava	0%	0%
Cuesta de [Berms]	2:1 - 3:1 (exterior) ≥ 3:1 (interior)	3:1
Anchura	< 61 m	--
Longitud	> 15 m	--
Longitud : Anchura Ratio	< 4:1	1:1 – 1:2
Longitud de Zona de Entrada	--	2 m
Longitud de Zona de Salida	--	1 m

Fuente: Diseño de humedales de tipo SSF para aguas residuales.

4.6 INSTALACIÓN DEL ESTANQUE

Se pretende implementar un sistema de humedales artificiales, el cual servirá para la gestión sostenible del agua para el desarrollo de las diferentes actividades que se realizan en el parque Chatún.

- Método de extracción

La profundidad de la lámina de agua debe ser de unos 0.4 m por debajo de la capa freática. Una vez que el agua dentro del pozo se nivele con el agua subterránea, se extrae una parte para lograr que el agua subterránea comience a filtrarse dentro del pozo y así poder medir la velocidad a la que va subiendo.

- Método in-situ (en campo) a escala reducida para determinar la permeabilidad.

El método abarca dos grupos: el utilizado para determinar la permeabilidad del substrato por encima de la capa freática y, por otro lado, el usado para determinar la permeabilidad del substrato por debajo de la capa freática. Por encima de la capa freática, el suelo no está saturado.

Para medir la conductividad hidráulica saturada, se debe verter el agua necesaria para conseguir condiciones cercanas a la saturación. Este método se llama “método de infiltración”. Por debajo de la capa freática, el suelo está saturado por definición. Por lo tanto, tan sólo hace falta extraer agua del suelo, creando un pozo y observar la velocidad del flujo de agua hacia el pozo junto con la carga hidráulica inducida. Este método se denomina “método de extracción”.

- Método de infiltración

Se perfora un pozo en el suelo a una profundidad concreta, se llena de agua y se deja drenar libremente. Se llena el pozo de agua varias veces hasta que el suelo circundante se sature a una distancia considerable y se agregue la infiltración (velocidad) se mantenga aun valor más o menos constante. Después del último vertido de agua en el pozo, se mide la velocidad de descenso del nivel de agua.

- Relleno del substrato

Una vez colocada la membrana impermeabilizante en la cubeta, se comenzará a rellenar de substratos a la misma vez que se disponen los mecanismos de entrada y salida. Se debe lavar el substrato para eliminar tierra y otros finos que pudieran bloquear los espacios libres, lo cual contribuiría a la obstrucción del substrato.

Es preferible el substrato de cantos rodados al substrato triturado angular debido a que el primero queda más suelto creando más espacios.

4.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los trabajos regulares de mantenimiento del humedal consisten en extraer la vegetación no deseada de los lechos y limpiar el sistema de entrada. La remoción de la vegetación no deseada se lleva a cabo mensualmente junto con los trabajos generales de limpieza.

Se cosecha vegetación 2 veces al año. El lodo del tanque de sedimentación se extrae cada 6 meses aunque algunas veces ha de hacerse un poco antes debido

a la obstrucción en la superficie del lecho, se extrae su capa superior y se rellena con arena gruesa.

El mantenimiento de una poza de estabilización y humedal construido debe implicar sólo un día a la semana o menos:

- El cosecho repetido de plantas generalmente no es requerido para humedales tipo SSF, pero si requiere trabajo anual, el quitar, quemar, afinar, o replantar de vegetación ya que puede ser beneficioso si el flujo es dañado. Una dispersión uniforme de la comunidad de plantas debe ser mantenida para asegurar el tratamiento efectivo.
- Puede requerir el recorte de vegetación y control de erosión. La eliminación periódica de semillas extranjeras de árboles de la cama de humedal puede ser necesaria.
- El humedal debe ser revisado con regularidad para la uniformidad del flujo, para los olores indeseables, y para la integridad de la vegetación. La invasión de plantas, de insectos, y de animales deben ser observados y quitados.
- Si se desea, se puede monitorear el agua químicamente para asegurar el funcionamiento del humedal o investigar la eficiencia del humedal construido.

Esto aumentará el costo y el tiempo requerido para el mantenimiento, pero es un indicador útil del tratamiento exitoso de las aguas residuales. Los parámetros importantes para controlar el humedal incluyen pH, oxígeno disuelto (DO), los sólidos suspendidos (SS), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y Coliforme.

4.8 COSTO DEL PROYECTO

El costo total de la construcción del humedal para los 5 años de duración asciende a Q.29, 473.06. Los costos de operación y mantenimiento son insignificantes. Además, la reutilización de las aguas residuales tratadas resulta un ahorro en los gastos de agua para el parque Chatún.

Los costos de implementación del proyecto se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Costos de implementación del proyecto de Humedales Artificiales.

HUMEDAL ARTIFICIAL						
A continuación se presenta el costo para la construcción de 1 humedal artificial y los costos de las materias primas y las herramientas necesarias, los montos se presentan en Quetzales.						
No.	Concepto	Unid. De Med.	Cant.	Costo Unit.	Costo Total/Modulo	Costo de 1 Módulo
1	Mano de Obra			Q	Q13,250.00	Q13,250.00
1.1	Selección de áreas y mediciones	Jornal/Día (1 días)	1	50	Q50.00	Q50.00
1.2	Limpías del terreno y preparación	Jornal/Día (2 días)	6	50	Q300.00	Q300.00
1.3	Zanjeo, transporte y	Jornal/Día (2	65	70	Q4,550.00	Q4,550.00

	preparación	días)				
1.4	Construcción del sistema	Jornal/Día (4 días)	12	175	Q2,100.00	Q2,100.00
1.5	Acabados finales	Jornal/Día (1 días)	3	50	Q150.00	Q150.00
1.6	Planos de construcción	Juego de planos	1	6000	Q6,000.00	Q6,000.00
1.7	Imprevistos mano de obra (5%)	%	5%	150	Q150.00	Q150.00
2	Materiales				Q15,843.26	Q15,843.26
2.1	Piedra de bola	Metro cúbico	56	60	Q3,360.00	Q3,360.00
2.2	Grava 3/4	Metro cúbico	84.6	80	Q6,768.00	Q6,768.00
2.3	Arena de río	Metro cúbico	33.84	60	Q2,030.40	Q2,030.40
2.4	Block de 14x19x39	Unidad	150	4.5	Q675.00	Q675.00
2.5	Cemento	Saco	30	55	Q1,650.00	Q1,650.00
2.6	Hierro de 3/8 (14 varillas qq)	Unidad	9	20.79	Q187.11	Q187.11
2.7	Hierro de 1/4 (30 varillas qq)	Unidad	11	9	Q99.00	Q99.00
2.8	Alambre de amarre	Libra	6	7	Q42.00	Q42.00
2.9	Tubo proceso 2 "	Unidad	3	75	Q225.00	Q225.00
2.10	Tubo proceso 2 " chapa 16	Unidad	3	60	Q180.00	Q180.00
2.11	Electrodo 5/32 punto	Libra	1	17	Q17.00	Q17.00

	verde					
2.12	Tubo para drenaje de 2"	Unidad	3	30	Q90.00	Q90.00
2.13	Codos para drenaje 2"	Unidad	5	6	Q30.00	Q30.00
2.14	Tangit 50 ml	Unidad	2	25	Q50.00	Q50.00
2.15	Cal deshidratada	Saco	3	30	Q90.00	Q90.00
2.16	Clavos	Libra	2	8	Q16.00	Q16.00
2.17	Tubos PVC 3/4	Unidad (6 metros)	1	26	Q26.00	Q26.00
2.18	Tee PVC 3/4	Unidad	3	2.25	Q6.75	Q6.75
2.19	Teflón de 3/4	Unidad	2	2.5	Q5.00	Q5.00
2.20	Alambre galvanizado No. 14	Libra	2	8	Q16.00	Q16.00
2.21	Nylon 60"	Yarda	35	8	Q280.00	Q280.00
2.22	Vegetación	Plantas	800	5	Q4,000.00	Q4,000.00
2.23	Imprevistos materiales	%	5%	150	Q150.00	Q150.00
3	Herramientas				Q379.80	Q379.80
3.1	Piochas	Unidad	5	0.6	Q3.00	Q3.00
3.2	Palas	Unidad	7	0.5	Q3.50	Q3.50
3.3	Rastrillos metálicos	Unidad	5	0.9	Q4.50	Q4.50
3.4	Pinzas y alicates	Unidad	6	0.3	Q1.80	Q1.80
3.5	Taladro, mandril de 1/2"	Unidad	2	7	Q14.00	Q14.00
3.6	Sierras para cortar	Unidad	2	5.5	Q11.00	Q11.00

3.7	Maya metálica de 1/4	Yarda	2	15	Q30.00	Q30.00
3.8	Bomba hidráulica de 1 HP	Unidad	3	60	Q180.00	Q180.00
3.9	Tableros de control	Unidad	2	25	Q50.00	Q50.00
3.10	Guantes	Par	35	0.2	Q7.00	Q7.00
3.11	Carretillas de mano	Unidad	15	5	Q75.00	Q75.00
COSTO TOTAL EN MANO DE OBRA, MATERIALES Y HERRAMIENTAS					Q29,473.06	Q29,473.06

Fuente: EPS-GAL 2,014.

4.9 CONCLUSIONES

- Este estudio ofrece una perspectiva general del rendimiento de las muchas y variadas características de diseño y funcionamiento de los humedales artificiales
- En general, este sistema es apropiado para comunidades pequeñas ya que el tratamiento es extremadamente eficiente con porcentajes de 90%, 95% y 85% para la nitrificación.
- La demanda o necesidad de espacios disponibles es uno de los factores que determinan el tamaño del proyecto de implementación de humedales artificiales, ya que si se cuenta con esto el desarrollo hacia la gestión sostenible del agua para el desarrollo de las diferentes actividades que realiza el parque Chatún será satisfactorio.

- Los factores más importantes que determinan el tamaño del proyecto son la demanda o la necesidad del tratamiento de aguas residuales para el desarrollo de las actividades del parque Chatún.
- Según el estudio realizado el humedal artificial tendrá un precio de Q.29, 473.06, sin tomar en cuenta los costos de operación y mantenimiento.

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 INTRODUCCIÓN

La Evaluación Económica de Proyectos es el proceso mediante el cual una vez definida la inversión inicial, los beneficios futuros y los costos durante la etapa de operación, permite determinar la rentabilidad de un proyecto. Antes que mostrar el resultado contable de una operación en la cual puede haber una utilidad o una pérdida, tiene como propósito principal determinar la conveniencia de emprender o no un proyecto de inversión.

En el ámbito de la Evaluación Económica de Proyectos se discute permanentemente si las proyecciones de ingresos y gastos deben hacerse a precios corrientes o a precios constantes; es decir, si se debe considerar en las proyecciones de ingresos y gastos el efecto inflacionario, o si se debe ignorarlo.

Se debe hacer la aclaración que el objetivo que persigue el proyecto lo convierte en un proyecto de carácter social, por lo que desde un principio se considera que este no genera las utilidades esperadas al compararlo con un proyecto de carácter privado. El periodo de evaluación de proyecto se consideró 10 años de funcionamiento y la inversión inicial del proyecto.

Debido a que es un proyecto de beneficio ambiental se dificulta estimar los ingresos, por lo que se procedió a calcular la reducción de costos que tendría el parque Chatún al implementar el humedal artificial, utilizando como comparador el tratamiento convencional.

A continuación se presenta la Evaluación Económico de El proyecto “Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula”.

5.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación se presenta el análisis económico elaborado para el proyecto de Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, Municipio de Esquipulas, Departamento de Chiquimula.

Cuadro 3. Análisis de la evaluación económica del proyecto de humedales artificiales, a ejecutarse en el parque Chatún.

		0	1	2	3	4	5
No.	Concepto	Monto	Monto	Monto	Monto	Monto	Monto
1	Inversión	29,623.06					
	Establecimiento de 1 sistema de Humedal Artificial						
1.1	Mano de obra	13,250.00					
1.2	Materiales	15,843.26					
1.3	Herramientas	379.80					
1.4	Imprevistos de Inversión	150.00					
2	Funcionamiento del sistema		15,900.00	17,490.00	19,239.00	21,162.90	23,279.19
2.1	Encargado del proyecto		12,000.00	13,200.00	14,520.00	15,972.00	17,569.20
2.2	Encargado del sistema		2,700.00	2,970.00	3,267.00	3,593.70	3,953.07

2.3	Mantenimiento del sistema		1,200.00	1,320.00	1,452.00	1,597.20	1,756.92
	COSTO TOTAL	29,623.06	15,900.00	17,490.00	19,239.00	21,162.90	23,279.19
3	Ingresos		98,443.06	20,867.00	77,953.70	25,249.07	88,273.98
3.1	Costo de implementación del sistema p/ aguas residuales		29,473.06	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2	Costo del tratamiento convencional para aguas residuales		18,900.00	20,790.00	22,869.00	25,155.90	27,671.49
3.3	Ahorro de agua para la realización de actividades		70.00	77.00	84.70	93.17	102.49
3.4	Cumplimiento con la ley de descarga de aguas residuales		50,000.00	0.00	55,000.00	0.00	60,500.00
4	Utilidad Bruta	(29,623.06)	82,543.06	3,377.00	58,714.70	4,086.17	64,994.79
	Impuesto 17%		14,032.32	574.09	9,981.50	694.65	11,049.11

6	Utilidad Neta		68,510.74	2,802.91	48,733.20	3,391.52	53,945.67
7	Flujo neto de efectivo	(29,623.06)	82,543.06	3,377.00	58,714.70	4,086.17	64,994.79
8	Flujo neto de efectivo descontado	(29,623.06)	77,143.05	2,949.60	47,928.68	3,117.32	46,340.38

Fuente: EPS-GAL 2,014.

Los resultados obtenidos, producto de la Evaluación Económica del proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Resultados obtenidos de la Evaluación Económica del Proyecto a ejecutarse en el parque Chatún.

Valor Presente Neto VPN	138,183.16					
Tasa Interna de Retorno TIR	186.39%					
Costos totales descontados	29,623.06	14,859.81	15,276.44	15,704.75	16,145.08	16,597.74
Ingresos totales descontados	0.00	92,002.86	18,226.05	63,633.44	19,262.39	62,938.13
Total Costo descontados	108,206.89					
Total Ingreso descontados	256,062.87					
Relación Beneficio/Costo R B/C	2.37					
Tasa de descuento	0.07					

Fuente: EPS-GAL 2,014.

5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de la sensibilidad consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN (en un proyecto, en un negocio, etc.), al cambiar una variable (la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, los costes, etc.).

De este modo teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN podremos calcular o mejorar nuestras estimaciones sobre el proyecto que vamos a comenzar

en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores iniciales de apreciación por nuestra parte en los datos obtenidos inicialmente.

Para este proyecto se le realizó un análisis de sensibilidad al proyecto donde se aumentó un 10% a los precios para determinar los costos y se disminuyó un 10% en los ingresos con el objetivo de determinar si estas fluctuaciones en precios e ingresos afectan considerablemente los beneficios del mismo.

Los resultados obtenidos en los tres indicadores económicos evaluados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Análisis de sensibilidad del proyecto de humedales artificiales a ejecutarse en el parque Chatún.

Valor Presente Neto VPN	66,613.05					
Tasa Interna de Retorno TIR	51.89%					
Costos totales descontados	32,585.37	16,345.79	16,804.09	17,275.23	17,759.58	18,257.51
Ingresos totales descontados	0.00	41,158.08	16,569.13	57,848.58	17,511.27	57,216.48
Total Costo descontados	119,027.58					
Total Ingreso descontados	190,303.54					
Relación Beneficio/Costo R B/C	1.60					
Tasa de descuento	0.07					

Fuente: EPS-GAL 2,014.

5.4 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para la evaluación financiera se considera a la municipalidad de Esquipulas, Coosajo R.L., Parque Chatún, Comisión Trinacional del Plan Trifinio y otras instituciones que participan en la protección y conservación del río Atulapa como entes financiadores, los cuales se consideran que poseen los recursos necesarios para financiar proyectos.

5.5 CONCLUSIONES

- Mediante la evaluación económica del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: Valor Presente Neto $VPN = 138,183.16$ Tasa Interna de Retorno $TIR = 186.39\%$ y La Relación Beneficio Costo $R B/C = 2.37$, valores calculados con una tasa de descuento del 7%.
- Como el Valor Presente Neto VPN es mayor a cero, la Tasa de Interna de Retorno TIR es mayor que la tasa mínima aceptable de retorno TMAR (7%) y la Relación Beneficio Costo B/C es mayor a 1; de acuerdo a los criterios de decisión el proyecto debe ser aceptado, para su ejecución.
- Tomando en cuenta el análisis de sensibilidad para el proyecto, cuando los costos aumentan un 10% y los ingresos disminuyen en igual proporción, los indicadores financieros son: $VPN = 66,613.05$, $TIR = 51.89\%$, y la Relación Beneficio Costo $R B/C = 1.60$.
- Esto concluye que el proyecto es sensible ante la fluctuación en cuanto a ingresos y precios en los costos.

- En importante que se considere la demanda creciente de agua que tendrá la población para los próximos 5 años, que con este proyecto no se lograra satisfacer en un 100%, pero que el aporte que realizará es importante para la satisfacción de las principales necesidades de los pobladores.

6. EVALUACIÓN SOCIAL

Los proyectos tienen como objetivo primordial promover el desarrollo integral de las personas, con el propósito de mejorar su calidad de vida. Por lo tanto es necesario establecer la población beneficiaria del proyecto, el cual en este caso beneficia a las Aldeas Santa Rosalía y San Nicolás, únicas aldeas establecidas dentro del área del río Atulapa, de igual forma se beneficiarán los caseríos de cada una de ellas, para el caso de Santa Rosalía, se beneficiarán directamente los pobladores de los caseríos de El Limón, El Jocotal, La Cuestona, El Portezuelo, El Duraznal y El Plan de la Arada, para el caso de la segunda solamente se beneficiarán directamente los pobladores del caserío Las Toreras, por ser el único caserío dentro del área de estudio. Y principalmente se beneficiara el parque Chatún ya que reducirá costos en cuanto al tratamiento de las aguas residuales por medio de tratamientos convencionales que resultaría mucho más caro que la implementación del proyecto presente.

Se tomó como referencia esta área para la elaboración del proyecto, puesto que es un área que actualmente representa un alto índice de contaminación ambiental producto de las actividades del parque Chatún que descarga aguas residuales al río Atulapa sin tratamiento alguno.

Para tal motivo parque Chatún tendrá la oportunidad de contar con las herramientas, materiales e insumos necesarios para el desarrollo del proyecto, puesto que la unidad ejecutora del mismo debe proporcionárselos.

Un proyecto no sólo genera beneficios directos sino también indirectos, en este caso la población beneficiada indirectamente es el municipio de Esquipulas en general. La mayoría de estos beneficios son de materia ambiental, pues por medio del desarrollo de este proyecto se contribuye con la disminución de la

contaminación del río Atulapa, causada por las descargas de aguas residuales del parque Chatún sin tratamiento alguno.

Beneficios directos que se desean alcanzar son:

a) Los beneficios directos del proyecto.

Mediante la ejecución del proyecto “Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, se espera alcanzar los siguientes beneficios sociales:

- Reutilización de las aguas residuales para las diferentes actividades que realiza el parque Chatún.
- Generación de nuevas oportunidades de empleo local, en la construcción y mantenimiento del sistema de depuración de aguas residuales.

b) Beneficios indirectos que se desean alcanzar:

- Protección de los recursos naturales del río Atulapa.
- Mejoramiento en la salud de los habitantes que se abastecen de los recursos naturales del río Atulapa.
- Constituirse como proyecto piloto de la región para que las personas cercanas al área de influencia puedan conocer y adoptar prácticas alternativas para depurar el agua.
- Conservación del equilibrio de los ecosistemas endógenos del área.

c) Generación de empleo:

- Con el proyecto se generara empleo; mano de obra para la construcción del sistema de depuración de aguas residuales.
- Personal encargado del mantenimiento y funcionamiento del sistema de depuración de aguas residuales.

7. EVALUACIÓN AMBIENTAL

7.1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del recurso agua, es conocido desde la antigüedad, ya que aparecen relatos escritos de esta problemática, incluso en las Sagradas Escrituras. Este problema es local, regional y mundial. Del total de agua existente en el planeta, únicamente el 3% es agua dulce y es la que el ser humano utiliza para su consumo, es el recurso renovable más importante, ya que en la actualidad la humanidad está utilizando y contaminando más rápido, alterando su ciclo natural y como consecuencia la escasez de este vital recurso.

Las aglomeraciones en las grandes ciudades, la mejora en la calidad de vida, el rápido desarrollo industrial, el incremento del turismo y la agricultura, las actividades de ocio, entre otras acciones contribuyen a que este escaso porcentaje se vaya reduciendo de forma acelerada y que su composición se vea alterada. Para agravar el problema, del ciclo hidrológico, el cambio climático ha ocasionado trastornos los cuales se han evidenciado como grandes sequías e inundaciones.

El propósito de la evaluación ambiental es asegurar, al planificador, que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo.

La elaboración del estudio de impacto ambiental está dividida en diferentes fases del proyecto, con el objetivo de identificar los impactos y sus mitigaciones:

- 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

Por lo que es de vital importancia que el planificador tenga en cuenta el conjunto de elementos del sistema ambiental, que le permitan un análisis holístico de la situación a evaluar, tomando en cuenta las potencialidades y oportunidades con que cuenta.

Para la elaboración del presente proyecto se consideraron los criterios de sostenibilidad ambiental, con lo cual se busca que este proyecto sea socialmente viable, económicamente rentable y ambientalmente sostenible.

7.2 INFORMACIÓN GENERAL

7.2.1 Localización del parque Chatún (geográfica y política)

El municipio de Esquipulas limita al Norte con los municipios de Jocotán, Camotán y la República de Honduras; al Sur con el municipio de Concepción Las Minas y la

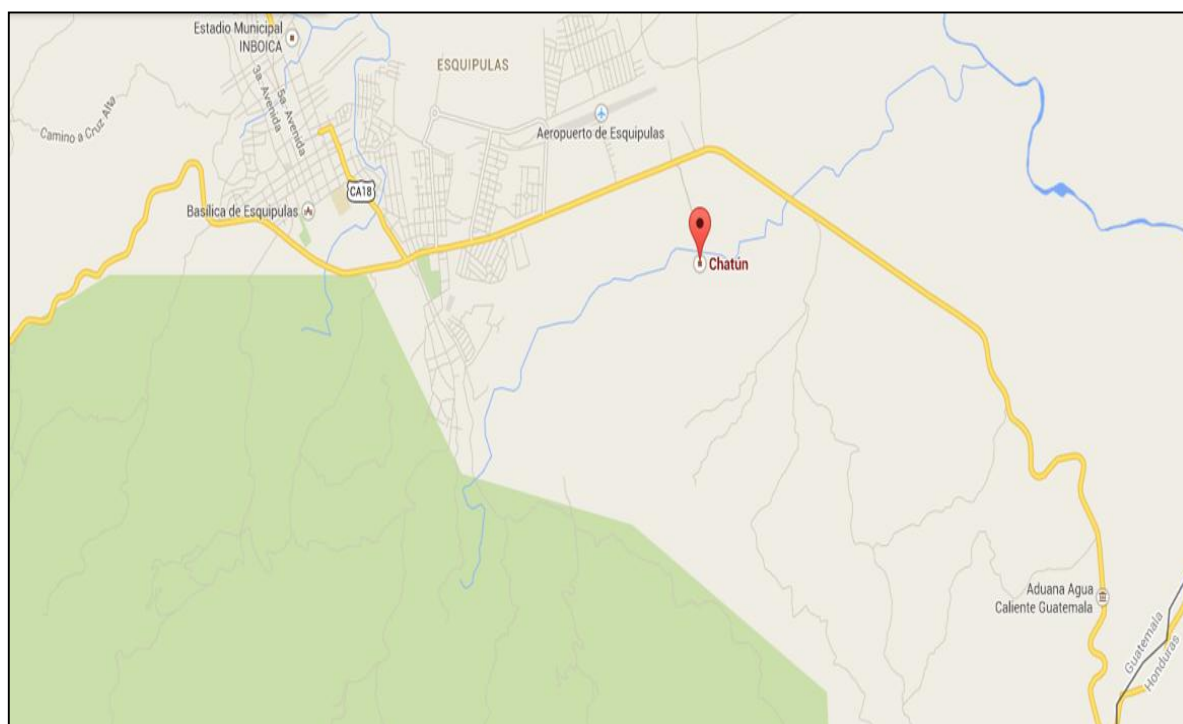
República de El Salvador; al Este con la República de Honduras; al Oeste con los municipios de Quezaltepeque y Olopa.

El río Atulapa tiene sus cabeceras en el caserío Plan de La Arada, de la aldea Santa Rosalía, en la confluencia de las quebradas del El Raspado y la quebrada de Cruz de Piedra. En su paso por la Granadilla recibe la Quebrada Paxashtal. Corre de Sur a Este y descarga en el río de Olopita. Entre Santa Rosalía y San Nicolás cuenta con un puente vehicular de 48 metros que facilita el paso. Se considera que surte del vital líquido al 60% de la población urbana de Esquipulas, que cuenta con el servicio de agua entubada.

El río Atulapa surte del vital líquido a la ciudad de Esquipulas y a todos los caseríos cercanos, así como a varios turicentros privados que se encuentran a sus orillas, como lo es el parque Chatún.

Geográficamente el parque Chatún se encuentra localizado en el kilómetro 226.5 carretera que conduce a la República de Honduras, en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

Figura 7. Localización del parque Chatún.



7.2.2 Ubicación político-administrativa y vías de acceso

Desde el parque central de la ciudad de Guatemala se recorren 222 km. hasta el parque central de la ciudad de Esquipulas, de la forma siguiente: De la ciudad de Guatemala, se transitan 132 Km. Por la carretera asfaltada CA-9, hasta llegar al entronque del municipio de río Hondo (Zacapa). De este entronque, con dirección Noreste se recorren 90 Km. por la carretera asfaltada CA-10, pasando por la cabecera departamental de Chiquimula, y por la cabecera municipal de Quezaltepeque. Para llegar al punto de aforo de la cuenca hay que recorrer 4 kilómetros de la ciudad.

La red de caminos que conduce hacia el parque Chatún son en su totalidad asfaltados, por lo que su acceso es fácil y permisible aún en época lluviosa.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

7.3.1 Localización física del proyecto

El proyecto en general, por su naturaleza y lugar donde existe la demanda se ubicara dentro de las instalaciones del parque Chatún, que geográficamente se encuentra localizado en el kilómetro 226.5 carretera que conduce a la República de Honduras, en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula. A 4 km de la ciudad.

7.3.2 Inversión requerida

Se ha presupuestado una erogación de Q.29, 473.06, para la implementación del proyecto, sin tomar en cuenta los costos de operación y mantenimiento, con una vida útil de 5 años.

Las medidas de prevención y mitigación a realizarse, tienen un valor muy pequeño casi despreciable, por lo que sus costos no son factor importante para el mismo, no obstante se incluyeron en el presupuesto global del proyecto.

7.3.3 Dimensiones del proyecto

El proyecto tiene una extensión total de 200 m². El área del proyecto es de uso amplio, lo que permite considerar que no existirá afectación de ningún tipo para la vegetación en las inmediaciones del área. Existe fauna y flora importante, pero por las rutinarias actividades y presencia del hombre en la zona, se ha visto afectada.

7.3.4 Descripción de servicios requeridos

El área del proyecto se ubicara en el parque Chatún, gozando por consecuencia de los siguientes servicios:

- Electricidad
- Agua potable
- Drenaje
- Telefonía
- Vialidades
- Accesos

El proyecto en sí, no tendrá prácticamente ningún efecto en cuanto a alguna demanda de los servicios existentes en la zona.

7.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

7.4.1 Humedal

En el humedal, se replicarán las características y capacidad de reciclaje de aguas de los pantanos naturales.

Para ello sobre una superficie, ex profesamente excavada y fondo impermeabilizado, se siembra vegetación que proporcionará áreas para la formación de películas bacterianas, facilitando la filtración por la alta densidad vegetal, y propiciando la adsorción de los constituyentes del agua residual, permitiendo la transferencia de oxígeno a la columna de agua y así controlar el crecimiento de algas, al limitar la penetración de la luz solar.

Se emplean plantas acuáticas, principalmente de los géneros Typha, Phragmites y Scirpus que son capaces de soportar variación en el nivel del agua y se reproducen en condiciones de bajos niveles de oxígeno disuelto.

7.4.2 Clases de humedal

De los dos tipos principales de humedales que se diseñan para el tratamiento de aguas residuales domésticas; se propone, para el caso del parque Chatún, el tipo Subsuperficial SSF.

Humedales de Flujo Subsuperficial (SSF) consisten en canales o zanjas excavadas y rellenas con un sustrato poroso de roca o grava, el nivel del agua se diseña para mantenerse bajo el nivel del sustrato y el líquido por tratar no se encuentra expuesto al aire. En la mayoría de los sistemas existentes en Estados Unidos de Norteamérica el curso del flujo es horizontal mientras que algunos sistemas en Europa emplean cursos verticales.

Debido a la confinación hidráulica impuesta por el sustrato, los humedales SSF son más eficientes para el tratamiento de aguas servidas con sólidos suspendidos en concentraciones relativamente bajas y flujo uniforme siendo frecuentemente utilizados para reducir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) presente.

Entre sus ventajas se cita que son más tolerantes a las bajas temperaturas; minimizan las plagas de mosquitos y malos olores. Poseen un alto potencial de asimilación por unidad de área, debido a que su medio poroso representa mayor superficie de contacto y es de mayor celeridad en el tratamiento del líquido y requiere de una menor cantidad de área.

7.5 IMPACTO AMBIENTAL

La elaboración del estudio de impacto ambiental está dividida en diferentes fases del proyecto, con el objetivo de identificar los impactos y sus mitigaciones:

- 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

Por lo que es de vital importancia que el planificador tenga en cuenta el conjunto de elementos del sistema ambiental, que le permitan un análisis holístico de la situación a evaluar, tomando en cuenta las potencialidades y oportunidades con que cuenta.

7.5.1 Identificación de impactos ambientales por actividad antropogénica en el parque Chatún.

- Deforestación

Esta es una de las actividades que pone en mayor riesgo el estado de los suelos del río Atulapa, ya que da inicio a un proceso de degradación a causa del incremento del impacto de la gota de lluvia y por consecuencia la erosión de los suelos por la falta de cobertura boscosa, la pendiente de la cuenca es alta

(16.47%) y el avance de la frontera agrícola es cada vez mayor; provocando la disminución de la cobertura forestal.

La causa principal de la deforestación es el avance de la frontera agrícola y precisamente la implementación del cultivo de café, el cual, año con año sigue abarcando la mayor parte de la cobertura de la tierra (55% al año 2,006).

- Contaminación del agua

El problema que tiene que afrontar el parque Chatún es que no cuenta con un plan integral para el manejo adecuado de las aguas residuales y las descargan directamente al río Atulapa sin tratamiento alguno.

- Extinción de especies fauna y flora

Para un análisis de prioridades de conservación a nivel nacional, la presencia de especies reconocidas como amenazadas puede ser importante, aunque los criterios utilizados por cada país pueden variar mucho y no siempre son apoyados con datos biológicos. Guatemala lista 8 especies de aves (de las que ocurren en Montecristo) en su lista oficial de especies amenazadas, pero una aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) generó una lista de 63 especies.

Algunas de las especies que se mencionan en peligro de extinción son: *Plectrohyla guatemalensis* (en peligro crítico) y el quetzal centroamericano (*Pharomachrus mocinno*). Es una especie clasificada en dos subespecies (*P. m. mocinno* y *P. m. costaricensis*) distribuidas en los bosques nubosos de los siete países de mesoamérica. El quetzal es una especie símbolo, que es común en el bosque nuboso. Un estudio genético realizado recientemente recomendó que la

población de Montecristo sea considerada preliminarmente como independiente ya que presentó holotipos únicos no compartidos entre otras localidades.

- **Deslizamientos**

Los deslizamientos de tierra se aprecian con facilidad sobre todo en la parte media y alta de la cuenca del río Atulapa; según el informe del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), esta serie de deslizamientos se ha incrementado como consecuencia de la creciente inestabilidad de la parte alta de la cuenca por pérdida o cambio de cubierta vegetal frondosa hacia un bosque abierto, por un cambio en el uso de la tierra, al convertir los bosques de fuerte pendiente en sistemas agroforestales y/o agropecuarios en general.

Una de las causas principales por la cual suceden estos fenómenos es por la pérdida de cobertura vegetal de la tierra por la siembra de café, lo cual deja el suelo susceptible a la degradación por erosión hídrica, también señala el INSIVUMEH la concentración de altos eventos de lluvia (intensidad de la lluvia) sobre todo en los meses de agosto y septiembre del año 2,006.

7.5.2 Identificación de impactos ambientales por la elaboración del proyecto

7.5.2.1 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

- **Etapas de preparación del sitio**

Residuos sólidos.

a) Materiales

La generación será temporal; se manejará con cargador frontal y camiones que lo transportaran al destino final asignado. Aún y cuando la distancia de recorrido es pequeña, para minimizar la emisión a la atmósfera de las partículas pequeñas (sólidos suspendidos) durante su transporte al sitio de tiro, se usarán lonas en los camiones encargados de su transporte, de igual manera se efectuaran riegos de agua al camino respectivo a efecto de evitar que se levante polvo en demasía. Es importante considerar que durante la época actual de lluvias, por la humedad reinante se estima poquísima emisión de sólidos a la atmósfera, con lo cual es poco probable que la calidad del aire sufra un detrimento importante.

b) Orgánicos.

Las actividades de desmonte y despalde del sitio no se requerirán por tratarse de terrenos dedicados a la actividad agrícola. No se prevé la generación de este tipo de residuo.

c) Reutilizables y/o reciclables

No se generará este tipo de residuos.

d) Emisiones atmosféricas.

- De Combustión

No se generarán este tipo de residuos.

- Orgánicos volátiles

No se generarán este tipo de residuos.

- Sólidos suspendidos

A través de las diversas actividades de esta etapa, se prevé su generación por el movimiento de tierras, por su transporte al lugar de disposición y por la actividad de excavación. Será totalmente temporal y poco significativa.

En el transporte de agregados se utilizarán lonas o cubiertas de plástico en los camiones de volteo para evitar su emanación al ambiente, así como riegos periódicos de agua al camino de tránsito.

- Etapa de construcción.

Residuos sólidos.

Se obtendrán en cantidades menores de residuos de concreto, pedacería de varillas de acero, pedacería de madera, etc., se dispondrán en zonas de recepción de escombros o en los sitios que la autoridad municipal tiene destinados para este propósito.

a) Domésticos.

Se generarán en cantidades no significativas por empaques de bebidas y golosinas consumidas por los trabajadores, se recolectarán mediante limpiezas generales y rutinarias del sitio de obra, se les guardará en tambos de 200 lts con

tapa y se llevarán a los rellenos sanitarios de la región. Su generación será totalmente temporal.

b) Orgánicos.

No se generarán

c) Reutilizables y/o reciclables.

Por pedacería de madera y sacos de cartón, se recolectarán periódicamente y se dispondrán en los lugares que para ello marquen las autoridades del municipio o de la localidad.

d) Peligrosos.

El aceite gastado será el único residuo de este tipo que se prevé que se generará, siendo en una cantidad poco significativa; se almacenará en un tambo de 200 lts con tapa y una vez que concluya la obra, se dispondrá por una de las empresas especializadas que prestan sus servicios en la capital del estado.

e) Emisiones atmosféricas.

- De combustión.

Provenientes del equipo, maquinaria pesada y vehículos utilizados en el proyecto; de poca cuantía y generación temporal, se hará énfasis en la correcta afinación de todo el parque utilizado.

- Orgánicos volátiles.

No se generarán.

- Sólidos suspendidos.

No se generarán en esta etapa del proyecto.

d) Radiación.

No se prevé este tipo de generación de contaminante.

- Etapa de operación y mantenimiento.

Residuos sólidos.

a) De materiales.

Se obtendrán periódicamente en cantidades menores, por la acción de lavado y tamizado de las aguas residuales por tratar. El residuo (basura), se dispondrá en el relleno sanitario más próximo. No se generarán más residuos sólidos en esta etapa del proyecto.

b) Aguas residuales.

En esta etapa, no se generaran más residuos.

c) Etapa de abandono.

No se contempla esta actividad en el proyecto por no ser requerida.

7.5.3 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

En la construcción de la planta, se generará un solo residuo significativo por su volumen: el producto de las excavaciones efectuadas, para ello se solicitará a la autoridad municipal de Esquipulas la designación del sitio o banco de tiro de material producto de excavación con lo cual el impacto generado por la emisión de este residuo estará bajo control. No debe perderse de vista que la actividad correspondiente es netamente puntual y temporal.

Respecto a la etapa de operación, se estima la obtención de dos tipos principales de residuos:

- Residuos sólidos (basura).
- Lodos residuales (abono natural para suelos agrícolas).

Los residuos sólidos de poca cuantía, se almacenarán temporalmente en tambos vacíos de 200 lts provistos de tapas para evitar la proliferación de moscas, olores desagradables, etc., posteriormente se embarcarán los tambos que estén llenos, en un vehículo tipo pick up y se llevarán al relleno sanitario o estación de transferencia más próximo a la planta.

7.5.4 Asuntos problemáticos potenciales

- Olores: Es raro que los olores sean problemáticos en humedales apropiadamente cargados. Sin embargo, los olores surgen más fácilmente cuando se junta el agua en pozas o el flujo se encharca. Esta situación puede ser evitada preservando las condiciones uniformes del canal y realizando el mantenimiento apropiado. Los recintos olorosos emitidos de áreas de aguas abiertas resultan típicamente de condiciones anaerobias, que puede ser creado por afluente con niveles excesivo de DBO y del amoníaco. Una manera muy efectiva para eliminar los olores es de desaguar y rellenar la célula de humedal varias veces sobre un período de varios días, permitiendo acerca de 24 horas para cada cambio.
- Condiciones del flujo homogéneo: La creación de "las zonas muertas" y la acumulación de los sólidos deben ser prevenidos, para que tiempo de contacto entre el agua y el sustrato sea llevado al máximo, permitiendo que ocurra el tratamiento.
- Mosquitos: El control del mosquito es mucho menos difícil con humedales tipo SSF porque el flujo de agua es mantenido bajo la superficie de grava, reduciendo el área para la crianza de mosquitos.
- Inundación: Aunque la vegetación utilizada en humedales es generalmente tolerante a agua, la inundación puede estorbar el crecimiento de la planta o matarla. Para prevenir la inundación, construir los niveles del humedal lo suficiente alto para que dirijan la lluvia que cae afuera del humedal hasta los lados de los células. El nivel del agua nunca debe exceder la capacidad máxima del sustrato de grava, aún con aguas residuales y precipitación. Así, las aguas residuales podrían fluir sin tratamiento hasta el área circundante.

- Cuestiones políticas: En áreas donde las leyes ambientales de protección para prevenir las descargas de aguas residuales están ausentes, es importante la motivación para hogares o comunidades para aplicar estos sistemas ya que pueden faltar.

7.6 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 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 numero 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 de 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.

7.7 MATRIZ DE LEOPOLD

En la ejecución del presente proyecto se tomó 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, tomando como base la sugerida por el Banco Centroamericano de Integración Económica.

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 de números:

Descripción de Símbolos:

+ 2 > impacto significativo:

- 2 > impacto adverso significativo

+1 < Impacto benéfico significativo

-1 < impacto adverso significativo

0 = Impacto neutro (No existe impacto).

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 sociedades, renglón importante en cualquier sociedad que serán analizados en este estudio.

Cuadro 5. Matriz de Leopold.

MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADO													
FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES DEL PROYECTO										
			Planificación	CONSTRUCCION						MANTENIMIENTO			EVALUACIÓN
				Limpieza del área	Movimiento de Tierras	Zanqueo y Excavaciones	Transporte de Materiales	Preparación área para el sistema depurador	Instalación del sistema depurador	Residuos Sólidos	Líquidos	Mantenimiento	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Arbustos	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2
		Herbáceas	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2
		Especies en peligro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FAUNA	Animales terrestres	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	-2
		Pájaros	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
		Micro fauna	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	-4
		Especies en	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		peligro											
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Recursos minerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Materiales de construcción	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	-3
	PROCESOS	Cambio de uso	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	-4
		Erosión	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-3
		Escorrentía	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	-4
	AGUA	Superficial	0	-1	-1	-2	0	-1	-1	-1	0	0	-7
		Subterránea	0	0	0	-1	0	0	-2	-1	0	0	-4
	ATMOSFERA	Polvo	0	-1	-2	-1	-2	-1	-1	0	0	1	-7
		Gases	0	0	0	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-5
		Olores	0	0	0	0	0	-2	-1	-1	-1	-1	-5
		Ruido	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-5
	FACTORES CULTURALES	RECREO	Instalaciones de recreo	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
ESTATUS CULTURAL	Salud y seguridad		3	0	0	1	1	2	2	-1	0	1	9
	Empleo y mano de obra		2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	19
EVALUACIÓN			7	-9	-8	-6	-3	-6	-1	-3	0	2	-26

Fuente: EPS-GAL 2,014.

7.8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación son el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

Tal como se muestra en la matriz elaborada, el proyecto “Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales como mecanismos de remoción de contaminantes, como parte del proceso de gestión ambiental del parque Chatún, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, presenta impactos negativos por la ejecución. Para contrarrestar estos impactos se presentan las siguientes medidas de mitigación:

- En la fase de construcción se regará el área constantemente con el objeto de evitar que las partículas de suelo sean arrastradas por efecto del aire.
- Para evitar problemas de ruido y leves molestias a la salud de los habitantes del lugar, los módulos se colocarán en un área alejada de la población (trabajadores, visitantes, otros).
- Para minimizar el impacto visual de la construcción civil, se reforestará el área con especies nativas y que contribuyan a la generación de sombra al módulo, y de ser necesario se crearán jardines ornamentales.

- 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 pero en su mayor parte será utilizado como relleno en el mismo terreno.

En la compactación del terreno y la nivelación debe evitarse utilizar maquinaria que por sus características sea antigua, se debe de utilizar maquinaria que sus sistemas mecánicos estén en perfecto estado de funcionamiento, pues se considera conveniente tanto para el rendimiento y protección del medio ambiente. Se recomienda también darle mantenimiento adecuado a la maquinaria en un área específica, para evitar un derramamiento accidental, que pueda ser crítico para el medio ambiente.

- El impacto en la atmosfera por el incremento de partículas en suspensión debido a las actividades de excavación del tanque, y el movimiento del suelo por camiones de volteo, al momento de retirarlo del área de excavación, modificando así de forma no significativa la calidad del aire.

Para reducir la generación de partículas de polvo se considera que durante la fase de construcción, operación y mantenimiento del proyecto debe evitarse maquinaria que por sus características sea antigua, o que sus sistemas mecánicos e hidráulicos estén visiblemente deteriorados, ya que este tipo de equipo continuamente derrama lubricantes y combustibles. Se considera conveniente tanto para el rendimiento y protección del medio ambiente, utilizar maquinaria que satisfaga no solo requisitos de eficiencia, sino que sus sistemas mecánicos estén en perfecto estado de funcionamiento. Se recomienda también darle mantenimiento adecuado a la maquinaria y a las unidades de transporte del suelo extraído de la excavación del tanque, para que no provoque ruidos mayores a lo debido.

Otra medida que se implementará es en el área de recorrido de los camiones de volteo, se aplicará periódicamente agua para evitar la generación de (polvo) partículas en suspensión.

- En cuanto a la flora, para la construcción del sistema de depuración se eliminarán los árboles y arbustos nativos que están de forma dispersa en el área de construcción, los daños causados por la eliminación de estos árboles y arbustos, se considera que serán mínimos.

Para minimizar este impacto se sembraran árboles forestales en el área en donde se instalara el sistema depurador, que será el parque Chatún, permitiendo así mayor oxigenación del medio beneficiando con esto a la salud humana.

- En cuanto a la fauna, dentro del área donde se construirá el sistema depurador, no existe un ecosistema definido, debido a que esa área ya ha sido intervenida, por actividades antropogénicas, por la expansión del cultivo de café y principalmente por la creación del parque Chatún.

Para preservar y proteger a la fauna del lugar se sembrarán especies forestales, frutales y ornamentales, para que sirvan de soporte y hábitat para las especies nativas.

- Con la actividad de la implementación del proyecto, se generará empleo a mano de obra no calificada, y personal encargado del sistema depurador, mejorando los ingresos económicos locales.

Por ser un impacto positivo, porque se van a generar fuentes de empleo durante y la construcción, funcionamiento y mantenimiento del sistema depurador.

- Físicamente los sitios arqueológicos no sufrirán daño al no encontrarse cerca del proyecto.

7.9 PLANES DE SEGURIDAD AMBIENTAL, HUMANA Y DE CONTINGENCIA

7.9.1 Plan de seguridad ambiental

Los factores ambientales que incide negativamente durante el proceso del desarrollo del proyecto, se consideran mínimos, pero se tienen que llevar a cabo las recomendaciones propuestas en protección de la salud y seguridad humana de sus laborantes, por lo que de acuerdo a lo indicado en el Nuevo Reglamento de Evaluaciones de Impacto ambiental del MARN y de conformidad con los impactos detectados y su naturaleza, se determina el siguiente Plan de Seguridad Ambiental:

1. Primero se debe de evacuar el suelo resultante de la excavación donde se construirá el sistema depurador, para evitar acumulaciones de suelo en el área de construcción.
2. Se recomienda aplicar agua utilizando una regadera, en las áreas por donde transiten los camiones para la recolección del material de suelo, esto con el fin de evitar la generación de partículas en suspensión (polvo).
3. Para seguridad y protección del sistema depurador, se recomienda la limpieza periódica del mismo.
4. Se recomienda para seguridad y protección del sistema depurador que el terreno de base (fondo y paredes) donde se construirá el tanque debe estar perfectamente compactado, alisado y limpio de piedras, raíces y otros detritos que puedan forzar y perforar el material.
5. Se recomienda llevar un registro del mantenimiento del sistema depurador.

7.9.2 Plan de contingencia

De acuerdo a lo establecido en el Nuevo Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental del MARN y basado en los procesos de construcción y operación del proyecto, se considera que la posibilidad de una contingencia podría estar ligada directamente con una situación de emergencia natural o bien por un siniestro.

- Se recomienda como medida contingente, que en el área del sistema depurador, la tapa de entrada al sistema de preferencia se mantenga cerrada, para evitar el ingreso de personas ajenas a la operación, así como animales que puedan provocar daño al sistema.
- En el caso de una situación provocada por un sismo se recomienda elaborar un plan de acción que atienda especialmente a los laborantes de otros proyectos que sean de tratamiento de Desechos Sólidos, con el fin de que se esté preparado para atender tal circunstancia. Este plan deberá contener medidas de evacuación, desalojo organizado del lugar.

7.9.3 Plan de seguridad a la salud humana

Respecto a los aspectos que se consideran, deben prevalecer para conservar y asegurar la integridad humana de los miembros que realicen actividades de tratamiento de Desechos Sólidos en el proyecto y respecto a lo indicado en el Reglamento de Evaluaciones de Impacto Ambiental del MARN, se establece lo siguiente:

1. Es recomendable que dentro de las instalaciones del sistema depurador se disponga de un botiquín de primeros auxilios, que cuente con todos los

medicamentos posibles para la atención de accidentes menores, es importante que este botiquín este ubicado en un área apropiada y accesible a los empleados.

2. Se recomienda que se proporcione a los empleados equipos de protección, con el fin de que cumpla con la legislación existente, salvaguarde la seguridad individual y colectiva y permita un desarrollo adecuado de sus actividades.

3. Se recomienda brindar charlas sobre temas de seguridad, buenas prácticas de trabajo e higiene a los trabajadores del proyecto.

4. En todos los servicios sanitarios se debe de colocar avisos educativos para que las paredes se mantengan limpias de rótulos de toda clase, a manera de ir educando poco a poco a la población laborante y visitante.

5. Para los servicios sanitarios es importante que se coloquen recipientes suficientemente grandes con tapadera, para evitar que se tire el papel en el suelo o dentro del inodoro.

6. Colocar en lugares estratégicos normas básicas de utilización de los servicios sanitarios como lavarse las manos después de utilizar el baño, entre otros.

7.9.4 Plan de control y seguimiento ambiental

De acuerdo a las condiciones descritas de operatividad del proyecto, para el mantenimiento de sus instalaciones, con el fin de garantizar un proceso ambientalmente compatible que cumpla a cabalidad con las medidas de mitigación establecidas en el presente documento, se hace indispensable establecer un Plan de control y seguimiento Ambiental, para este proyecto.

A continuación se plantea el plan general para el monitoreo ambiental:

Primero se establece la necesidad de contar con una verificación periódica de la operación del proyecto y como este interactúa con el medio ambiente, se debe de hacer inspecciones mediante representantes regionales del MARN o a través de empresas que se dediquen a realizar este tipo de actividad, se debe de hacer visita de inspección cada 6 meses, inspeccionando detalladamente y evaluando.

Para la inspección se deberán de cubrir los siguientes aspectos:

- Las condiciones generales de operación del proyecto.
- Los efectos de la operación del proyecto.
- Análisis de los impactos ocasionados y sus medidas de mitigación.
- Evaluación del establecimiento de procedimientos de seguridad humana y ambiental.
- Aplicación de las medidas de mitigación a los impactos.
- Supervisión de las medidas para protección humana y ambiental.
- Análisis del proceso de desarrollo del proyecto, riesgos y, alternativas.
- Evaluación de instalaciones, equipo de bombeo y distribución.
- Revisión de programas de trabajo e implementación de planes alternos.
- Conclusiones de la situación de ejecución del proyecto y recomendaciones.

CRONOGRAMA

	Tiempo							
	Año 1		Año 2		Año 3			
Procesos	1er. Semestre	2do. Semestre	1er. Semestre	2do. Semestre	1er. Semestre	2do. Semestre	Recursos	Responsable
Estudio del sitio							Recurso físico: Planos, hojas cartográficas del parque Chatún, recurso humano.	Personal administrativo de la Gerencia.
Contratación de la mano de obra							Curriculum vitae, personal capacitado para las entrevistas de trabajo.	Personal administrativo de la Gerencia.
Diseño y área del sistema depurador							Recurso físico: Planos del diseño del sistema, recurso humano.	Personal administrativo de la Gerencia, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).

Construcción del estanque							Recurso físico: Planos del diseño del proyecto, recurso humano.	Personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros, técnicos, jornaleros).
Instalación del sistema de conducción							Recurso físico: Línea de conducción del agua del parque Chatún, materiales (tubería PVC de diferentes diámetros, llaves de paso).	Técnico de saneamiento ambiental, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).
Instalación del sistema de bombeo							Recurso físico: Planos del diseño del proyecto, tubería PVC, arena, grava, otros.	Técnico de saneamiento ambiental, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).
Instalación del sistema de distribución							Recurso físico: Sistema de distribución de tubería PVC, y una unidad de bombeo hidrométrica, nanómetro, filtro, recurso humano.	Técnico de saneamiento ambiental, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).

Implementación de medidas de mitigación							Recurso físico: Normativo en el que se encontraran las medidas de mitigación en los casos que lo requieran, recurso humano.	Personal administrativo de la Gerencia, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).
Funcionamiento del sistema							Se designará a una persona para que se encargue de velar por el funcionamiento del sistema, la cual deberá ser capacitada para elaborar con eficiencia su labor.	Personal administrativo de la Gerencia, personal encargado de la construcción del proyecto (ingenieros civiles, jornaleros).

CONCLUSIONES

- Mediante la evaluación financiera del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: Valor Presente Neto VPN = 138,183.16; Tasa Interna de Retorno TIR = 186.39% y La Relación Beneficio Costo R B/C = 2.37, valores calculados con una tasa de descuento del 7.
- Tomando en cuenta el análisis de sensibilidad para el proyecto, cuando los costos aumentan un 10% y los ingresos disminuyen en igual proporción, los indicadores financieros son: VPN = 66,613.05; TIR = 51.89%, R B/C = 1.60.
- En general, este sistema es apropiado para comunidades pequeñas ya que el tratamiento es extremadamente eficiente con porcentajes de 90%, 95% y 85% para la nitrificación.
- De acuerdo al análisis realizado la demanda de agua del parque Chatún que se abastece del río Atulapa es de aproximadamente de 10 - 15 m³ diarios.
- Como el Valor Presente Neto VPN es mayor a cero, la Tasa de Interna de Retorno TIR es mayor que la tasa mínima aceptable de retorno TMAR (7%) y la Relación Beneficio Costo R B/C es mayor a 1; de acuerdo a los criterios de decisión el proyecto debe ser aceptado, para su ejecución.
- Se deben tener presentes los impactos ambientales, aunque pocos, que vendrán como consecuencia de la implementación del proyecto, en especial a lo referente al efecto que provocara la construcción del estanque.

BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2005. Manual de beneficiado húmedo. Guatemala. 249 p.
- Baca Urbina, G. 2007. Evaluación de proyectos. 5 ed. México, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. p. 13 - 84.
- Comisión Departamental de Medio Ambiente, Chiquimula, GT. 2006. Perfil ambiental de Chiquimula. Chiquimula, GT, Asociación Regional Campesina Chortí. 43 p.
- Congreso de la República de Guatemala. 1986. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente de la República de Guatemala: decreto 68-86. Guatemala, CONAMA. 16 p.
- _____. 1997. Código de salud. Guatemala, MARN. 50 p.
- Garay, J. 2001. Estudio de impacto ambiental (en línea). San José de Gracia, MX, SINAT. 166 p. Consultado 19 jun. 2014. Disponible en: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/ags/estudios/2003/01AG2003H0008.pdf>
- Gutiérrez A. 2001. Tratamiento de aguas residuales por medio de humedales artificiales (en línea). Morelos, MX, UNSIJ. 189 p. Consultado 10 jun. 2014. Disponible en: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-52.pdf

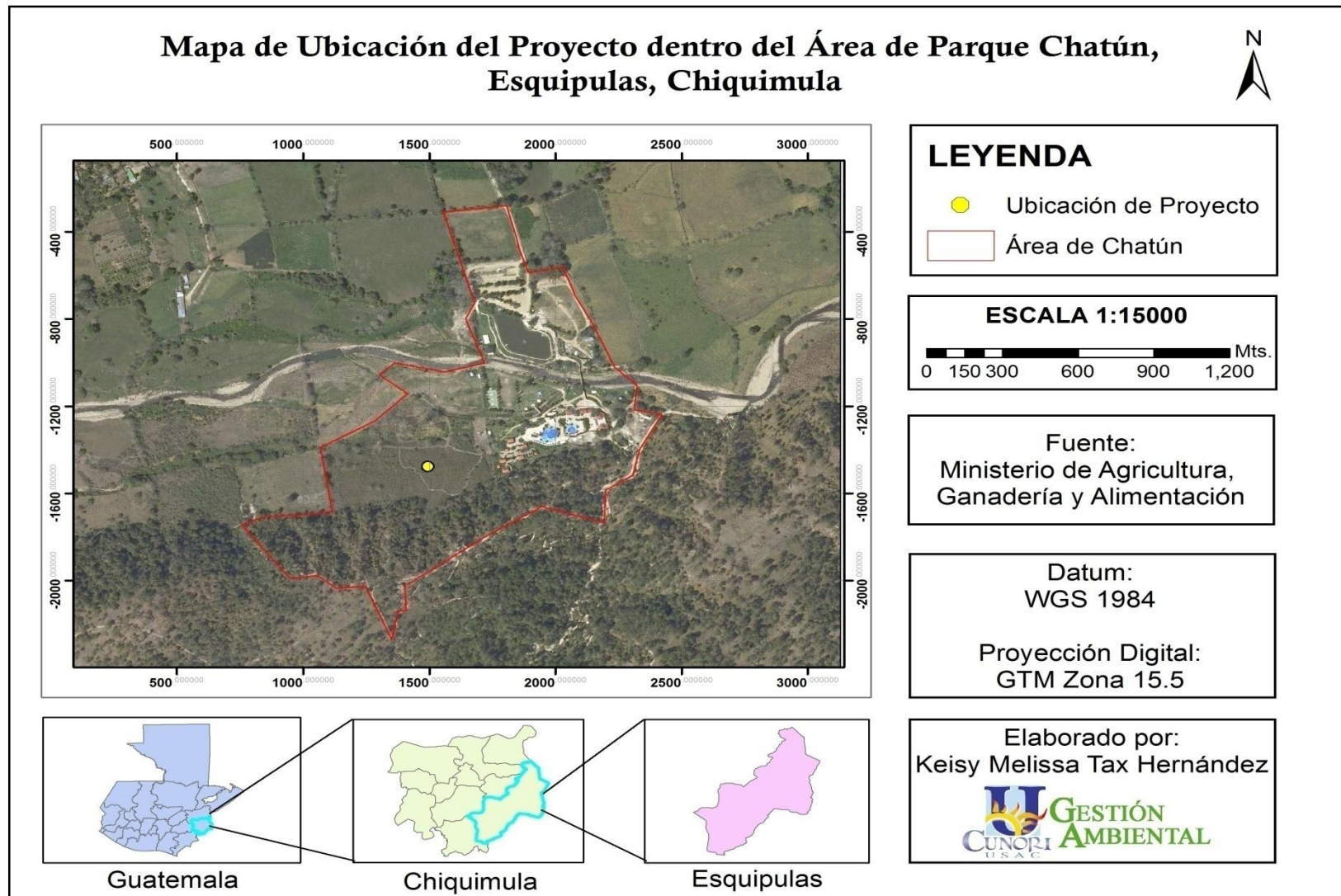
- INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Censo nacional xi de población y vi de habitación: características de la población y de los locales de habitación censados. Guatemala. 266 p.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2011. Datos meteorológicos de los departamentos (en línea). Guatemala. Consultado 27 jul. 2014. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
- León Vizcaíno, LF. 1997. Índice de calidad del agua (ICA), forma de estimarlo y aplicación en la cuenca del río Lerma-Chapala. México, IMTA. 7 p.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2003. Nuevo reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Guatemala. 17 p.
- Ministerio de Trabajo y Previsión Social, GT. 2002. Reglamento de higiene y seguridad en el trabajo: artículo 204. Guatemala, Editorial Serviprensa, S.A. 44 p.
- Setty, K. 2003. Manual de diseño: humedal para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración (en línea). California, US, University of California. 16 p. Consultado 17 jun. 2014. Disponible en: http://www2.bren.ucsb.edu/~keller/courses/GP_reports/Diseno_Humedal_AguasGrises.pdf
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, GT). 2003. Recursos naturales (en línea). Guatemala. 77 p. Consultado 25 jul. 2014. Disponible en:

<http://www.unesco.org/new/es/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/>

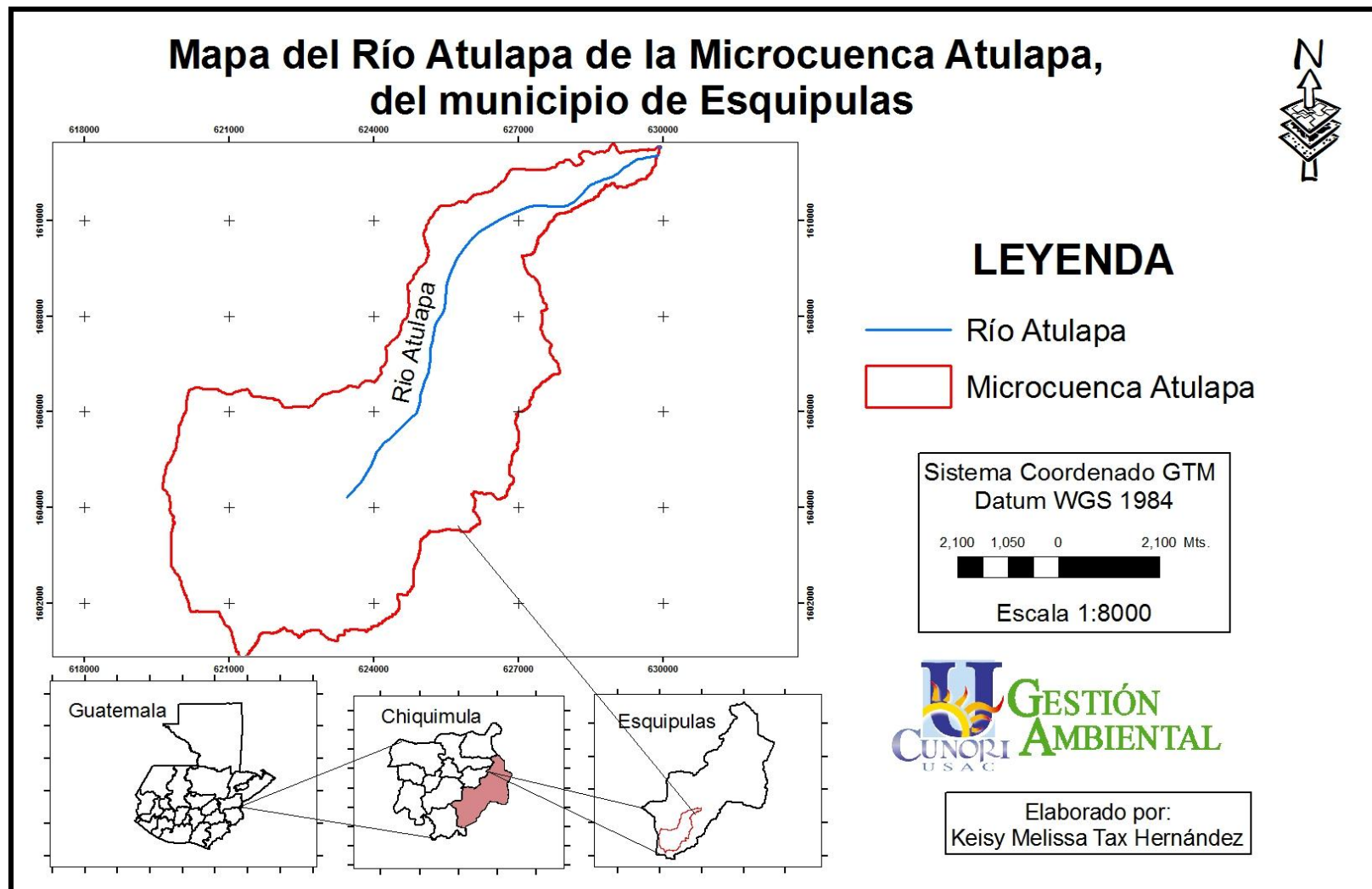
- Watson, J. 2000. Humedales de flujo subsuperficial (en línea). Washington, US, University of California. 16 p. Consultado 18 jun. 2014. Disponible en: http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2003_07_10_mtb_cs_00_023.pdf

ANEXOS

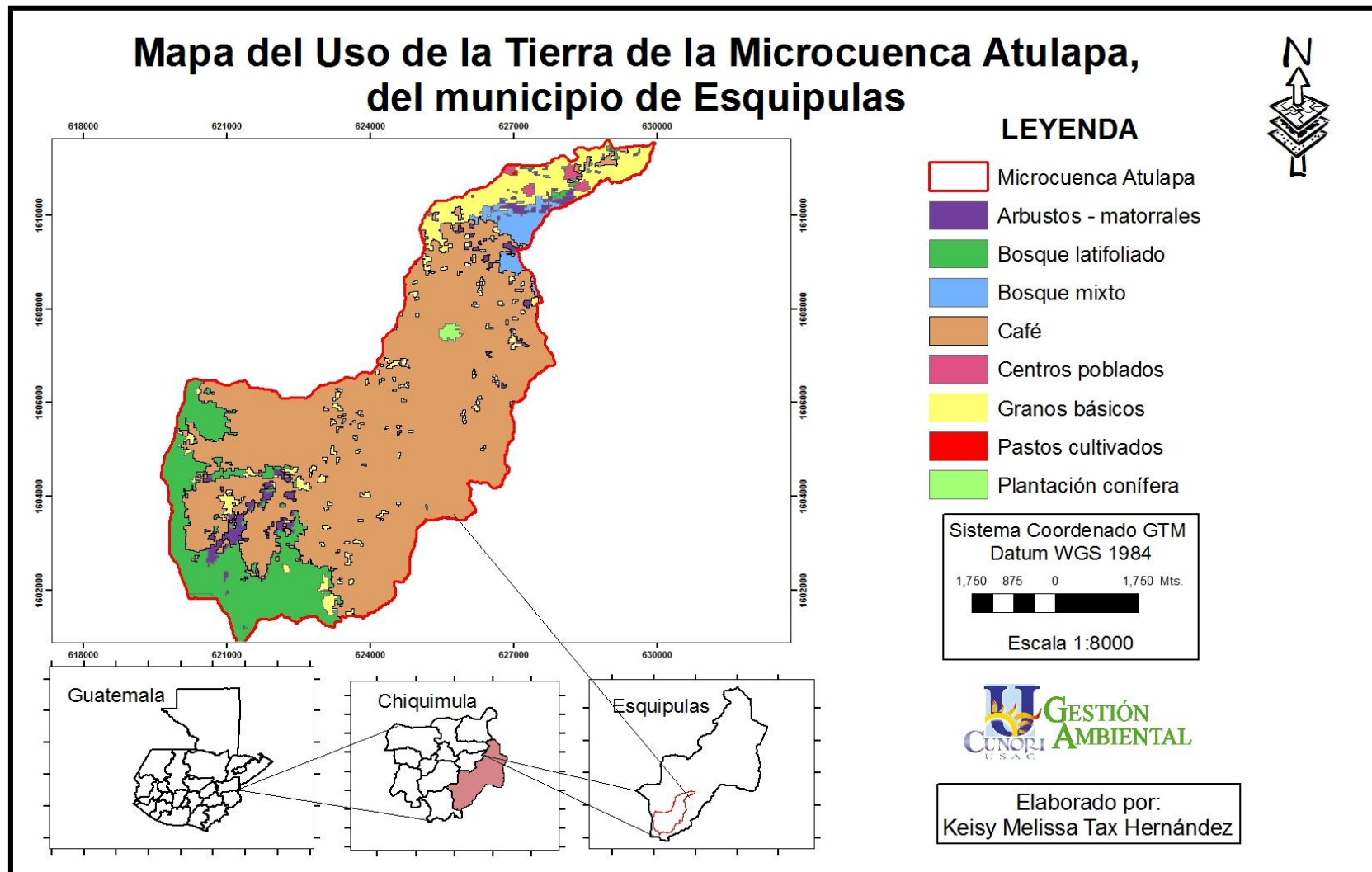
Anexo 1. Ubicación del proyecto, dentro del área del parque Chatún, municipio de Esquipulas, Chiquimula.



Anexo 2. Mapa del río Atulapa de la microcuenca Atulapa, del municipio de Esquipulas, Chiquimula.



Anexo 3. Mapa del uso de la tierra de la microcuenca del río Atulapa, del municipio de Esquipulas, Chiquimula.



Anexo 4. Mapa de los lugares poblados de la microcuenca del río Atulapa, del municipio de Esquipulas, Chiquimula.

