

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental
para la ampliación y habilitación de la estación biológica
de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán

Guatemala, 2005

Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental
para la ampliación y habilitación de la estación biológica
de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental
para la ampliación y habilitación de la estación biológica
de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán

Modelo de trabajo profesional presentado por Mila Llorens Lehnhoff
para optar al grado de Master en Estudios Ambientales

Guatemala, 2005

Vo.Bo.:

(f) 
Asesora: MSc. Claudia Quan

Tribunal:

(f) 
MSc. Claudia Quan

(f) 
Ing. Jonathan Salgado

(f) 
Dr. Michael Dix

Fecha de aprobación: 10 de Junio de 2005

PREFACIO

Este trabajo profesional ha sido elaborado para optar al grado de Master en Estudios Ambientales en la Universidad del Valle de Guatemala. El tema surgió como respuesta a la necesidad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto de habilitación de la Estación Científica en la Reserva Natural Privada Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán, propiedad de la Fundación de la Universidad del Valle (FUVG).

Durante la maestría, recibí el curso de Evaluación de Impacto Ambiental. Este curso me fue de gran utilidad para la realización de este trabajo profesional, ya que me dio las bases teóricas necesarias para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

Entre las limitaciones encontradas en el proceso de elaboración de este trabajo, cabe mencionar la poca disponibilidad de información y de apoyo que se puede obtener en algunas instituciones estatales. La mayor parte de la información la obtuve en la FUVG, el INSIVUMEH, y la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala.

Originalmente, el proyecto de habilitación de la Estación Científica contaba con financiamiento para su realización. Sin embargo, en el transcurso de la elaboración de este trabajo, el financiamiento fue cancelado debido a problemas internos de la organización que lo iba a brindar. Esto trajo consigo una serie de dificultades. Entre ellas cabe mencionar que el proyecto sobre el cual debía elaborar el Estudio de Impacto Ambiental no se había terminado de formular, y que muchos procedimientos eran aún desconocidos.

Espero que la Evaluación de Impacto Ambiental presentada sirva de guía y sea de utilidad para la habilitación de la Estación Científica. Asimismo, espero que con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en este documento, se reduzcan los impactos negativos que se podrían generar por las actividades de construcción del proyecto. Con la mejora de la estación, se busca facilitar la realización de estudios sobre la reserva y aportar a la conservación de la biodiversidad del área.

Deseo agradecer a mi madre, Elisabeth, por su dedicación, paciencia y apoyo incondicional en todo momento; a toda mi familia y amigos, por apoyarme y acompañarme en esta etapa de mi vida; a mis asesores, MSc. Claudia Quan e Ing. Jonathan Salgado, por su tiempo y su ayuda en la elaboración de este trabajo; al Arq. Guillermo Arévalo, por su tiempo y colaboración; a la Fundación de la Universidad de Valle, el INSIVUMEH y a todas las personas e instituciones que me brindaron la información necesaria para la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO.....	v
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
A. PROBLEMA.....	2
B. ANTECEDENTES.....	3
1. Refugio del Quetzal.....	3
2. Evaluación de Impacto Ambiental.....	6
a. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial.....	8
b. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.....	8
3. Estudios de Impacto Ambiental en Guatemala: Marco Legal.....	9
4. Criterios de diseño para infraestructura dentro de áreas protegidas	11
a. Criterios ecológicos.....	11
b. Criterios funcionales.....	12
c. Criterios estéticos.....	13
C. OBJETIVOS.....	13
1. Objetivo general.....	13
2. Objetivos específicos.....	14
D. JUSTIFICACIÓN.....	14

II.	METODOLOGÍA.....	15
	A. Descripción del sitio de estudio.....	15
	B. Etapa de campo.....	16
	C. Etapa de gabinete.....	16
	1. Formulario de Evaluación Ambiental Inicial.....	16
	2. Identificación y análisis de Impactos.....	17
	3. Estudio de Impacto Ambiental.....	17
III.	RESULTADOS	18
	D. Formulario de Evaluación Ambiental Inicial FEAI del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.....	19
	E. Estudio de Impacto Ambiental Completo.....	26
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
V.	RECOMENDACIONES.....	74
VI.	LITERATURA CITADA.....	76
VII.	OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS.....	78
VIII.	APÉNDICES.....	79
	1. Apéndice 1: Mapa de ubicación y acceso y mapa de localización en hoja cartográfica 1:50,000.....	80
	2. Apéndice 2: Mapas de Reservas Naturales Privadas del Volcán Atitlán.....	83
	3. Apéndice 3: Lista de principales especies de flora y fauna reportadas para la zona.....	86
	4. Apéndice 4: Formulario de Evaluación Ambiental Inicial FEAI.....	89
	5. Apéndice 5: Guía de términos de referencia para la elaboración de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del MARN.....	96
	6. Apéndice 6: Planta conjunto de la Estación Científica.....	104

7. Apéndice 7: Diagrama de sistema de recolección y almacenamiento de agua pluvial.....	106
8. Apéndice 8: Diagrama de techo de recolección de agua de lluvia y aula para clases.....	108
9. Apéndice 9: Propuesta de diseños de letrinas.....	110
10. Apéndice 10: Propuesta de infraestructura y planos de los senderos.....	112

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Cronograma de actividades del proyecto en meses.....	35
Cuadro 2. Número total de habitantes según género de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá.....	48
Cuadro 3. Población según grupo y procedencia étnica de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá	48
Cuadro 4. Número de hogares y promedio de personas en cada hogar de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá.....	49
Cuadro 5. Población alfabetizada según género en cada poblado cercano al proyecto (colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá).....	49
Cuadro 6. Población económicamente activa de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá.....	50
Cuadro 7. Número de hogares de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá que tienen acceso a servicios básicos.....	50
Cuadro 8. Lista de chequeo de los impactos de cada actividad del proyecto durante la fase de construcción.....	54
Cuadro 9. Medidas de mitigación para los impactos negativos generados por las actividades del proyecto.....	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Casa rústica de la Estación Científica.....	51
Figura 2. Vista panorámica del atardecer desde la casa rústica de la Estación Científica	51
Figura 3. Vista panorámica del amanecer desde la casa rústica de la Estación Científica	51
Figura 4. Vista 1 del sendero	52
Figura 5. Vista 2 del sendero.....	52
Figura 6. Vista 3 del sendero	52
Figura 7. Río Siguacán camino a la Estación Científica.....	52
Figura 8. Plantación de hule de la finca Panamá	52

RESUMEN

En este estudio se desarrolló una Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto “Habilitación de la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán, Para Fomentar su Uso Sostenible”¹. Lo anterior, con el objeto de establecer la viabilidad de un proyecto de construcción dentro de dicha área protegida.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar si el Refugio del Quetzal puede asimilar los cambios que surgirán con las construcciones necesarias para la habilitación de la Estación Científica. Con dicho propósito, se realizó una Evaluación Ambiental Inicial utilizando el Formulario de Evaluación Ambiental Inicial FEIA del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Posteriormente, se identificaron los impactos, tanto negativos, como positivos causados por las actividades del proyecto. Luego, se elaboró el Plan de Gestión Ambiental que permitirá mitigar y/o disminuir dichos impactos y además, se propusieron diseños de infraestructura que impacten lo menos posible la vida silvestre y el ambiente de la zona. Por la ubicación del proyecto en el Volcán Atitlán, se incluye además, un Plan de Contingencias contra amenazas naturales, tales como erupciones y deslaves. Este plan fue propuesto en el documento “Volcanic Hazards at Atitlan Volcano, Guatemala”² escrito por J.M. Haapala *et al.* Como informe final, se presentó el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, en el cual se incluye el Plan de Contingencias y el Plan de Gestión Ambiental del proyecto.

Con este trabajo se pretende contribuir a mejorar la Estación Científica para facilitar la realización de estudios sobre el refugio y la región. Además, se busca aportar a la conservación de la biodiversidad del área, ya que se disminuirán los impactos negativos que pudiesen surgir a partir de las acciones a realizar para habilitar la Estación.

¹ *Nota aclaratoria:* El proyecto se presentó con este nombre, sin embargo, en el Plan Maestro (elaborado posteriormente) el nombre del sitio cambió a Reserva Natural Privada Estación Científica del Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán. En este documento, al referirse al proyecto, se tomará el nombre original, y al hablar de la Reserva, se hará referencia al nombre que se le dio en el Plan Maestro.

² Título en español: “Amenazas volcánicas en el Volcán Atitlán, Guatemala”

ABSTRACT

This study contains an Environmental Impact Assessment developed for the Project “Equipment of the Biological Station of the Quetzal Reserve, Atitlan Volcano, to Promote its Sustainable Use”³. Its purpose is to establish the viability of a construction project within this protected area.

The main objective of this survey is to determine if the Quetzal Refuge will be able to assimilate changes to be introduced by construction to equip the Scientific Station. An Initial Environmental Assessment has been carried out for the aforementioned purpose, based on the Initial Environmental Assessment Form (FEAI) of the Ministry of Environment and Natural Resources. Subsequently, impacts which will be caused by project activities, both negative and positive, have been identified. Additionally, an Environmental Management Plan has been prepared that will allow impact mitigation and/or reduction. Also, infrastructure designs that would cause the least possible impacts on the area’s environment and wildlife have been proposed. As the project is located on the Atitlan Volcano, a Contingency Plan against natural hazards such as eruptions and landslides has been included. This plan was proposed in the document “Volcanic Hazards at Atitlán Volcano, Guatemala” by J.M. Haapala *et al.* As the final project report, an Environmental Impact Assessment Study, including a Contingency Plan and an Environmental Management Plan was presented.

This survey is aimed at improving the Scientific Station in order to facilitate studies on the Refuge and the region and at contributing to biodiversity conservation by reducing negative impacts that could emerge from development of infrastructure.

³ The study has been submitted and approved with this name. However, the Master Plan, which was prepared later, changed the name of the site to “Reserva Natural Privada Estación Científica del Refugio del Quetzal – Volcán Atitlán” (Private Natural Reserve Quetzal Refuge and Scientific Station – Atitlan Volcano). Throughout this paper the original project name will be used, while the Reserve and Station will be named as “Refugio del Quetzal” [Quetzal Refuge] and “Estación Científica” [Scientific Station], according to the Master Plan.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como finalidad principal, establecer la viabilidad de un proyecto de construcción dentro del área protegida Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atilán. El estudio a realizar consiste en una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto “Habilitación de la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal, Volcán Atilán, Para Fomentar su Uso Sostenible”. La ejecución de dicho proyecto estará a cargo de la Universidad del Valle de Guatemala.

Actualmente, en la Estación Científica, existen problemas de escasez de agua potable en época de verano, difícil acceso, falta de senderos para recorrer el refugio, y limitadas facilidades sanitarias, entre otros. También se teme que el inicio de las actividades de investigación y visitación, provoque degradación de los recursos biológicos por daños mecánicos producidos por los visitantes y por sobrecolecta de especímenes.

El proyecto de habilitación de la Estación Científica tiene como objetivo general, aumentar la presencia institucional de la Universidad del Valle de Guatemala en el Refugio del Quetzal para su protección, regulación de su utilización y logro de su sostenibilidad económica. Para alcanzar dicho objetivo, se ampliarán y mejorarán las instalaciones de la estación, con lo que además, se podrá operativizar adecuadamente su funcionamiento y aumentarán los ingresos por su uso.

La Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atilán está en proceso de declaratoria como Reserva Natural Privada. Actualmente, se está elaborando el Plan Maestro del Refugio para asegurar su conservación, sostenibilidad y manejo adecuado. El financiamiento para ambas iniciativas fue brindado por el Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (FONACON).

Para la elaboración del proyecto de habilitación de la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal, se construirán obras físicas dentro de un área protegida. Según la legislación guatemalteca, determinados proyectos, obras e industrias requieren de una Evaluación de Impacto Ambiental. En la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de Guatemala (Decreto 68-86) se especifica cuáles actividades requieren de

dicha evaluación. Además, según la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), todas las actividades que se lleven a cabo en áreas protegidas requieren de un Estudio de Impacto Ambiental. Tomando en cuenta lo anterior, se elaboró una Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto en cuestión, en el cual se determinaron los impactos positivos y negativos del proyecto.

Dentro de la Evaluación de Impacto Ambiental se identificaron y analizaron los impactos positivos y negativos que puedan llegar a surgir por la construcción de la infraestructura para la habilitación de la Estación. Se elaboró un Estudio de Impacto Ambiental en el cual además, se presenta un plan de Gestión Ambiental. En este plan se proponen medidas de mitigación para disminuir o evitar los impactos negativos que puedan surgir del proyecto. Además, el estudio contiene un plan de contingencias contra amenazas naturales que puedan generarse en el Volcán Atitlán. Dicho plan fue elaborado por J.M. Haapala y se encuentra en el documento “Amenazas volcánicas en el Volcán Atitlán, Guatemala”.

El Estudio de Impacto Ambiental ayudará a realizar las actividades del proyecto de tal forma, que el ambiente y los recursos naturales de la zona sean impactados lo menos posible. Con esto se pretende colaborar con el desarrollo de la Estación Científica del Refugio del Quetzal, y sobre todo, aportar a la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y la vida silvestre de la zona. Esto es de suma importancia en esta área, ya que el Refugio del Quetzal forma parte de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA), y además, es uno de los sitios de mayor diversidad de flora y fauna de dicha reserva.

A. PROBLEMA

Es necesario determinar cuál es el efecto de los impactos ambientales generados por los trabajos de habilitación y otras obras de mejoramiento de la Estación Científica sobre la vida silvestre y el entorno del Refugio del Quetzal. Por medio de una Evaluación de Impacto Ambiental y de un Plan de Gestión Ambiental se determinarán y analizarán los impactos negativos, y se propondrán medidas de mitigación para disminuirlos o evitarlos.

B. ANTECEDENTES

En este apartado se hace referencia a las bases teóricas necesarias para la elaboración de este trabajo. Como primer punto, se describen las características generales del Refugio del Quetzal, sus objetivos y la historia de cómo fue formada. Además se especifica la razón por la cual es importante que el Refugio del Quetzal se declare como Reserva Natural Privada, haciendo referencia al Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas. Como segundo punto, se dan definiciones de los temas relacionados a la Evaluación de Impacto Ambiental. Como tercer punto, se describe el marco legal relacionado a los Estudios de Impacto Ambiental en Guatemala, según la ubicación y el tipo de proyecto. Como último punto, se describen los criterios de diseño de infraestructura que deben seguirse al construir dentro de áreas protegidas, para impactar lo menos posible el ambiente y los ecosistemas del sitio. Esta base teórica es de suma importancia para la elaboración del proyecto de habilitación de la Estación Científica, ya que el proyecto se realizará dentro de un área protegida.

1. Refugio del Quetzal. La Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal se localiza en la falda sur del Volcán Atitlán, en el Departamento de Suchitepéquez, Municipio de Santa Bárbara, a 17 Km. del poblado de Santa Bárbara. La misma abarca un área aproximada de 1,007 hectáreas (Depto. de Biología UVG 2000) (Ver Apéndice 1).

El Refugio del Quetzal es propiedad de la Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala (FUVG), la cual busca la protección de la riqueza natural de esta área. Está incluido dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA) y actualmente es uno de los puntos de monitoreo de la misma. El Refugio colinda con cuatro reservas privadas ya establecidas legalmente: Los Andes, Los Tarrales, Chusita y El Vesubio (Dix y Fortín 2002) (Ver Apéndice 2).

Los objetivos generales de la zona fueron definidos en el Plan Maestro del Refugio del Quetzal: 1) Conservar los recursos hídricos y la biodiversidad; 2) promover el mantenimiento y restauración de la conectividad de la cadena volcánica; 3) fomentar y generar conocimiento científico sobre la reserva y la región; 4) desarrollar y promover

programas de educación ambiental y científica y 5) generar mecanismos para la sostenibilidad financiera de la reserva (UVG 2005).

Para desarrollar la Reserva del Quetzal se han realizado diversos proyectos. En mayo de 2002, se obtuvo una donación de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) para la construcción de una casa rústica, la cual cuenta con capacidad para albergar a dos guardianes permanentes y a seis investigadores. Del año 2001 al 2003, se construyó un sendero de aproximadamente 550 metros de largo (UVG 2002).

Actualmente, se cuenta con el financiamiento de FONACON para la declaratoria del área como Reserva Privada y para la elaboración del respectivo Plan Maestro. El siguiente paso para cumplir con los objetivos de la Reserva, es habilitar el funcionamiento de la Estación Científica y gestionar su sostenibilidad económica, por medio del mejoramiento de la infraestructura existente y la elaboración de un reglamento que norme la utilización de la misma (UVG 2002).

El Refugio del Quetzal está formado por dos segmentos de terreno adyacentes que fueron donados a la FUVG por propietarios de las fincas colindantes. El primero fue donado por William Owen Smith en 1985 y tiene una extensión de 584.74 ha procedentes de la finca Panamá. La misma correspondía en parte a la antigua Reserva del Quetzal, concebida y organizada en 1972 por la Dra. Anne La Bastille con apoyo de diversas organizaciones internacionales (Natural Resources, Cleveland Country Bird Club, UICN y WWF). Ésta fue la primer área establecida en Guatemala con el propósito de proteger las poblaciones de Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*) y de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*). John Smith donó a la FUVG el segundo segmento de terreno, con una extensión de 421.39 ha pertenecientes a la finca Moca Grande. Ambos segmentos donados colindan entre sí, por lo que el área total de la reserva se extendió a aproximadamente 1,007 ha. (Depto. Biología UVG 2000).

En los años ochenta, la investigación científica fue interrumpida debido al conflicto armado (Depto. Biología UVG 2000). Esto y la dificultad de acceso al lugar, hicieron posible conservar en buen estado el bosque de la reserva. Sin embargo, con el fin de la guerra interna, se inició la utilización del área para cacería deportiva y de subsistencia,

extracción de leña y cultivos, lo cual ha provocado un proceso de degradación acelerada en la zona circundante a la Reserva (CONAP 2002). Es por esto, que actualmente se está tramitando la declaratoria legal de la propiedad como Reserva Natural Privada (RNP), para asegurar la conservación, sostenibilidad y manejo adecuado del sitio.

Declarar El Refugio del Quetzal como Reserva Natural Privada es de suma importancia para conservar y proteger los ecosistemas y la vida silvestre de la zona. Las reservas naturales privadas, en general, son una alternativa para enriquecer el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), ya que muchas de ellas se encuentran en terrenos que no están debidamente representados en el SIGAP, agregando de esa forma, más áreas de protección en las zonas de vida del país. Estas áreas se convierten en parte importante del Corredor Biológico Mesoamericano. Además, las reservas naturales privadas son otra contribución más de la iniciativa privada para colaborar a mejorar la calidad de vida de la sociedad guatemalteca y de la región centroamericana (CONAP 2001).

Según el artículo 8 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas (Acuerdo Gubernativo No. 759-90), las Reservas Naturales Privadas «son áreas propiedad de personas individuales o jurídicas particulares, que los propietarios destinen voluntariamente y durante el tiempo que estimen, a la conservación y protección de hábitats para flora y fauna así como de comunidades bióticas o rasgos del ambiente. En ellas se garantizará la conservación, estabilidad o supervivencia de ciertas especies de plantas y animales, a través de la protección de hábitats críticos, poblaciones reproductivas y de alimentación o reproducción. Para el establecimiento de reservas naturales privadas, se procederá de acuerdo con lo expresado en el artículo del presente reglamento. Estas reservas contarán con el respaldo y el reconocimiento pleno del Estado para la protección de la integridad del terreno y de sus recursos».

El objetivo de manejo de las Reservas Naturales Privadas según el Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas es el siguiente: «Asegurar las condiciones naturales requeridas para proteger especies de significancia, grupos de especies, comunidades bióticas o rasgos físicos del ambiente y rasgos culturales en terrenos de propiedad privada».

La administración de una RNP está avalada por un plan de desarrollo aprobado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Con esto, no sólo se garantiza el adecuado manejo del recurso suelo, sino también se pone especial atención a los recursos hídricos y a la biodiversidad existente en esos bosques. Además de contribuir con la representatividad ecológica, se convierte en un ente social capaz de sugerir y de influenciar en la toma de decisiones de los diferentes sectores del país (CONAP 2001).

Entre los beneficios de establecer una Reserva Natural Privada se pueden mencionar los siguientes:

- El bosque se reconoce como productivo y no como tierra ociosa.
- Seguridad sobre la tenencia de la tierra.
- Asistencia técnica y capacitación para la administración del área.
- Apoyo para la obtención de asistencia financiera.
- Apoyo técnico en la elaboración de planes de prevención y mitigación para evitar riesgos y amenazas.
- Opción de incentivos forestales (reforestación o protección) por el INAB.
- Suministro de materia prima para el uso propio o para la venta (leña, agua, plantas medicinales y alimenticias, etc.)
- Se mejora la imagen de la empresa o institución.
- Opción a futuro de recibir pago por servicios ambientales, tales como captación de agua, bioprospección y fijación de carbono.
- Se complementan o se mejora la actividad principal de la propiedad, por medio de ingresos generados por el uso de los recursos naturales (CONAP 2001).

2. Evaluación de Impacto Ambiental. Según la legislación nacional e internacional, todo proyecto que pueda causar daños a los recursos ambientales del área en la que se desarrolle el mismo, deberá elaborar previamente, una Evaluación de Impacto Ambiental. Debido a la localización del proyecto de habilitación de la Estación Científica dentro de un área protegida, es necesario realizar una Evaluación Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento para identificar y evaluar las posibles repercusiones ambientales de un proyecto propuesto, evaluar alternativas y establecer medidas apropiadas de mitigación, gestión y seguimiento (Banco Mundial 1999). El propósito principal del proceso de EIA, es animar a que se

considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para que las acciones a realizar sean más compatibles con el medio ambiente (Canter 1998). Además, la EIA pretende asegurar que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planeamientos y decisiones pertinentes (Espinoza 2001).

La EIA se considera un análisis sistemático, reproducible e interdisciplinario de los impactos potenciales, tanto de una acción propuesta como de sus alternativas, en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica en particular (Espinoza 2001).

El objetivo principal de una EIA es enmarcar las actividades humanas en la política ambiental que apoya un desarrollo sostenible, sobre la base de que:

- Las acciones sean ambientalmente satisfactorias.
- Las consecuencias ambientales positivas y negativas se detecten en la etapa inicial de las acciones humanas.
- La prevención/mitigación/compensación de las consecuencias negativas de las acciones, sea un elemento central en el manejo ambiental (Espinoza 2001).

La evaluación de impacto ambiental permite comparar las situaciones ambientales existentes, con aquellas que surgirían como resultado del desarrollo de una acción en particular. Esto sirve para identificar los impactos positivos que genera el proyecto que se está evaluando y los impactos negativos que deben manejarse para evitar la degradación del medio ambiente. Lo más significativo es que se incorporen las medidas que aseguren la protección del medio ambiente y que hagan viable la acción; si ello no es posible, la acción no debe ser ejecutada (Espinoza 2001).

Un impacto ambiental se define como una alteración significativa de las acciones humanas sobre el medio ambiente. Éstas pueden ser de carácter positivo o negativo. Los impactos pueden ser directos, lo que se refiere a la pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental (contaminar aguas, talar bosques, etc.); o indirectos, que inducen y/o generan otros riesgos sobre el ambiente (erosión antrópica, inundaciones, etc.) (Espinoza 2001).

Para realizar una Evaluación de Impacto Ambiental se pueden utilizar diferentes estudios. A continuación se describen dos de ellos y sus características principales.

a. **Evaluación de Impacto Ambiental Inicial.** La Evaluación de Impacto Ambiental Inicial (EIA Inicial) es un estudio preliminar que consiste en una Evaluación Ambiental, en la cual se determina si los impactos previstos del proyecto tendrían un efecto significativo sobre la calidad del medio ambiente (Canter 1998). Si en dicho estudio se identifican impactos significativos sobre el ambiente, es necesario realizar una EIA completa (Espinoza 2001).

b. **Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.** Es un estudio técnico que, incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del ser humano y su entorno. Éste es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud de la presión que dicho entorno deberá soportar (Conesa Fernández-Vitoria 1997).

Dentro del estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, se encuentra el plan de gestión ambiental, el cual identifica todas las medidas consideradas para mitigar y compensar los impactos ambientales significativos. Para ello, se incluye:

- Un programa de mitigación, con los mecanismos y acciones tendientes a minimizar los impactos ambientales negativos y potenciar los positivos durante la construcción, operación y abandono de los proyectos.
- Un programa de medidas compensatorias que comprende el diseño de las actividades tendientes a restituir el medio ambiente (Espinoza 2001).

Las medidas de mitigación son el conjunto de medidas o consideraciones expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar

los efectos causados por los impactos adversos identificados en el Estudio. Las medidas pueden incluir las siguientes:

- Evitar completamente el o los impactos al ejecutar la acción o partes de la misma que provocan dicho o dichos impactos.
- Disminuir el o los impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su ejecución.
- Rectificar el o los impactos al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado;
- Reducir o eliminar el o los impactos paso a paso con acciones que provoca el impacto.
- Compensar al reemplazar o sustituir los recursos afectados o la calidad del ambiente deteriorado (CONAP 1999).

En casos en los que sea necesario, según la naturaleza o características del proyecto o actividad, deberán prepararse planes de contingencia, de seguridad para la salud humana y de seguridad ambiental (CONAP 1999).

3. Estudios de Impacto Ambiental en Guatemala: Marco Legal.

Para la elaboración del proyecto de habilitación de la Estación Científica, será necesario desarrollar infraestructura dentro de una Reserva Natural Privada. A continuación se presentan ciertos lineamientos de la legislación guatemalteca, en la que se especifica la necesidad de Estudios de Impacto Ambiental para este tipo de proyectos.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de Guatemala (Decreto 68-86), en el Artículo 8, reformado por el Art. 1 del Decreto del Congreso Número 1-93 especifica lo siguiente: «Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias 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».

En el Artículo 14 del el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 23-2003) se

define la necesidad de realizar una Evaluación Ambiental Inicial de la siguiente manera: «Para efectos de poder determinar si un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, por sus características, puede producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional y, por lo tanto, requiere de un estudio de evaluación de impacto ambiental u otro instrumento de evaluación ambiental, se llevará a cabo la evaluación ambiental inicial. La evaluación ambiental inicial considerará la relevancia del impacto ambiental, su localización con respecto a áreas ambientalmente frágiles y áreas con planificación territorial, con el objeto de determinar, como resultado del análisis realizado, el tipo y características del Estudio de EIA u otro instrumento de evaluación ambiental que corresponderá al proyecto, obra, industria o actividad relacionada».

Las actividades que se realicen dentro de áreas protegidas deben regirse por el artículo 20 del Decreto 4-89: «Las empresas públicas o privadas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el Consejo, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un Estudio de Impacto Ambiental presentado por el interesado y evaluado por el CONAP y, bajo las cuales dichas empresas funcionarán, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro de la unidad de conservación de que se trate».

Los proyectos que se realicen dentro de áreas protegidas, que requieran de construcción de rutas de acceso, deben seguir lo establecido en el Artículo 21 del mismo Decreto: «Cuando por cualquier razón las áreas protegidas tengan o deba construirseles caminos, ya sea para el transporte interno o del área protegida o para transporte de uso general, éstos deben ser contruidos solamente si se logra un Estudio de Impacto Ambiental favorable, presentado por el ente o empresa interesada en la construcción y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y por el CONAP. Cuando la construcción sea realizada por un concesionario, éste será el responsable de su construcción, modificaciones y mantenimiento por, al menos el tiempo que dure la concesión, salvo si en el contrato se especifica lo contrario. En el caso de las áreas

públicas, las rutas serán construidas y mantenidas por el Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas».

Tomando en cuenta la legislación anterior, y considerando que el proyecto a desarrollarse se llevará a cabo dentro de un área protegida, es necesario elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental. Esto, con la finalidad de evitar y mitigar los impactos que puedan generarse a través de las actividades del mismo.

4. Criterios de diseño para infraestructura dentro de áreas protegidas. En este apartado, se proponen criterios de diseño para infraestructura dentro de áreas protegidas, elaborados por Houseal (1979) en el documento “Manual para la Planificación y Diseño de los Parques Nacionales”. Dichos criterios de diseño se deben considerar para la propuesta de medidas de mitigación de los impactos que puedan generarse en la realización de la obra física dentro de la Reserva Natural Privada “Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán”.

Para diseñar infraestructura dentro de áreas protegidas es de suma importancia seguir ciertos criterios y lineamientos generales que se relacionen con los aspectos ecológicos, funcionales y estéticos del área natural en el que se desarrollará la construcción. Los tres están relacionados entre sí, debido a que el criterio ecológico frecuentemente determinará las calificaciones funcionales y estéticas de un diseño y viceversa. Debido a que el proyecto de habilitación de la Estación Científica se llevará a cabo dentro de una Reserva Natural Privada, es necesario tomar en consideración los criterios de diseño.

a. **Criterios ecológicos.** Estos criterios están referidos a la diversidad y estabilidad de los sistemas naturales del sitio. Se consideran los siguientes:

- La prioridad más alta del diseño debe ser la conservación y protección del ecosistema local.
- No deben introducirse especies no nativas para no romper el equilibrio existente.
- Es mejor no introducir el desarrollo en las áreas inalteradas para lograr su preservación. Si se quiere desarrollar un área es preferible hacerlo en una zona

que ya haya tenido desarrollo, ya que será menos susceptible a sufrir algún tipo de daño.

- Las zonas bióticas óptimas, deben tratarse con especial cuidado debido a que por lo general coincide con que son los sitios más atractivos para el desarrollo.
- Los rasgos ecológicos del sitio deben ser exaltados por el diseño: Los caminos y facilidades que se adaptan a los aspectos naturales del sitio, siguiendo las líneas de la vegetación, los patrones de desagüe, y las formas topográficas, son menos dañinos al ambiente del área.

b. **Criterios funcionales.** Los criterios funcionales están relacionados con la seguridad humana, las propiedades ingenieriles de los componentes físicos del lugar y consideraciones para los caminos, senderos, alineamiento de utilidades, estructuras arquitectónicas y áreas de su uso. Aunque estos requerimientos son normas generalmente aceptadas, fáciles de implementar en el diseño de sitios, su éxito está directamente relacionado con las cualidades más intangibles de la ecología y la estética del lugar. Se consideran los siguientes:

- La seguridad humana es uno de los aspectos más importantes en el diseño. No se deben crear facilidades que arriesguen la seguridad del visitante, por mala ubicación.
- Las posibilidades de desarrollo en los sitios están determinados por la adecuada utilización de los materiales del lugar y las técnicas de construcción utilizadas. El diseño estará condicionado generalmente por la situación de sol, sombra, vientos predominantes, así como por el suministro de agua, bases de caminos y cimientos y sistemas sépticos.
- Los senderos peatonales tienen el propósito de guiar al visitante en una forma segura a través de las áreas y puntos escénicos. Los senderos usualmente deben cruzar la topografía sin subidas y bajadas bruscas, no solamente por la comodidad del visitante sino porque pueden causar erosión. La pendiente máxima debe ser de 10 grados. Cualquier escalera debe tener un mínimo de 3 peldaños para ser vista y tener baranda a un costado. Los materiales no deben ser resbaladizos cuando llueva.
- Uno de los aspectos más importantes en las instalaciones en áreas protegidas es el sistema séptico. Generalmente las fosas sépticas se construyen donde el suelo es suficientemente permeable y los niveles freáticos están a un nivel bajo.

La disposición final de los drenajes es un pozo de absorción o un campo de drenaje. Estos deben estar ubicados a no menos de 30 m de un pozo de agua, preferiblemente cerro abajo.

- Las letrinas pueden ser rústicas. Estas no requieren agua y tienen muy poco impacto sobre el ambiente. Sin embargo, tiene cierto contraste su diseño.

c. **Criterios estéticos.** Los criterios estéticos están relacionados a la infraestructura y la concordancia de las mismas con el entorno. Se consideran los siguientes criterios estéticos:

- La instalación de los servicios, por lo general, debe seguir el corredor del camino para reducir los costos de instalación y reducir los impactos ambientales y visuales.
- El tipo de arquitectura deberá ser una respuesta a las condiciones del lugar, como la fuerza del viento, drenaje del agua, orientación solar, temperatura y condiciones funcionales, así como las consideraciones administrativas y de mantenimiento.
- Las estructuras deben, en lo posible, no destacarse en relación al paisaje. Con el objeto de minimizar sus impactos visuales, deben ubicarse cuidadosamente y, cuando sea posible, ocultarlas con la vegetación y topografía del lugar. Los puentes y otras estructuras deben pintarse de tal forma que no sobresalgan del medio, siendo la mejor combinación un tono más oscuro que el color dominante.
- Los aspectos estéticos de un sitio se refieren ante todo a la calidad de la experiencia al aire libre. Éstos están relacionados con el sitio en los términos de interés, confort, interacción humana, orientación y diversidad. El diseñador debe intentar crear un paisaje como una totalidad sensitiva y funcional de factores naturales que están bien balanceados.

C. OBJETIVOS

1. **Objetivo general.** Determinar si es ambientalmente viable realizar los trabajos de construcción para la habilitación y mejoramiento de la Estación Científica Refugio del Quetzal, Volcán Atitlán.

2. Objetivos específicos

- a. Realizar una Evaluación Ambiental para el proyecto “Habilitación de la Estación Biológica de la Reserva de; Quetzal, Volcán Atitlán, Para Fomentar Su Uso Sostenible”.
- b. Desarrollar un Plan de Gestión Ambiental a partir de los resultados de la Evaluación Ambiental que incluya Medidas de Mitigación.

D. JUSTIFICACIÓN

Entre las actividades que se llevarán a cabo para la habilitación de la Estación Científica están las siguientes: construcción de 500 metros de senderos y mejora de los senderos ya existentes, mejoramiento del parqueo, construcción de una letrina, colocación de un sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable y construcción de una bodega para almacenar equipo y materiales. Por tratarse de actividades de construcción, y tomando en consideración la legislación relacionada a proyectos dentro de áreas protegidas, el proyecto propuesto requiere de una Evaluación de Impacto Ambiental. Las actividades que se realizarán para la construcción de las nuevas instalaciones, y la mejora de las existentes, pueden suponer efectos negativos para la vida silvestre de la zona.

A través de la Evaluación de Impacto Ambiental se podrá desarrollar técnicamente la conservación, mejoramiento y uso sostenible de la Reserva. Con dicho estudio, se determinó que es ambientalmente viable realizar los cambios y las construcciones necesarias para mejorar la Estación Científica.

Los impactos negativos generados por las actividades de construcción se podrán controlar desde un principio con las medidas de mitigación que se propongan en el Estudio de Impacto Ambiental y con los adecuados diseños de infraestructura y materiales a utilizar. Con esto, se buscó colaborar a que el proyecto sea lo menos impactante posible para la vida silvestre de la Reserva.

II. METODOLOGÍA

La metodología para realizar este estudio constó de una etapa de campo y una etapa de gabinete. A continuación se describe el sitio de estudio y ambas etapas de la metodología.

A. Descripción del sitio de estudio

El Refugio del Quetzal se encuentra en una región muy húmeda, semicálida, sin estación seca y fría bien definidas (IGN 1966). Las temperaturas varían entre 11.9 y 25.2 °C según la elevación. La precipitación pluvial se encuentra entre 3,000 y 6,000 mm anuales, con un promedio de 102 a 189 días de lluvia al año (Dix y Fortín 2002, Dix Com. pers. 2004).

La topografía es accidentada con altitudes que oscilan entre 1,400 y 2,900 mSNM, con áreas que corresponden a bosque de niebla. Fisiográficamente, pertenece a la provincia Sur de la Cadena Volcánica y comprende las cuencas altas de las Quebradas Seca, Maxanal, Cuxin y La Paz, que son tributarios de la subcuenca del Río Bravo. Tanto el río Bravo como los ríos San Francisco, Coralito, Sigucán y San Lázaro son tributarios de los ríos Nahualate y Madre Vieja. La protección de estas cuencas es una función importante de la reserva, ya que constituyen el abastecimiento de agua para los pobladores y fincas tierras abajo (UVG 2005).

El suelo es de tipo franco-arenoso, con un metro o más de profundidad y alta susceptibilidad a la erosión (Simmons *et al.* 1959). No existen cuerpos de agua permanentes; sin embargo, después de lluvias intensas, el agua corre en las quebradas, por lo que esta zona es muy importante para la infiltración y captación de agua de lluvia (UVG 2002).

El Refugio del Quetzal se encuentra ubicado en la Sub-Región IX-1, Costa Sur. Además, corresponde a las zonas de vida Bosque Pluvial Montano Bajo Tropical y Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (Holdridge 1967).

La flora del refugio es una de las de mayor diversidad y mejor condición dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán. Constituye hábitat de encinos (*Quercus spp.*), aguacate, aguacatillo (*Persea spp.* y *Ocotea sp.*), especies del género *Clusia* y de las familias Annonaceae y Cactaceae (CONAP 2002). Además, destacan una gran cantidad de orquídeas y bromelias, hongos y especies de helechos arborescentes, terrestres y epífitas. Se han reportado nuevas especies endémicas en esta zona (UVG 2002) (Ver Apéndice 3).

Además, esta zona es considerada una de las de mayor diversidad de fauna dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán. Entre los grupos de fauna que se han estudiado, se encuentran mamíferos, anfibios, reptiles, aves, escarabajos, mariposas, abejas, entre otros. Además, se ha encontrado una gran cantidad de especies endémicas en el sitio (UVG 2002) (Ver Apéndice 3).

B. Etapa de campo

Se realizó una visita de campo a la Estación Científica del Refugio del Quetzal en el mes de abril del presente año. Esto se hizo con el fin de recopilar las anotaciones y observaciones necesarias para elaborar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Para la recopilación de datos se tomaron en cuenta todas las actividades que se realizarán para la habilitación de la Estación Científica, incluyendo transporte, materiales, tipo y dimensiones de construcción, etc. Se visitaron todos los sitios en los que se harán cambios o se construirá infraestructura y se observaron todos los impactos que podrían ser generados al realizarlas. Luego se elaboró una lista de chequeo que permitió identificar impactos sobre los siguientes elementos del ambiente: suelo, agua, calidad del aire, paisaje, flora y fauna.

C. Etapa de gabinete

1. Formulario de Evaluación Ambiental Inicial. Luego de recopilar los datos necesarios, se realizó una Evaluación Ambiental Inicial para determinar si los

impactos negativos del proyecto son significativos. El Formulario de EIA inicial que se utilizó es el del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (Ver Apéndice 4). Debido a que el proyecto está ubicado dentro de un área protegida, fue necesario además, llevar a cabo una Evaluación Ambiental Completa.

2. Identificación y análisis de Impactos. Para la identificación de impactos ambientales se utilizó una lista de chequeo, en la cual se determinó, en términos generales, los efectos negativos de las actividades del proyecto de construcción sobre los elementos ambientales. Luego de identificados, se procedió a analizar cada impacto de manera detallada y se propusieron medidas de mitigación para cada uno. Además, se propusieron diseños de infraestructura, materiales y ubicación de las instalaciones que causen el menor impacto posible.

3. Estudio de Impacto Ambiental. Una vez completado el análisis de los impactos, se procedió a realizar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto. Para guiar la elaboración de dicho estudio, se utilizaron los Términos de Referencia del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Ver Apéndice 5).

Dentro del Estudio de Impacto Ambiental se encuentra el Plan de Gestión Ambiental. Dicho plan consta de Medidas de Mitigación para prevenir y reducir los impactos negativos del proyecto, y así afectar lo menos posible los elementos ambientales de la Reserva. Además, en dicho plan se proponen diseños, materiales y localizaciones para las nuevas instalaciones y mejoras de la estación, para causar el menor impacto posible a la Reserva. Debido a la localización del proyecto, se incluye un plan de contingencias contra amenazas naturales como deslaves y erupciones, propuesto en el documento “Amenazas Volcánicas en el Volcán Atitlán, Guatemala” elaborado por Haapala *et al.*

III. RESULTADOS

Este trabajo tiene como resultados finales los siguientes: un Formulario de Evaluación Ambiental Inicial y un Estudio de Impacto Ambiental completo. En este último, se incluye el Plan de Gestión Ambiental, en el cual se proponen medidas de mitigación para los impactos negativos sobre el ambiente, generados por el proyecto. Además, incluye un Plan de Contingencias elaborado en el documento “Volcanic Hazards at Atitlan Volcano, Guatemala” escrito por Haapala *et al.*

El formulario de Evaluación Ambiental Inicial y el Estudio de Impacto Ambiental Completo se presentan como parte del presente documento. Sin embargo, ambos estudios deben ser extraíbles, ya que son documentos independientes.

La numeración de dichos documentos tiene formatos específicos de numeración especificados por el MARN, los cuales deben ser respetados. Estos difieren de la numeración del presente trabajo (sistema alfanumérico). Los apéndices que se requieren en el Formulario de Evaluación Ambiental Inicial y en el Estudio de Impacto Ambiental se encuentran debidamente referenciados en la sección de apéndices de este documento.

Resultado 1:

Formulario de Evaluación Ambiental Inicial FEAI del Ministerio de
Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

SOLICITUD No. _____ COMPROBANTE DE PAGO No. _____ CATEGORÍA INDICADA EN EL LISTADO TAXATIVO _____		
Instrucciones: Completar el siguiente formulario de EAI, colocando una X en las casillas correspondientes y proporcionar información escrita cuando corresponda. La información debe ser proporcionada utilizando letra de molde legible o a máquina, también puede ser utilizado un formato electrónico.		
INFORMACIÓN GENERAL		
1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad Habilitación de la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán, Para Fomentar su Uso Sostenible		
2. Nombre de la persona individual o jurídica Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala		
3. Teléfono 2364-0530 y 31 Fax 2369-0686 E- mail fuvq@uvg.edu.gt		
4. Dirección del Proyecto Falda Sur del Volcán Atitlán, Municipio de Santa Bárbara, Departamento de Suchitepéquez, Guatemala		
5. Dirección para recibir notificaciones 17 ave., 10-97, z. 15, Vista Hermosa III, Ciudad de Guatemala		
INFORMACIÓN GENERAL		
6. Breve descripción del proyecto Habilitar y mejorar la Estación Biológica, por medio de remodelaciones y ampliaciones de las instalaciones ya existentes, que permitan operativizar su funcionamiento y aumentar los ingresos por su uso.		
7. Describir las actividades o procesos principales del proyecto - Se construirán un sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable, una letrina, una bodega para almacenar equipo y materiales, y un sendero de 500 metros. - Se mejorarán el parqueo y el sendero de 500 metros ya existente.		
8. Área total de terreno en m2, incluir plano de localización o un mapa escala 1:50,000 y plano de ubicación El área total del terreno es de 10,070,000 m ²		
9. Área de construcción en m2. 3,500 m ²		
10. Actividades colindantes al proyecto: NORTE <u>Bosque latifoliado y cima del Volcán Atitlán</u> SUR <u>Plantación de quina y café (Finca Panamá), plantación café (Finca San Francisco).</u> ESTE <u>Bosque de las Reservas Naturales Privadas Fina Los Andes y Finca Vesubio</u> OESTE <u>Bosque y orilla de plantación de quina, café y té de Fina Moca Grande y Finca Monte de Oro</u>		
11. Caracterización de la actividad a) proyecto nuevo <input checked="" type="checkbox"/> b) actividad de remodelación <input checked="" type="checkbox"/> c) ampliación <input checked="" type="checkbox"/> d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/> e) Otro <input type="checkbox"/> Especifique _____		
12. Avance de la actividad en porcentaje a) 0% <input checked="" type="checkbox"/> b) 20-30% <input type="checkbox"/> c) 50% <input type="checkbox"/> d) 75% <input type="checkbox"/> e) 100% <input type="checkbox"/>		
13. Características del área de influencia del proyecto (especificar): a) cuerpos de agua cercano (ríos, lagos, quebradas, etc.) <u>quebradas y ríos estacionales</u> b) presencia de basureros _____ c) centros poblados cercanos <u>Casco de Finca Los Andes, Colonia El Esfuerzo de la Finca Panamá y Colonia Las Ilusiones de la Finca Moca Grande</u> d) Vegetación (bosque, cultivos, etc.) <u>bosque latifoliado, cultivos de quina, café, macadamia y cítricos</u> e) Centros educativos o culturales <u>en las colonias de las fincas circundantes</u> f) Centros asistenciales (hospitales, asilos, etc.) _____ g) Áreas residenciales _____ h) Centros religiosos _____ i) Fábricas o industrias _____ Otros _____		
14. Riesgos potenciales en el área a) inundación <input type="checkbox"/> b) explosión <input type="checkbox"/> c) deslizamientos <input checked="" type="checkbox"/> d) derrame de combustible <input type="checkbox"/> e) fuga de combustible <input type="checkbox"/> f) Otros, especifique <u>Temblores, deslaves y actividad volcánica</u>		
15. Tipo de actividad a realizar d) construcción y vivienda <input checked="" type="checkbox"/> a) industrial <input type="checkbox"/> b) minería <input type="checkbox"/> c) energía <input type="checkbox"/> h) salud <input type="checkbox"/> e) transporte <input type="checkbox"/> f) turismo <input checked="" type="checkbox"/> g) agrícola <input type="checkbox"/> i) hidrocarburos <input type="checkbox"/> j) pesquero <input checked="" type="checkbox"/> k) forestal <input type="checkbox"/> l) Otro (especifique) _____		
16. Costo Aproximado de la Inversión? Q 200,000.00		

I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
1A. GASES	Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Hornos, proceso, incinerador, caldera, motores, etc.)
a)	_____
b)	_____
c)	_____
d)	_____
1B. PARTÍCULAS	Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Polvo, Movimiento de tierras, vehículos, proceso, hornos, quemadores, etc.)
a)	<u>Se generará polvo por el movimiento de tierras, para realizar las construcciones.</u>
b)	<u>Se generará polvo por el movimiento de vehículos durante la fase de construcción y la fase de operación.</u>
c)	<u>Quema de leña</u>
d)	_____
1C. GENERACIÓN DE SONIDO O RUIDO	Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Motores, compresores, instrumentos de sonido, etc.) Se debe presentar en _____ dB(A) la cantidad aproximada a generar
a)	<u>Se generará ruido con los motores de los vehículos necesarios para llegar al sitio del proyecto.</u>
b)	<u>En la etapa de construcción se generará ruido al realizar construir la infraestructura. Sin embargo, la cantidad de ruido generado no será mayor, debido a que no se requiere de maquinaria eléctrica ni equipo que produzca mucho ruido para realizar las construcciones necesarias.</u>
c)	_____
d)	_____
1D. GENERACIÓN DE OLORES	Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Materia prima, productos químicos, putrefacción de materia orgánica, procesos, etc.)
a)	<u>Putrefacción de materia orgánica proveniente de restos de alimentos.</u>
b)	_____
c)	_____
d)	_____
1E. Qué medidas de mitigación propone para evitar la generación de impactos ambientales a la atmósfera, con base en las actividades identificadas como emisiones a la atmósfera (adjuntar esquemas, planos, cotizaciones, etc.):	
a)	<u>Los daños a la atmósfera serán poco significativos, ya que será únicamente polvo durante la fase de construcción y por el flujo vehicular el cual será leve.</u>
b)	<u>La material orgánica producida se utilizará para elaborar compost y será utilizada para jardinería</u>
c)	_____
d)	_____
e)	_____
II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (SISTEMA HÍDRICO)	
2.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO (ej. Servicio municipal de agua, construcción de pozo mecánico o artesanal, río, nacimiento de agua, etc.)	
a)	<u>En la fase de construcción se comprará agua de las fincas más cercanas, ya que se tiene planeado realizar el proyecto durante época seca, para evitar que los vehículos se atasquen y para que el trabajo sea más eficiente. El agua será transportada en el mismo vehículo en el que se transportarán los materiales de construcción.</u>
2.2 Estimación del caudal de agua requerido por m3/día o lt/día o por batch: _____	Indicar usos principales (ej. Agua como insumo, lavado de equipo, limpieza, riego, etc.):
a)	<u>Consumo personal (20 litros/día)</u>
b)	<u>Limpieza, lavado de equipo (20 litros/día)</u>
c)	<u>Construcción</u>
2.3 Generación de aguas residuales (aguas negras)	
a)	domésticas <input checked="" type="checkbox"/>
b)	Industriales <input type="checkbox"/>
c)	Otro, especificar _____
2.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (ej. tratamiento primario, secundario, terciario) (especificar adjuntando planos, esquemas, cotizaciones, etc.):	
a)	Domésticas: <u>No se construirá un sistema de tratamiento de aguas residuales.</u>
b)	Industriales: _____
2.5 Descarga final de aguas residuales tratadas (efluente) (ej. Pozo de absorción, drenaje municipal, río, mar, etc.) <u>Pozo de absorción</u>	

2.6 Disposición de lodos _____	
2.7 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas) <u>Sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para utilizarla para usos domésticos y de limpieza</u>	
2.8 ¿Otras medidas que propone para contrarrestar los posibles daños o efectos al agua, como resultado de la ejecución del proyecto? _____	
III. Efectos sobre el Suelo (sistema edáfico y lítico)	
3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto:	
a) No se produce cambio de uso, la actividad a realizar es similar a la existente _____	<input type="checkbox"/>
b) Cambio del uso del suelo muy leve-----	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Cambio significativo en el uso neto, Se desarrollará otra actividad diferente a la anterior-----	<input type="checkbox"/>
d) El cambio de uso del suelo provocará impactos secundarios significativos-----	<input type="checkbox"/>
e) Se produce un cambio muy significativo en el uso del suelo-----	<input type="checkbox"/>
Especificar: _____	
3.2. Movimiento de tierras	
a) Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad _____	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Movimiento de tierra, corte y relleno con movilización fuera del área del proyecto _____	<input type="checkbox"/>
c) Construcción de caminos de acceso _____	<input type="checkbox"/>
d) No se contempla movimientos de ningún tipo _____	<input type="checkbox"/>
e) Otro <u>Mejora de los caminos de acceso a al sitio del proyecto</u> _____	<input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: <u>Se mejorarán los caminos ya existentes que conducen a la Estación Científica. Esto se hará utilizando restos de material de construcción y tierra removida de las áreas en donde se realizarán las construcciones de la nueva infraestructura.</u>	
3.3 Impactos ambientales (ej. Polvo, eliminación de la cubierta vegetal, cambios morfológicos, etc.) <u>Producción de polvo por remoción de tierra para realizar las construcciones. Eliminación mínima de cubierta vegetal (arbustos pequeños y hierbas) No se talarán árboles para ninguna de las construcciones a realizar.</u>	
3.4 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los efectos al ambiente que se den por movimientos de tierra? <u>La tierra que se remueva se utilizará para mejorar los caminos que conducen a la Estación Biológica. Los movimientos de tierra serán leves, ya que las pendientes y las áreas de construcción son relativamente pequeñas, por lo que no se consideran impactos significativos sobre el suelo.</u>	
IV. DESECHOS SÓLIDOS	
4.1. Especifique volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción	
a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Producción entre 5-100 Kg/día _____	<input type="checkbox"/>
c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____	<input type="checkbox"/>
d) Producción mayor a 1 Tn _____	<input type="checkbox"/>
Caracterizar desechos (descripción) <u>Los desechos sólidos generados en la fase de construcción estarán constituidos por desechos de alimentación (orgánica e inorgánica) y ripio (restos de la construcción como pedazos de block, madera, cemento, lámina, etc.).</u>	
4.2 Tipo de desecho sólido en la fase de construcción	
a) Doméstico _____	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Comercial _____	<input type="checkbox"/>
c) Industrial _____	<input type="checkbox"/>
d) peligroso _____	<input type="checkbox"/>
e) Otro <u>Ripio de la construcción</u> _____	<input checked="" type="checkbox"/>
4.3 Volumen de los desechos sólidos (basura) en la fase de operación	
a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Producción entre 5-100 Kg/día _____	<input type="checkbox"/>
c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____	<input type="checkbox"/>
e) Producción mayor a 1 Tn _____	<input type="checkbox"/>
Caracterizar desechos (descripción) <u>materia orgánica proveniente de restos de comida, cáscaras de frutas, verduras, etc., y materia inorgánica (plásticos, botellas, etc.)</u>	
4.4 Desechos peligrosos generados en la fase de construcción o fase de operación (especificar)	
a) Corrosivo _____	<input type="checkbox"/>
b) Reactivo _____	<input type="checkbox"/>
c) Explosivo _____	<input type="checkbox"/>
d) Tóxico _____	<input type="checkbox"/>
e) Inflamable _____	<input type="checkbox"/>
f) Biológico infeccioso _____	<input type="checkbox"/>

4.5 Disposición final de los desechos sólidos (basura) en la fase de construcción u operación

- a) botadero autorizado por la Municipalidad
- b) tratamiento especial
- c) empresa privada
- d) Lugar no autorizado por la Municipalidad
- e) Exportación de desechos
- f) otro

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Ampliar información sobre disposición final de desechos sólidos Debido a que no hay un sistema de recolección de basura que llegue hasta el sitio en el que se localiza el proyecto, será necesario transportar la basura inorgánica hacia la Ciudad de Guatemala. Esto deberá hacerse como mínimo una o dos veces por semana para que no se generen malos olores ni se propaquen enfermedades por vectores. El ripio generado durante la fase de construcción se utilizará para mejorar los caminos que conducen a la Estación Científica. La materia orgánica será utilizada para producir compost.

4.7 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la generación de desechos sólidos, para su tratamiento y/o disposición final?

Los desechos que se generen en la fase de operación del proyecto serán pocos, ya que serán únicamente desechos domésticos. La materia orgánica se utilizará para hacer compost. De la basura inorgánica se aprovecharán los materiales que puedan ser reutilizados. El resto será transportado al basurero municipal de Santa Bárbara. El ripio se utilizará para mejorar los caminos que conducen a la Estación.

A. V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA**5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr) _____****5.2 Tipo de abastecimiento de energía**

- a) Sistema nacional de empresa eléctrica
- b) Generación propia
- a. Capacidad de generación _____
- b. Tipo de generación _____
- i. Térmica
- ii. Hidráulica
- iii. Eólica
- iv. Solar
- v. Geotérmica
- vi. otra
- c. Planta de emergencia

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

Ampliar información En la Estación Biológica no se cuenta con fuente generadora de energía eléctrica, por lo que se utilizan candelas, lámparas de gas y gas propano para la cocina. Sin embargo, se piensa buscar financiamiento para instalar un sistema de generación de energía solar. Si es necesario, en la etapa de construcción se contratará a una empresa que brinde los servicios necesarios con una planta eléctrica por uno o dos días.

5.3 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía?**VI. USO DE COMBUSTIBLES****6.1 ¿Tipo de combustible que utiliza?**

- a) Gas Licuado de Petróleo –GLP- (Gas propano)
- b) Bunker
- c) Diesel
- d) Butano
- e) Gasolina
- f) Otro

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Especificar El combustible a utilizar es para cocinar y para generar energía a través de lámparas de gas

Cantidades a utilizar por día o por mes 25 libras cada dos meses

6.2 Tipo de almacenamiento Tanque de gas de 25 libras

6.3 Uso que se dará a el o los combustibles: cocina y lámparas de gas

6.5 Tipo y Número de Licencia, extendida por la Dirección General de Hidrocarburos, del Ministerio de Energía y Minas

6.6. ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible? Debido a que la cantidad de combustible a utilizar es mínima, no existen impactos significativos que puedan generar daños. Sin embargo, se tendrá precaución al utilizar el gas y se verificará que el tanque no tenga fugas.

B. VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.

7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto

- a) No habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto
- b) Desplazamiento temporal de la fauna por actividades del proyecto
- c) Pérdida parcial de flora y fauna por las actividades del proyecto
- d) Pérdida total de flora y fauna, producto de actividades del proyecto

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Especificar Durante la fase de construcción habrá desplazamiento de la fauna debido a la presencia humana y al ruido generado por la construcción. Sin embargo, éste desplazamiento será temporal, ya que en la fase de operación, las personas que entrarán al sendero tendrán mucha precaución con respecto al ecosistema y a la generación de ruido. El sitio es un centro de estudios científicos en el que se busca evitar las perturbaciones a las especies de flora y fauna y a los ecosistemas en general.

7.2 Pérdida de bosque:

- a) La actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles
- b) La actividad involucra tala de 1-3 árboles aislados dentro de una zona de potrero
- c) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque secundario
- d) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque primario
- e) La tala de árboles, además ocasiona efectos secundarios en sistema suelo, agua, biodiversidad

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Especificar Las construcciones a realizar se tienen previstas en áreas en donde no sea necesario talar árboles. Dos de las construcciones se harán en áreas de plantación de quina. Debido a que esta área ha sido utilizada para cultivos en el pasado y en la actualidad, solo se pueden encontrar hierbas y arbustos pequeños.

7.3 Efectos en área protegida:

- a) La actividad no se encuentra dentro de un área de protección
- b) La actividad se localiza adyacente al área de protección (cuerpo de agua, bosque vecinal) y no lo modifica
- c) La actividad se localiza adyacente al área de protección, pero ocasiona efectos secundarios
- d) La actividad se localiza dentro de un área de protección

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

Especifique La actividad a realizar se encuentra dentro de una Reserva Natural Privada, por lo que las actividades a realizar están planificadas para ser de bajo impacto al medio ambiente y a las poblaciones de flora y fauna del lugar.

7.4 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos?

A pesar de que no habrá mayor pérdida de flora en los sitios de construcción, se pretende hacer un vivero forestal con árboles frutales nativos de la región (por ejemplo: Aguacate, Aguacatillo, Sapote y Ficus). Estos pueden servir como fuente de alimentación para la fauna. Con respecto a la fauna, habrá desplazamiento temporal. Sin embargo, se respetarán las áreas de uso especial de la misma, y no se interferirá con los sitios de anidación del Quetzal ni de otros animales presentes en el área.

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

8.1 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato:

- a) Número de vehículos propiedad de la empresa 2
- b) Sitio previsto para aparcamiento Frente a la casa ya existente de la Estación Científica

8.2 Personal

- a) Jornada de trabajo
 - a. Diurna
 - b. Nocturna
 - c. Mixta

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

Número de empleados por jornada Dos guardianes (jornada permanente) durante fase de construcción y operación y 5 trabajadores en la fase de construcción, lo que hace un total de 7 trabajadores.

8.3 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos:


- a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico
- b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural o arqueológico
- c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural o arqueológico

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Especificar En el sitio en donde se ubica el proyecto no se han reportado recursos arqueológicos.


Identificar algún problema social que puede generarse por la realización del proyecto No se generará ningún problema social, debido a que el sitio está alejado de los poblados. El único impacto negativo que se puede generar es el aumento en el flujo vehicular a través o a los lados de los poblados y generar polvo. Sin embargo, la cantidad de viajes que se realizarán para no serán significativos, por lo cual no generarán un impacto significativo sobre los pobladores de la zona.

8.4 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos identificados anteriormente? La velocidad a la que avanzarán los vehículos es limitada, debido al tipo de camino. Se realizarán únicamente los viajes necesarios durante la fase de construcción. Durante la fase de operación, el promedio vehicular será aproximadamente de uno

por día.	
IX.EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA	
<p>9.1 Efectos en la salud humana:</p> <p>a) La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto</p> <p>b) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>d) Efectos sobre los trabajadores</p>	
<p>Especificar <u>El proyecto es de impacto social positivo, ya que al contratar a trabajadores locales se aportará a la actividad económica de Santa Bárbara. No se afectará a la salud humana de los poblados cercanos ni de los trabajadores.</u></p>	
<p>9.2 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? <u>Se sugiere tener un botiquín de primeros auxilios tanto en la fase de construcción, como en la fase de operación. Es necesario contar con un vehículo a todo momento, por si surge una emergencia en el sitio del proyecto y se debe llevar a alguna persona a un hospital o centro de salud. Además, se sugiere contar con un teléfono celular que sirva en caso de emergencia.</u></p>	

DECLARACIÓN JURADA
<p>Yo, _____ propietario o Representante Legal, me <small>(nombre completo)</small> identifico con cédula de vecindad número de orden _____ y de registro _____ extendida en el municipio de _____ Departamento de _____.</p> <p>Declaro Bajo juramento que toda información suministrada en este formulario y en los anexos que lo acompañan en verdadera y correcta y someto ante la autoridad ambiental el formulario de Evaluación Ambiental Inicial, para proyecto, obra, industria o actividad; así como me comprometo a cumplir con el Código de Buenas Prácticas, con los instrumentos complementarios, reglamentación ambiental vigente y otras directrices o requerimientos ambientales que sean necesarios.</p> <p>Lugar y fecha _____</p> <p>Firma _____</p>

ESPACIO PARA AUTÉNTICA DEL DOCUMENTO.

ESPACIO RESERVADO PARA LA OFICINA DE SERVICIOS (VENTANILLA UNICA) DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES; MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	
Fecha de recibido _____ Nombre _____ Firma _____ Sello	
Firma: _____ Vo.Bo. Oficina de Servicios al Usuario Nota : Presentar original y copia.	

Resultado 2:

Estudio de Impacto Ambiental Completo

Contenido

	Página
1. Resumen ejecutivo.....	30
2. Información general.....	31
2.1. Documentación legal.....	31
2.2. Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA.....	31
3. Descripción del proyecto.....	32
3.1. Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto.....	32
3.2. Ubicación político-administrativa.....	33
3.3. Área estimada del proyecto.....	34
3.4. Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución.....	34
3.4.1. Fase de construcción.....	35
3.4.1.1. Infraestructura a desarrollar durante la fase de construcción.....	35
3.4.1.1.1. Colocación de sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable.....	35
3.4.1.1.2. Construcción de una letrina.....	35
3.4.1.1.3. Construcción de una bodega para almacenar equipo y materiales.....	35
3.4.1.1.4. Mejoramiento del parqueo de la Estación.....	36
3.4.1.1.5. Mejora del sendero existente.....	36
3.4.1.1.6. Construcción de sendero.....	36
3.4.1.2. Equipo y maquinaria utilizada durante la fase de construcción.....	36
3.4.1.3. Movilización de equipo.....	36
3.4.2. Fase de operación.....	37
3.4.2.1. Flujo vehicular esperado durante la operación.....	37
3.5. Servicios básicos.....	37
3.5.1. Abastecimiento de agua.....	37
3.5.2. Alcantarillado.....	38
3.5.3. Energía eléctrica.....	38

	28
3.5.4. Vías de acceso.....	38
3.5.5. Transporte público.....	38
3.5.6. Mano de obra.....	38
3.5.6.1. Durante construcción.....	38
3.5.6.2. Durante operación.....	38
3.5.7. Manejo y disposición final de desechos sólidos y líquidos.....	39
4. Descripción del Marco Legal.....	39
5. Monto global de la inversión.....	41
6. Descripción del ambiente físico.....	41
6.1. Descripción geomorfológico.....	41
6.2. Suelos.....	41
6.3. Clima.....	41
6.4. Hidrología.....	42
6.5. Calidad del aire.....	42
6.6. Amenazas naturales.....	42
6.6.1. Amenaza volcánica.....	42
6.6.1.1. Características del Volcán Atitlán.....	43
6.6.1.2. Flujos piroclásticos.....	43
6.6.1.3. Flujos de lava.....	44
6.6.1.4. Magma.....	44
6.6.1.5. Lahares.....	45
6.6.2. Movimientos en masa.....	45
7. Descripción del ambiente biótico.....	46
7.1. Flora.....	46
7.2. Fauna.....	46
7.3. Áreas protegidas y ecosistemas frágiles.....	47
8. Descripción del ambiente socioeconómico y cultural.....	47
8.1. Uso actual del suelo en sitios aledaños.....	47
8.2. Características de la población.....	48
8.2.1. Empleo.....	50
8.2.2. Tenencia de la tierra en sitios aledaños.....	50
8.3. Servicios básicos.....	50
8.4. Paisaje.....	51

9. Selección de alternativas.....	53
9.1. Alternativas consideradas.....	53
9.2. Alternativa seleccionada.....	53
10. Identificación y análisis de impactos ambientales.....	53
10.1. Identificación de impactos ambientales.....	53
10.2. Análisis de impactos.....	54
10.2.1. Impactos positivos.....	54
10.2.2. Impactos negativos.....	55
10.2.2.1. Construcción de bodega para equipo y materiales.....	55
10.2.2.2. Construcción de 500 metros de sendero.....	56
10.2.2.3. Mejora del sendero ya existente.....	58
10.2.2.4. Mejora del parqueo de la Estación.....	58
10.2.2.5. Construcción de la letrina.....	59
10.2.2.6. Colocación del sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable.....	60
10.3. Evaluación de impacto social.....	61
11. Plan de Gestión Ambiental.....	62
11.1. Medidas de mitigación.....	62
11.2. Propuestas de diseño de infraestructura en la Estación.....	64
11.2.1 Sistema de recolección y abastecimiento de agua pluvial.....	64
11.2.2 Letrina.....	65
11.2.3 Senderos.....	67
11.3. Organización del proyecto y ejecutor de las medidas de mitigación.....	68
11.4. Seguimiento y vigilancia ambiental (monitoreo).....	68
12. Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	68
12.1. Plan de contingencia en caso de amenazas naturales en el Volcán Atitlán.....	69
12.1.1. Advertencia de peligros.....	69
12.1.2. Protección a las comunidades y ciudadanos de los peligros derivados de los volcanes	70
13. Escenario ambiental modificado por el desarrollo del proyecto.....	71

1. Resumen ejecutivo

Este estudio de evaluación ambiental se realizó para determinar si es viable llevar a cabo el proyecto de habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal de la Universidad del Valle ubicada en el Volcán Atitlán, Departamento de Suchitepéquez. El proyecto de habilitación de la Estación Científica tiene como objetivo general aumentar la presencia institucional de la Universidad del Valle de Guatemala en el Refugio del Quetzal para su protección, regulación de su utilización y logro de su sostenibilidad económica. Para alcanzar dicho objetivo, se ampliarán y mejorarán las instalaciones de la estación, con lo que además, se podrá operativizar adecuadamente su funcionamiento y aumentarán los ingresos por su uso.

Actualmente, se cuenta con una casa rústica en la Estación Científica, la cual fue construida en el año 2003. La infraestructura adicional a desarrollar con este proyecto es la siguiente: una bodega para almacenar equipo y materiales, una letrina compostadora, un sistema de recolección y almacenamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable y un sendero de 500 metros de largo. Además, se mejorará el sendero de 500 metros ya existente y se ampliará y mejorará el parqueo.

La Reserva abarca un área de 1,007 hectáreas y es propiedad de la Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala (FUVG), la cual está bajo la administración del Departamento de Biología de dicha institución educativa. Dicha reserva posee una riqueza biológica considerable y ha sido reconocida como una zona de especial interés dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA).

La Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán está en proceso de declaratoria como Reserva Natural Privada. Actualmente, se cuenta con el borrador del Plan Maestro del Refugio, cuyo objetivo es asegurar su conservación, sostenibilidad y manejo adecuado. El financiamiento para ambas iniciativas fue brindado por el Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (FONACON).

En este documento se presenta la descripción general del proyecto y del área de influencia del mismo. Además, se describen el entorno físico, biótico y social de la zona.

Posteriormente, se analizan los impactos que se pueden generar a partir de la construcción de la infraestructura para mejorar y habilitar la estación. Como parte del estudio se presenta un Plan de Gestión Ambiental en el cual se proponen medidas de mitigación para cada impacto identificado y un Plan de Contingencias contra amenazas naturales en el Volcán Atitlán, elaborado por Haapala *et al.* en el documento “Volcanic Hazards at the Atitlan Volcano, Guatemala”.

2. Información general

2.1. Documentación legal. La FUVG es la propietaria de la Estación Científica Refugio del Quetzal. Su representante legal es la licenciada Sara Carolina García Rodas, secretaria ejecutiva de la FUVG. Dicha Estación está formada por dos terrenos donados de forma independiente⁴.

2.2. Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA. Este informe se refiere a la Evaluación de Impacto Ambiental para la ampliación y habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán, y ha sido preparado de conformidad con los procedimientos para evaluaciones ambientales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. El equipo asignado para el desarrollo del estudio se integra por los siguientes profesionales:

- MSc. Mila Llorens: coordinación y elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.
- MSc. Claudia Quan: asesoría e información relacionada al proyecto.
- Ing. Jonathan Salgado: asesoría en el tema de evaluación ambiental.
- Dr. Michael Dix: información acerca del proyecto.
- Arq. Guillermo Arévalo: diseño y elaboración de planos y propuestas de infraestructura.

⁴ Para más información a cerca de los documentos legales relacionados con la Reserva, consultar en el Departamento de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala.

3. Descripción del proyecto

El proyecto “Habilitación de la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal, Volcán Atitlán, para fomentar su uso sostenible” consiste en mejorar y ampliar las instalaciones de la Estación Científica. Lo anterior, con la finalidad de proteger la riqueza natural de esta área, además de aprovechar el lugar como sitio de entrenamiento para estudiantes y estudios científicos para investigadores nacionales y extranjeros. El objetivo general del proyecto es aumentar la presencia institucional de la Universidad del Valle de Guatemala en la reserva para su protección, regulación de su utilización y logro de su sostenibilidad económica.

3.1. Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto. El proyecto se localiza en la Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal, ubicada en la falda sur del Volcán Atitlán. Dicha Reserva abarca un área aproximada de 1,007 hectáreas (Depto. de Biología UVG 2000) (Ver Apéndice 1) Se ubica en las siguientes coordenadas geográficas:

Extremo Punto Norte:	Latitud	14.57759°
	Longitud	-91.19612°
Punto Oriente:	Latitud	14.56880°
	Longitud	-91.17991°
Punto Sur:	Latitud	14.54238°
	Longitud	-91.19000°
Punto Poniente:	Latitud	14.56078°
	Longitud	-91.22345°
Estación:	Latitud	14.54726°
	Longitud	-91.19369°

El área de influencia del refugio incluye cuatro reservas privadas colindantes ya establecidas legalmente: Los Andes, Los Tarrales, Chusita y El Vesubio (Dix y Fortín 2002) (Ver Apéndice 2). La presencia de reservas naturales privadas adyacentes, aumenta la cantidad de bosques protegidos, y por lo tanto, aumenta la viabilidad de poblaciones.

La Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA) también es considerada parte del área de influencia del proyecto, ya que la Reserva es un punto de monitoreo permanente de la biodiversidad de dicha zona. Las partes bajas de las cuencas de los ríos Madre Vieja y Nahualá se benefician de los servicios ambientales producidos en la reserva, tales como fijación de carbono, captación de agua, control de la erosión y estabilización de las faldas del volcán (UVG 2003).

3.2. Ubicación político-administrativa. La Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán está ubicada en el Municipio de Santa Bárbara, Suchitepéquez, en las faldas sur del Volcán Atitlán, a 17 Km del poblado de Santa Bárbara. El Departamento de Suchitepéquez está situado en la región VI o región Sur Occidental de Guatemala. Su cabecera departamental es Mazatenango, está a 371.13 mSNM y a una distancia de 165 Km de la Ciudad Capital de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de 2,510 Km², con los siguientes límites departamentales: al Norte con Quetzaltenango, Sololá y Chimaltenango, al Sur con Océano Pacífico, al Este con Escuintla; y al Oeste con Retalhuleu. Se ubica en la latitud 14° 32' 02" y longitud 91° 30' 12" (SEGEPLAN 2005).

Para acceder a la zona desde la ciudad de Guatemala, se llega por la carretera CA-9 hasta Escuintla. Luego hacia el oeste se toma la carretera CA-2 hasta el desvío a la población de Santa Bárbara, departamento de Suchitepéquez. Desde Santa Bárbara se toma los caminos de balasto que recorren los cultivos de la finca Panamá, los cuales llegan a la Estación Biológica de la Reserva del Quetzal en la falda sur del Volcán Atitlán.

3.3. **Área estimada del proyecto.** El área estimada del proyecto es de 3,500 m². Esto incluye el área en donde se realizarán las construcciones (50m x 50m) y los dos senderos (1,000m x 1m).

3.4. **Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución.** El proyecto de habilitación de la Estación consta de las siguientes fases de desarrollo:

Diseño de las obras: Se contratará a un arquitecto que visite la Estación Científica para que analice el estado actual del sitio y proponga diseños y localizaciones para las infraestructuras a desarrollar.

Contratación de jornaleros: Se contratarán de 5 a 6 jornaleros de Santa Bárbara para que realicen las construcciones necesarias. El costo por jornalero será de Q100-Q250/día.

Compra y transporte de materiales y equipo: Los materiales a utilizar se comprarán en su mayoría en Patulul, para luego ser transportados hasta la Estación. Los materiales que no se puedan adquirir en Patulul, se comprarán en sitios más lejanos o en la ciudad de Guatemala. Dichos materiales se transportarán hasta la Finca Panamá, para luego ser transportados a la Estación por medio de un tractor con carretón, ya que los caminos están en mal estado y se puede llegar al sitio únicamente con vehículos de doble transmisión.

Ejecución de las obras: Una vez determinado el diseño, contratados los jornaleros y comprados los materiales y equipo, se procederá a realizar los trabajos de construcción.

El proyecto tendrá una duración de ocho meses, en el que se realizarán las diferentes actividades para la mejora y la habilitación de la Estación Científica. A continuación se presenta el cronograma de las actividades a realizar en cada mes.

Cuadro 1. Cronograma de actividades del proyecto en meses.

Actividades y resultados	Meses en los que se realizarán las actividades							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Diseño de las obras	■	■						
Contratación de jornaleros		■						
Compra y transporte de materiales y equipo		■	■					
Ejecución de las obras			■	■	■	■	■	■

3.4.1. Fase de construcción

3.4.1.1. Infraestructura a desarrollar durante la fase de construcción.

A continuación se presenta una descripción de la infraestructura a desarrollar en la Estación Científica durante la fase de construcción (Ver Apéndice 6). Dicha fase tendrá un tiempo de duración de seis meses. En el Plan de Gestión Ambiental se proponen diseños de la infraestructura a diseñar en la Estación Científica.

3.4.1.1.1. Colocación de sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable. El sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia consta de un techo de teja que abarca un área de 96 m². Este techo, a través de canalones recolectores de agua, la transportan a través de un tubo, pasando por un filtro de sólidos, a dos tanques de almacenamiento de con capacidad de almacenar 27 m³ de agua entre ambos. Luego, el agua es transportada por medio de gravedad a las tuberías de la casa de la Estación.

3.4.1.1.2. Construcción de una letrina. Actualmente se cuenta con una letrina en la Estación Científica. Sin embargo, se requiere de otra, ya que con la habilitación de la Estación, habrá más personas que la visiten. La letrina abarcará un área de 4 m².

3.4.1.1.3. Construcción de una bodega para almacenar equipo y materiales. Se construirá una bodega de 24 m². Se utilizará block, cemento y madera

para construirla. La finalidad de la bodega será almacenar equipo y materiales necesarios para los estudios científicos que se realicen en la estación.

3.4.1.1.4. Mejoramiento del parqueo de la Estación. El parqueo de la estación actualmente tiene la capacidad para estacionar 4 vehículos. Se piensa ampliar dicho parqueo para poder tener una mayor capacidad de estacionamiento (de 6 a 7 carros aproximadamente).

3.4.1.1.5. Mejora del sendero existente. Debido a las lluvias, a la erosión y al escaso mantenimiento que se le ha dado al sendero existente, éste se encuentra en malas condiciones. El sendero mide aproximadamente 580 metros de largo y el ancho originalmente era de un metro. En algunos sitios, éste se ha reducido, debido a la erosión y a las lluvias. Es necesario mejorarlo por medio de puentes, gradas de troncos partidos, rellenos de grava y otros materiales para hacerlo más duradero y seguro para recorrer.

3.4.1.1.6. Construcción de sendero. El sendero que se construirá es una ampliación del sendero ya existente y medirá aproximadamente 500 m de largo por 1 m de ancho. Éste atravesará el bosque y se podrán observar vistas panorámicas en el recorrido. Se tiene pensado hacer un mirador al final del sendero.

3.4.1.2. Equipo y maquinaria utilizada durante la fase de construcción. Para realizar las construcciones mencionadas en el apartado anterior, se utilizarán un tractor con carretón, palas, rastrillos, azadones, martillos, sierras, y otros materiales necesarios. Debido a la magnitud de las obras físicas a construir, no se requiere la presencia de equipo pesado.

3.4.1.3. Movilización de equipo. La mayoría de los materiales de construcción se adquirirán en Patulul. Los proveedores de la zona transportarán los materiales hasta la finca Panamá. Debido a que los camiones no pueden subir hasta la Estación, por el mal estado del camino y lo estrecho del mismo, se requiere del arrendamiento de un tractor con carretón de la finca Panamá. Se tienen contemplados 5

viajes para el transporte de material desde Patulul hasta la finca Panamá, y 5 más desde la finca hasta la Estación.

El mismo tractor con carretón será arrendado para transportar al personal de la obra y se utilizará además, para transportar agua al sitio de construcción, ya que se espera iniciar en época seca, por lo hay poca disponibilidad de agua en el sitio. Se tienen contemplados 8 viajes para transporte de personal y agua.

Los materiales de construcción que no se consigan en áreas cercanas al proyecto, deberán ser trasladados desde la ciudad de Guatemala hasta la Estación. Esto se llevará a cabo con un camión arrendado o con los vehículos de la Universidad del Valle, dependiendo del tipo de materiales.

3.4.2. Fase de operación

3.4.2.1. Flujo vehicular esperado durante la operación. Durante la fase de operación se harán viajes de campo con estudiantes y estudios científicos de varios días o semanas. Se tiene contemplado que en promedio, exista un flujo de uno o dos vehículos por día. Actualmente, el flujo vehicular es de 1 vehículo o menos por día.

3.5. Servicios básicos

3.5.1. Abastecimiento de agua. El agua que se utiliza en la Estación es proveniente de agua de lluvia, ya que el costo de un sistema de agua potable desde el poblado de Santa Bárbara es muy alto. Esto, debido a la distancia que existe entre ambos sitios y a la inexistencia de energía eléctrica necesaria para bombear el agua hasta la Estación. Hasta ahora, se ha utilizado un sistema de captación de agua de lluvia desde el techo de la casa ya existente en la Estación. Dicha agua es utilizada principalmente, por los dos guardianes que se encuentran permanentemente en el sitio. Sin embargo, ésta es escasa en la época seca. Con el proyecto se instalará un sistema de captación de agua de lluvia, el cual tenga más capacidad para almacenar agua para abastecer al personal y a los visitantes durante todo el año. El agua se utilizará para limpieza, uso personal, cocina y riego, entre otros.

3.5.2. Alcantarillado. Actualmente no se cuenta con un sistema de alcantarillado en la Estación Científica Refugio del Quetzal. El agua que se utiliza para lavado y para uso personal es mínima. Ésta viaja por un canal de cemento hacia un camino de tierra, en donde el agua es absorbida por el suelo.

3.5.3. Energía eléctrica. En el área del proyecto no existe ningún sistema de energía eléctrica. Se tiene planeado para el futuro conseguir fondos para instalar paneles solares que produzcan la energía necesaria para la Estación. Por ahora, se utiliza gas propano para cocinar y lámparas de gas para alumbrar.

3.5.4. Vías de acceso. Para acceder a la Estación Científica se debe llegar al poblado de Santa Bárbara y atravesar la finca Panamá, pasando por la Colonia El Esfuerzo. El camino es de balastro y es necesario un vehículo de doble tracción. El trayecto del poblado de Santa Bárbara hasta la Estación Científica es de 17 kilómetros.

3.5.5. Transporte público. No existe transporte público que acceda directamente a la Estación. Éste llega únicamente hasta la colonia El Esfuerzo. De allí en adelante es necesario utilizar un tractor o un vehículo de doble tracción para llegar hasta la Estación Científica.

3.5.6. Mano de obra

3.5.6.1. Durante construcción. Los trabajadores que se contratarán para la fase de construcción serán habitantes de Santa Bárbara. Se contratará a 5 ó 6 personas para la construcción de la infraestructura.

3.5.6.2. Durante operación. Actualmente se contratan a dos personas, también provenientes de la Colonia El Esfuerzo, quienes trabajan tiempo completo en la estación y se encargan de la guardianía, limpieza, mantenimiento de caminos, entre otras actividades. Al momento de realizar las mejoras en la Estación Científica, es probable que haya más visitación y por lo tanto, necesidad de contratar más personal.

3.5.7. Manejo y disposición final de desechos sólidos y líquidos. Los desechos sólidos producidos tanto durante la fase de construcción, como de operación, serán clasificados en orgánicos e inorgánicos. Todos los desechos orgánicos serán enterrados y utilizados posteriormente para la elaboración de compost. Dicho compost será utilizado para sembrar árboles y para jardinizar los alrededores de la casa rústica.

Los desechos inorgánicos serán colectados en bolsas de basura negras y deberán ser transportados con frecuencia al basurero municipal de Santa Bárbara, para que no se generen malos olores, y por lo tanto, no se produzcan vectores que puedan causar enfermedades. No existe un sistema de recolección que llegue hasta el sitio del proyecto. Todo material que pueda ser reutilizado (como botellas de vidrio y de plástico, cajas de cartón, entre otros) se aprovechará en la Estación, para almacenar líquidos, muestras y otros materiales.

El ripio generado durante la fase de construcción se utilizará para mejorar el acceso hacia la estación. Los pedazos de piedra, la tierra que será removida para la construcción, entre otros, podrán ser muy útiles para mejorar las condiciones actuales del camino. Los materiales que no puedan ser utilizados para éste propósito (plásticos, tornillos) se transportarán al basurero municipal de Santa Bárbara junto con los demás desechos sólidos.

Para el tratamiento de desechos líquidos, es necesario construir un pozo de absorción, ya que habrá más flujo de personas en el lugar. Actualmente, los desechos líquidos viajan por un canal de cemento y luego son absorbidos por el suelo. Sin embargo, este método ya no podrá ser utilizado porque se generarán más desechos líquidos en el sitio.

4. Descripción del Marco Legal

Para la realización del proyecto de habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán se deben tomar en consideración las leyes que especifiquen qué

proyectos deben elaborar un Estudio de Impacto Ambiental. A continuación se citan las leyes relacionadas al proyecto.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de Guatemala (Decreto 68-86), en el Artículo 8, reformado por el Art. 1 del Decreto del Congreso Número 1-93 especifica lo siguiente: «Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias 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».

Las instalaciones de la Estación Científica son parte de una reserva natural privada. Según el artículo 20 del Decreto 4-89, todas las actividades que se realicen dentro de áreas protegidas deben regirse por lo siguiente: «Las empresas públicas o privadas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el Consejo, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un Estudio de Impacto Ambiental presentado por el interesado y evaluado por el CONAP y, bajo las cuales dichas empresas funcionarán, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro de la unidad de conservación de que se trate».

Los proyectos que requieran de la construcción de rutas de acceso, dentro de áreas protegidas, deben seguir lo establecido en el Artículo 21 del mismo Decreto: «Cuando por cualquier razón las áreas protegidas tengan o deba construirseles caminos, ya sea para el transporte interno o del área protegida o para transporte de uso general, éstos deben ser construidos solamente si se logra un Estudio de Impacto Ambiental favorable, presentado por el ente o empresa interesada en la construcción y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y por el CONAP. Cuando la construcción sea realizada por un concesionario, éste será el responsable de su construcción, modificaciones y mantenimiento por, al menos el tiempo que dure la concesión, salvo si en el contrato se especifica lo contrario. En el caso de las áreas públicas, las rutas serán

construidas y mantenidas por el Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas».

5. Monto global de la inversión

El monto global de la inversión para la realización del proyecto se estima en Q200,000.00. Sin embargo, éste puede variar dependiendo de factores como costos de los materiales de construcción, tarifas del arquitecto, aumentos en el costo de la gasolina, entre otros.

6. Descripción del ambiente físico

6.1. Descripción geomorfológica. La región está constituida por rocas ígneas y metamórficas del período Cuaternario. Se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas, coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos. Fisiográficamente, pertenece a la unidad de Tierras Altas Volcánicas e incluye montañas, laderas y relleno piroclástico alrededor de la caldera de Atitlán y falda sur del Volcán Atitlán (UVG 2003).

6.2. Suelos. El suelo es de tipo franco-arenoso, con un metro o más de profundidad y alta susceptibilidad a la erosión (Simmons *et al.* 1959). La topografía es accidentada con altitudes que oscilan entre 1,600 y 2,900 mSNM, con áreas que corresponden a bosque de niebla (UVG 2003).

6.3. Clima. El Refugio del Quetzal se encuentra en una región muy húmeda, semicálida, sin estación seca y fría bien definidas (IGN 1966). Las temperaturas varían entre 11.9 y 25.2 °C según la elevación. La precipitación pluvial se encuentra entre 2,000 y 6,000 mm anuales, con un promedio de 102 a 189 días de lluvia al año (Dix y Fortín 2002, Dix Com. Pers. 2004).

6.4. Hidrología. La Reserva del Quetzal forma parte de las cuencas de los Ríos Coralito, Quebrada Seca, Quebrada Maxanal, Río Bravo y Río Siguacán. También forma parte de la cuenca del Río Nahualate y una pequeña porción del lado este drena hacia el Río Madre Vieja (UVG 2003).

No existen cuerpos de agua permanentes, sin embargo, ocasionalmente, después de lluvias muy intensas se encuentra agua corriendo en las quebradas de la zona. Esto hace que dicha zona sea de gran importancia para la infiltración y captación de agua de lluvia (UVG 2003).

6.5. Calidad del aire. La estación se encuentra a una altura aproximada de 1576 mSNM y está alejada de los poblados y carreteras, por lo cual cuenta con buena calidad del aire. Existe poca generación de polvo, ya que el suelo se mantiene relativamente húmedo durante todo el año.

6.6. Amenazas naturales. Entre las mayores amenazas naturales que se pueden dar en el área del proyecto, se pueden mencionar la amenaza volcánica, y los movimientos en masa (como los deslaves). Estos últimos se generan principalmente por las fuertes lluvias en la región y el tipo de suelo franco-arenoso.

6.6.1. Amenaza volcánica. Desde la mayor erupción de la formación de la caldera de Atitlán, hace 85,000 años, surgieron tres estratovolcanes –San Pedro, Tolimán y Atitlán– en la caldera y sus alrededores. El Atitlán es el volcán más joven y más activo de los tres. Su actividad comenzó hace más de 10,000 años y desde el siglo XV se ha registrado actividad explosiva en seis ocasiones (1469, 1505, 1579, 1663, 1717 y 1853) (Haapala *et al.* 2005).

La información geológica e histórica demuestra que la actividad en el volcán Atitlán es similar a la del volcán de Fuego, localizado a 44 Km al este. En este último, se han observado erupciones activas durante los últimos 30 años. En general, se espera actividad del volcán Atitlán en el futuro, por lo que es necesario crear planes de contingencia en caso de amenaza (Haapala *et al.* 2005).

6.6.1.1. Características del Volcán Atitlán. El Atitlán es un volcán compuesto o estratovolcán, al igual que el San Pedro y el Tolimán. Este tipo de volcán tiene erupciones periódicas y en ocasiones tiene laderas empinadas, conos simétricos de capas alternadas de flujos de lava, cenizas volcánicas, toba volcánica, bloques y bombas volcánicas (Haapala *et al.* 2005).

Los volcanes compuestos representan una variedad de amenazas geológicas, tanto durante las erupciones como en períodos de reposo sin actividad volcánica. Hay muchos peligros que han ocurrido en el volcán Atitlán en el pasado y que probablemente volverán a ocurrir en el futuro. Las erupciones de rocas fundidas o magma causaron la mayoría de estos acontecimientos, pero algunas amenazas, tales como los derrumbes, terremotos y lahares (flujos de lodo, detritos y agua), pueden ocurrir sin advertencia previa cuando el volcán se encuentra en estado latente o de inactividad (Haapala *et al.* 2005).

A continuación se presentan una serie de amenazas volcánicas que pueden presentarse en el Volcán Atitlán. Entre éstas se pueden mencionar los flujos piroclásticos, los flujos de lava, magma, lahares y tsunamis.

6.6.1.2. Flujos piroclásticos. La mezcla de gases calientes y partículas de roca volcánica producidas por una erupción explosiva es más densa que el aire. En vez de elevarse, esta mezcla se comporta como un líquido, permanece cerca del suelo y se desplaza hacia abajo por las laderas a manera de un flujo piroclástico (Haapala *et al.* 2005).

Las temperaturas de los flujos piroclásticos suelen alcanzar varios cientos de grados centígrados y se desplazan a velocidades de entre 50 y 150 Km/h. Los flujos piroclásticos destruyen todas las estructuras y eliminan a todos los seres vivientes a su paso. Las personas que van caminando, rara vez pueden escapar de los flujos piroclásticos porque éstos se desplazan con excesiva rapidez. Éstos inundan los valles de los ríos y las áreas topográficamente bajas, y las cenizas se convierten en fragmentos de roca del tamaño de bloques. Los flujos piroclásticos pueden afectar áreas extensas y llegar a ser letales. Estos flujos frecuentemente causan quemaduras severas, traumas pulmonares o asfixia (Haapala *et al.* 2005).

Los flujos piroclásticos han sido notorios durante las erupciones ocurridas en el volcán Atitlán cada 200 ó 400 años. Los depósitos de flujos piroclásticos ocurren en todas las laderas del volcán Atitlán, a distancias que pueden llegar a 12 Km desde su fuente. En los últimos 2,000 a 3,000 años todos los flujos piroclásticos han descendido en las laderas sur-suroccidentales del volcán. Lo más probable es que las futuras erupciones piroclásticas afectarán el área en las laderas sur y suroccidental del volcán. Esta área es cultivada intensamente y comprende numerosas fincas de café y caña de azúcar (Haapala *et al.* 2005).

Los flujos piroclásticos son más peligrosos que los flujos de lava, ya que se desplazan con gran rapidez. Las personas no pueden correr lo suficiente como para salirse de la ruta de avance de estos flujos (Haapala *et al.* 2005).

6.6.1.3. Flujos de lava. Aunque los flujos de lava pueden ser sumamente destructivos, éstos no suelen representar una amenaza para la vida. Sin embargo, las personas deben estar conscientes de que estos flujos son sumamente inestables en laderas empinadas de volcanes como el Atitlán y que podrían constituirse en una avalancha para formar flujos calientes de bloques y ceniza. Los flujos de lava han descendido por todas las laderas del volcán Atitlán, aunque por lo general no se han desplazado por más de 7 Km (Haapala *et al.* 2005).

6.6.1.4. Magma. Todos los magmas liberan gases, tanto durante como entre las erupciones. Los gases volcánicos incluyen vapor, dióxido de carbono, dióxido de sulfuro y otros gases. Por lo general, los gases volcánicos se disipan rápidamente en la dirección del viento desde la chimenea. Sin embargo, en las cercanías del cráter pueden ser peligrosos y pueden lesionar ojos y pulmones. En depresiones cerradas, los gases más densos que el aire (como el dióxido de carbono) pueden acumularse y causar asfixia. Los peligros derivados de los gases volcánicos en el volcán Atitlán se limitan mayormente a la cumbre y al cráter. El peligro disminuye rápidamente en la dirección del viento a medida que los gases se mezclan con el aire (Haapala *et al.* 2005).

Actualmente, las fracturas en la cumbre del volcán Atitlán liberan sobre todo vapor de agua que se forma a medida que la humedad atmosférica se filtra a través del suelo, llega hasta las rocas calientes y se convierte en vapor. Cuando el volcán vuelva a la actividad, el cráter será peligroso a consecuencia de la liberación de gases y las acumulaciones de gases volcánicos (Haapala *et al.* 2005).

6.6.1.5. Lahares. El volumen de agua y detritos volcánicos sueltos determina las dimensiones del lahar. Las erupciones pueden derramar millones de metros cúbicos de sedimentos por las laderas y canales, los cuales, al mezclarse con agua debido a las lluvias, causan los lahares (Haapala *et al.* 2005).

Aunque su última actividad ocurrió en 1853, el historial geológico del volcán Atitlán muestra que éste es peligroso, tanto en tiempos de actividad, como en tiempos de reposo. Otros fenómenos naturales, tales como los terremotos tectónicos o los ciclones tropicales con lluvias abundantes pueden provocar derrumbes y flujos de lodo con este material suelto (Haapala *et al.* 2005).

6.6.2. Movimientos en masa. Debido a la intensidad de lluvia en la época entre mayo y octubre, y al tipo de suelo (franco arenoso), esta zona es muy susceptible a deslaves y derrumbes. Los deslizamientos de tierra en los taludes pueden generar derrumbes de movilización rápida, conocidos como avalanchas de detritos. Las laderas del volcán Atitlán son empinadas y muy inestables en tiempos de lluvias fuertes y actividad sísmica. La intrusión del magma y los terremotos volcanogénicos pueden causar la inestabilidad de las laderas (Haapala *et al.* 2005).

Los terremotos tectónicos, lluvias torrenciales y explosiones de vapor también pueden provocar deslizamientos de tierra en los taludes, cuya magnitud suele ser de volumen inferior a la de los deslizamientos provocados por intrusión magmática. En la década pasada ocurrieron algunos derrumbes de pequeña escala en las laderas orientales del volcán (Haapala *et al.* 2005).

7. Descripción del ambiente biótico

La reserva natural privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán, se encuentra en la ecorregión de Bosques Montanos de Centro América, en la provincia de Tierras Altas Volcánicas y pertenece al Bioma de Bosque de Montaña (Villar 1998). Corresponde a las zonas de vida Bosque Pluvial Montano Bajo Tropical y Bosque Muy Húmedo Montano Tropical (Holdridge 1967).

7.1. Flora. La flora de la reserva es una de las de mayor diversidad dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán, con más de 120 especies vegetales. La vegetación del lugar está incluida entre las principales masas de especies de hoja ancha que contienen material genético de mucha importancia para la región. Constituye hábitat de encinos (*Quercus spp.*), aguacate, aguacatillo (*Persea spp.* y *Ocotea sp.*) y especies del género *Clusia* y las familias Annonaceae y Cactaceae (incluyendo la endémica *Epiphyllum quetzaltecum*) (CONAP 2002). Además, destacan una gran cantidad de orquídeas y bromelias, hongos y especies de helechos arborescentes y terrestres. Se han reportado nuevas especies endémicas en esta zona (UVG 2002) (Ver Apéndice 3).

7.2. Fauna. Esta zona se considera de las de mayor diversidad de fauna dentro del Área de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán. Entre los grupos de fauna se han estudiado mamíferos, anfibios, reptiles, aves, abejas, escarabajos, mariposas, entre otras. Esta zona es hábitat de poblaciones de Quetzal (*Pharomachrus moccino moccino*), Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) y otros tres crácidos incluyendo las Cojolitas (*Penelope purpurascens*) y las Chachalacas (*Ortalis leucogastra*) (UVG 2002).

En la Reserva del Quetzal se han encontrado seis especies endémicas de anfibios, seis de reptiles, y una de escarabajos. Además existen especies importantes de salamandras. Entre las especies endémicas del sitio, se encuentra la serpiente Guishnayera (*Bothriechis bicolor*) (UVG 2003).

Debido a que se ha practicado la cacería ilegal en la zona, existen especies de fauna que están amenazadas. A pesar de haber prohibición de cacería en la Reserva, no se tiene registro del volumen de animales extraídos. De los mamíferos amenazados, destacan el Puma (*Puma concolor*), el Ocelote (*Leopardus pardalis*) y el Margay (*Leopardus weidii*). Con respecto a la Herpetofauna, están amenazados la Guishnayera (*Bothriechis bicolor*) la cual además, es endémica de Guatemala y Chiapas, la salamandra (*Bolitoglossa engelhardti*), entre otros (UVG 2003) (Ver Apéndice 3).

7.3. Áreas protegidas y ecosistemas frágiles. El proyecto se desarrollará específicamente dentro de la Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán. Dicha reserva está incluida dentro de la Zona Primitiva de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán y actualmente es punto de monitoreo de la misma. Colinda con cuatro reservas privadas ya establecidas legalmente: Los Andes, Los Tarrales, Chusita y El Vesubio (Dix y Fortín 2002) (Ver Apéndice 2).

8. Descripción del ambiente socioeconómico y cultural

No existen comunidades ni vestigios arqueológicos de importancia reportados dentro del área de la Reserva. Las zonas habitadas más cercanas son el casco de la Finca Los Andes, la Colonia El Esfuerzo y el casco de la Finca Panamá, la Colonia Las Ilusiones y el casco de la Finca Mocá. Los poblados vecinos están compuestos por pobladores ladinos e indígenas. Estos, en su mayoría, han migrado a la zona para trabajar como jornaleros en las fincas circundantes.

8.1. Uso actual del suelo en sitios aledaños. Gran parte de la Reserva está dedicada a la conservación de bosques. Sin embargo, en los límites inferiores de la misma (sur), se taló el bosque para ampliar los cultivos de quina de las fincas vecinas. Este cultivo abarca una porción muy pequeña de la propiedad, y en la actualidad se tiene un convenio con los encargados del mismo para que esta zona sea devuelta a la administración de la propiedad posterior a la primera cosecha de quina.

8.2. Características de la población. Los centros poblados más cercanos al sitio del proyecto son: el casco de la Finca Panamá, la Colonia El Esfuerzo, el casco de la Finca Los Andes, la Colonia Las Ilusiones y el casco de la Finca Moca Grande. A continuación se presentan los datos y las características generales de cada uno de estos centros poblados, censados en el año 2002, con base al Instituto Nacional de Estadística.

Cuadro 2. Número total de habitantes según género de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá

	Población total	Hombres	Mujeres
Colonia El Esfuerzo	2,280	1,159	1,121
Finca Los Andes	439	227	212
Finca Moca Grande	114	48	66
Finca Panamá	61	31	30
Colonia Las Ilusiones	1,368	659	709

(Fuente: INE 2003)

Anteriormente, la Colonia El Esfuerzo formaba parte de la Finca Panamá. Sin embargo, hace unos años, ésta fue reconocida como un poblado independiente. Esto mismo sucedió con la Colonia Las Ilusiones, que anteriormente formaba parte de la Finca Moca Grande. La Colonia El Esfuerzo es la más poblada de los cinco y tiene un porcentaje muy similar de hombres y mujeres. La Finca Panamá es ahora la menos poblada, contando también con un porcentaje similar de hombres y mujeres.

Cuadro 3. Población según grupo y procedencia étnica de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá

	Grupo étnico	
	Indígena	No indígena
Colonia El Esfuerzo	1,200	1,080
Finca Los Andes	402	37
Finca Moca Grande	82	32
Finca Panamá	3	58
Colonia Las Ilusiones	1,292	76

(Fuente: INE 2003)

Debido a que estos poblados están dentro de fincas, muchas personas migraron de diferentes regiones del país para trabajar como jornaleros en dichas fincas. Entre los

grupos étnicos localizados en estos poblados se pueden mencionar los siguientes: ladinos, Xincas e indígenas de las etnias Quiché, Cakchiquel, Tzutuhil y Mam.

Cuadro 4. Número de hogares y promedio de personas en cada hogar de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá

	Número de hogares	Promedio de personas por hogar
Colonia El Esfuerzo	428	5.33
Finca Los Andes	88	4.99
Finca Moca Grande	22	5.18
Finca Panamá	15	4.07
Colonia Las Ilusiones	233	5.60

(Fuente: INE 2003)

Los cinco poblados tienen un promedio aproximado de cinco personas por hogar, siendo el de mayor número de hogares la Colonia El Esfuerzo y el de menor número de hogares la Finca Panamá.

Cuadro 5. Población alfabeta según género en cada poblado cercano al proyecto (colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá)

	Población total	Total alfabetas	Hombres	Mujeres
Colonia El Esfuerzo	2,280	876	359	517
Finca Los Andes	439	164	67	97
Finca Moca Grande	114	64	34	30
Finca Panamá	61	37	17	20
Colonia Las Ilusiones	1,368	1.026	No disponible	No disponible

(Fuente: INE 2003)

Según la tabla anterior la cantidad de personas alfabetas en el área es deficiente. En la Colonia El Esfuerzo, el 61 % de la población es analfabeta, habiendo una mayor cantidad de mujeres que hombres alfabetas. En la finca Los Andes, un 62% es analfabeta, en la finca Moca Grande un 44%, en la finca Panamá, un 39 % y en la Colonia Las Ilusiones un 25%. Esto quiere decir que en la finca Moca Grande y en la Colonia Las Ilusiones, una mayor cantidad de las personas que las habitan, tienen o tuvieron la oportunidad de asistir a centros educativos, y la mayoría sabe leer y escribir.

8.2.1. Empleo. La mayoría de personas de los poblados circundantes al área del proyecto trabajan como jornaleros en las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá, principalmente en cultivos de quina, café y macadamia. A continuación se presenta una tabla en la que se muestra la población económicamente activa de cada uno de los poblados.

Cuadro 6. Población económicamente activa de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá

	Población económicamente activa
Colonia El Esfuerzo	721
Finca Los Andes	51
Finca Moca Grande	209
Finca Panamá	21
Colonia Las Ilusiones	533

(Fuente: INE 2003)

8.2.2. Tenencia de la tierra en sitios aledaños. Los sitios aledaños a la Reserva forman parte de las fincas anteriormente mencionadas y se dedican principalmente a cultivos. La Finca Los Andes está dedicada principalmente al turismo de bajo impacto y a la conservación de los bosques y la biodiversidad de la zona.

8.3. Servicios básicos. Debido a la lejanía y al difícil acceso a ésta área, los servicios básicos, incluyendo servicio de agua, drenajes y electricidad son escasos y no todas las familias de los poblados tienen acceso a los mismos. Los servicios básicos de cada poblado se muestran a continuación.

Cuadro 7. Número de hogares de las colonias El Esfuerzo y Las Ilusiones, y las fincas Los Andes, Moca Grande y Panamá que tienen acceso a servicios básicos

	Agua	Drenaje	Electricidad
Colonia El Esfuerzo	406	9	360
Finca Los Andes	77	1	68
Finca Moca Grande	14	14	16
Finca Panamá	14	0	14
Colonia Las Ilusiones	2	225	2

(Fuente: INE 2003)

Los drenajes en el área son casi inexistentes, como se muestra en la tabla anterior, por lo que las aguas negras no son tratadas de ninguna forma y son desviadas a los ríos

más cercanos. Con respecto a la recolección de basura, se sabe según información del Instituto Nacional de Estadística, que la mayoría de los hogares de la Finca Panamá, Moca Grande y la Colonia El Esfuerzo queman la basura. En la Finca Los Andes, la mayoría de hogares la entierran. Pocos hogares tienen acceso al servicio de recolección municipal de Santa Bárbara.

8.4. Paisaje. Desde la Estación Científica se pueden observar vistas panorámicas hacia la costa sur de Guatemala. En días despejados se pueden observar los diferentes usos del suelo en las planicies de la costa. Las actividades a realizar en el proyecto no afectarán el valor paisajístico del área, ya que la infraestructura a desarrollar será mínima y se buscarán diseños que no impacten el valor paisajístico del lugar. A continuación se muestran fotografías de la estación, vistas panorámicas desde la misma y diferentes vistas desde el sendero.



Figura 1. Casa rústica de la Estación Científica



Figura 2. Vista panorámica del atardecer desde la casa rústica de la Estación Científica



Figura 3. Vista panorámica del amanecer desde la casa rústica de la Estación Científica



Figura 4. Vista 1 Sendero



Figura 5. Vista 2 Sendero



Figura 6. Vista 3 Sendero

Camino a la estación, se pasa por un puente que atraviesa el río Siguacán. Más adelante se atraviesa una plantación de Hule de la finca Panamá.



Figura 7. Río Siguacán camino a la Estación Científica



Figura 8. Plantación de hule de la finca Panamá

9. Selección de alternativas

9.1. **Alternativas consideradas.** De acuerdo a los impactos derivados de las diferentes actividades de este proyecto, se proponen las siguientes alternativas:

- No llevar a cabo el proyecto.
- Realizar las construcciones con los diseños y materiales más adecuados y en los sitios en los que no se impacte de forma significativa a los elementos ambientales del área.

9.2. **Alternativa seleccionada.** Se seleccionó la alternativa de llevar a cabo el proyecto en el área original, ya que se generarán mayor cantidad de impactos positivos que negativos. Con la mejora y la habilitación de la Estación Científica se podrá conservar y estudiar los ecosistemas de la Reserva. Además, se tendrá mayor control sobre la caza ilegal de especies de flora y fauna.

10. Identificación y análisis de impactos ambientales

10.1. **Identificación de impactos ambientales.** Durante la visita de campo se utilizó una lista de chequeo para recopilar las anotaciones y observaciones necesarias para determinar los impactos que pueden ser causados por la construcción de la infraestructura en la Estación Científica. En el siguiente cuadro se determinan los impactos de forma general, señalando únicamente con una X si las actividades del proyecto afectan de alguna manera los elementos ambientales de la zona. Posteriormente, se analizan los impactos de forma detallada y se proponen las medidas de mitigación para cada uno de dichos impactos.

Cuadro 8. Lista de chequeo de los impactos de cada actividad del proyecto durante la fase de construcción.

Elemento impactado	Actividad del proyecto					
	Construcción bodega	Construcción sendero	Mejora sendero existente	Sistema de recolección y transporte de agua de lluvia	Construcción de letrina	Mejora de parqueo
1. Agua						
2. Suelo	X	X	X	X	X	X
3. Flora		X	X	X		
4. Fauna		X	X	X		
5. Aire	X			X		X
6. Paisaje	X			X	X	

10.2. **Análisis de impactos.** Con la elaboración del proyecto de habilitación de la Estación Científica, se presentarán más impactos positivos que negativos. A continuación se describen de forma detallada dichos impactos.

10.2.1. **Impactos positivos.** Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán empleos para personas de los poblados más cercanos, en especial, de la Colonia El Esfuerzo. Con la habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán se generarán los siguientes impactos positivos:

- Aporte a la protección y conservación del bosque, la vida silvestre, los recursos hídricos y la biodiversidad.
- Mayor control sobre la caza ilegal de especies de flora y fauna de la región.
- Mejora en las condiciones de estancia de los investigadores
- Mejora en el proceso de monitoreo biológico
- Mayor control sobre la protección del Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*), el Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) y el bosque predominantemente latifoliado de la zona.
- Conservación de especies amenazadas y endémicas, a través de investigación científica, educación ambiental y ecoturismo.
- Se fomentará y generará conocimiento científico sobre la reserva y la región.
- Se desarrollarán y promoverán programas de educación científica y ambiental.
- Se promoverá el mantenimiento y restauración de la conectividad de la cadena volcánica.

- Se generarán ingresos para fomentar la sostenibilidad financiera de la reserva.

10.2.2. Impactos negativos. Las instalaciones a construirse deberán ser guiadas por criterios de diseño específicos para áreas protegidas, para causar el menor impacto negativo posible. Sin embargo, al realizar una construcción, siempre se impactarán de alguna forma los elementos del ambiente. A continuación se presenta cada actividad a realizar, y se describe el efecto negativo que cada una de éstas tendrá sobre el suelo, la flora, la fauna, el paisaje y la calidad del aire.

10.2.2.1. Construcción de bodega para almacenar equipo y materiales

Suelo

Para la construcción de la bodega será necesario remover tierra, ya que ésta se ubicará en una cima con una pendiente de aproximadamente 20° de inclinación. El tipo de suelo es franco-arenoso, por lo que es muy susceptible a la erosión. El impacto no será significativo, debido a que será una cantidad pequeña de suelo la que se tendrá que remover. La tierra se utilizará para mejorar los caminos que conducen a la estación. La tierra negra se utilizará como almácigo para la siembra de especies frutales del proyecto de reforestación.

Flora

Para construir la bodega se removerán únicamente hierbas. Es por esto, que no se considera que la construcción tenga un impacto significativo sobre la flora. La bodega se ubicará en un área que fue limpiada en el pasado para las plantaciones de quina.

Fauna

Durante la construcción de la bodega se generará ruido y habrá movimiento de personas en el sitio, por lo que puede haber desplazamiento de especies de fauna. Sin embargo, dicho desplazamiento será temporal, ya que en la etapa de operación, se generará la menor cantidad de ruido posible, precisamente, para no ahuyentar a los animales.

Paisaje

La bodega será construida de blocks de cemento y madera. La madera es menos impactante para la vista, si se ubica en un contexto rodeado de vegetación. Se sembrarán plantas y enredaderas alrededor de la bodega, para evitar un contraste muy marcado con la vegetación. El impacto será leve si la bodega se construye con los materiales adecuados.

Calidad del aire

Al remover la tierra se generará una mínima cantidad de polvo en el área. Sin embargo, ésta cantidad no será significativa ya que el suelo de la región se mantiene húmedo durante todo el año.

10.2.2.2. Construcción de 500 metros de sendero. El sendero se deberá construir tomando en consideración el tipo de suelo, las pendientes, la flora y la fauna de la zona. A continuación se presentan algunas consideraciones a tomar en cuenta.

Flora

El sendero tendrá un área de 500 m² (500m x 1m). Durante la fase de construcción se deberá limpiar el terreno identificado para el sendero. Esto se llevará a cabo por medio de chapeo y corte de la vegetación que esté en el camino.

No se cortarán árboles para la construcción del sendero, ya que éste se trazó específicamente en los sitios en los que se deba cortar la menor cantidad de vegetación de importancia de la zona. Se cortarán pequeñas hierbas y arbustos únicamente. A pesar de esto, durante la construcción del sendero, el transporte de materiales y el paso de las personas que lo construyan, se alterará la flora de los alrededores del sendero (aproximadamente dos metros de cada lado). Sin embargo, después de un tiempo, dicha vegetación se regenerará de forma natural.

Es de suma importancia tomar en cuenta la vegetación especial del sitio al construir el sendero. Si no se puede evitar pasar por áreas con vegetación especial, es necesario que estas sean trasplantadas afuera del trayecto del sendero. La vegetación que se corte para construir el sendero será utilizada posteriormente para hacer el relleno del mismo, el cual incluye grava, piedras de diferentes tamaños y materia orgánica. No se considera que el impacto sobre la flora en la realización del sendero altere significativamente la flora del ecosistema.

Fauna

El sendero debe evitar áreas de anidación o de uso especial de especies en peligro de extinción, ya que estos son muy susceptibles a las perturbaciones y a la presencia humana. Habrá desplazamiento temporal de especies de fauna debido a los procesos de construcción, el ruido, y el paso constante de personas a través del bosque durante la construcción. Es posible que dichos animales no regresen a sus sitios originales de alimentación y anidación. Sin embargo, se espera que el desplazamiento sea temporal, y que regresen a dichos sitios. Es preferible que las construcciones no se realicen en estación de anidación.

Suelos

Para construir el sendero, es necesario limpiar el terreno. El uso continuo del camino compacta el suelo y puede provocar pérdida de porosidad y permeabilidad. Esto puede causar un problema en época de lluvia, ya que el agua, en vez de filtrarse en el suelo, corre por el sendero, forma pequeñas pozas de lodo o forma zanjas por la erosión. El impacto del sendero sobre el suelo es significativo si no se toman las medidas adecuadas para su construcción.

Calidad del aire

Se generará una pequeña cantidad de polvo al remover la vegetación y ciertas porciones de tierra al construir el sendero, sin embargo es una actividad temporal, por lo cual no se considera que sea significativo el impacto. Además, el suelo de la zona mantiene cierta cantidad de humedad, incluso en la época seca.

Paisaje

El paisaje no se verá afectado por el sendero, ya que éste será construido de tal forma, que no resalte de la vegetación de la zona.

10.2.2.3. Mejora del sendero ya existente⁵. Originalmente, el sendero actual fue trazado en los años setenta por cazadores y para las plantaciones de las fincas de los alrededores. Dicho sendero fue mejorado en el año 2003 y tiene una longitud aproximada de 580 metros. Es un sendero en el cual solamente se trazó el camino y se chapeó la vegetación. Debido a esto, el sendero está deteriorado. Además, por las fuertes lluvias y la erosión, el ancho (originalmente 1 metro) se ha reducido.

Existen partes en el sendero en los que es necesario construir puentes y barandas, para que haya mayor seguridad para los visitantes. Los materiales a utilizar deben ser poco impactantes al ambiente.

10.2.2.4. Mejora del parqueo de la Estación

Suelo

Para mejorar el parqueo, es necesario remover suelo para ensancharlo. Se debe sembrar vegetación en donde el suelo quede al descubierto en las pendientes, para evitar erosión.

Flora

No se removerá vegetación importante, únicamente hierbas y plantas pequeñas. Por lo cual no se considera que la mejora del parqueo impacte negativamente a la flora del sitio. Además, el parqueo se encuentra dentro del área de plantación de Quina.

⁵ Para la mejora del sendero existente, tomar en consideración los impactos de la construcción del nuevo sendero, ya que son muy similares.

Fauna

No se impactará directamente sobre la fauna del área. Únicamente por la generación de ruido y la presencia humana. Sin embargo, esto es temporal y el ruido que se generará no es significativo.

Calidad del aire

Se generará polvo en el proceso de mejoramiento del parqueo; sin embargo, es un impacto temporal no significativo.

Paisaje

El parqueo es de terracería, rocas volcánicas y pedrín. Si se considera un impacto visual, pero no significativo.

10.2.2.5. Construcción de la letrina

Suelos

La tierra que se removerá para hacer la fosa de la letrina se utilizará en otros procesos de construcción o en mejorar los caminos hacia la estación. La cantidad removida no es significativa, por lo que no se considera un impacto negativo importante.

Flora

Dicha letrina estará ubicada en un área de la Estación, en la cual no existe mayor vegetación. Por esto, no se considera que habrá un impacto negativo sobre la flora.

Fauna

No se afectará a la fauna del sitio al realizar la construcción de la letrina. Sin embargo, por el ruido generado y por las actividades de construcción, éstos pueden

desplazarse. No se considera que la construcción de la letrina sea un impacto significativo del proyecto en relación a la fauna.

Calidad del aire

La tierra removida se utilizará para mejorar los caminos hacia la estación y el polvo generado durante la construcción será únicamente temporal y en baja cantidad. Durante la fase de operación, se espera que la letrina no genere malos olores, ni atraiga moscas, ya que será construida de tal forma, que éstos inconvenientes sean evitados.

Paisaje

La letrina se considera visualmente impactante, en contraste al paisaje, sin embargo se utilizarán materiales que no resalten excesivamente de la vegetación circundante y de los alrededores.

10.2.2.6. Colocación del sistema de recolección y transporte de agua de lluvia para abastecimiento de agua potable.

Flora

Para construir el sistema de recolección de agua de lluvia, se deberá remover vegetación secundaria. Esta área estaba originalmente cubierta de bosque, pero hace aproximadamente ocho años una parte del bosque fue talada por personas de fincas circundantes para cultivar quina. Ahora tiene únicamente vegetación secundaria que incluye Heliconias, hierbas y arbustos. El techo para captación de agua de lluvia se construirá en medio de dicha vegetación. Será necesario remover por lo menos 96 m² de vegetación.

Los tanques de almacenamiento del agua se construirán en un área que fue limpiada para la preparación de la siembra de quina, entre el bosque y la plantación actual de quina. Es por esto, que no será necesario remover vegetación importante, únicamente hierbas.

Fauna

Algunos animales se desplazarán del sitio, debido al ruido y a la presencia humana. Sin embargo, por estar tan cerca de la orilla del bosque, no será significativo el impacto. El desplazamiento de los animales será temporal y se procurará no acercarse a sitios de anidación y de uso especial.

Suelos

Para la construcción de los tanques se deberá remover suelo, para que éstos queden enterrados. El alto de cada tanque es de 1½ m. Dichos tanques se instalarán en una pendiente de aproximadamente 30 grados de inclinación.

Calidad del aire

Se generarán pequeñas cantidades de polvo al construir los tanques. El impacto no es significativo, ya que la tierra en el sitio está relativamente húmeda durante todo el año.

Paisaje

El sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial atraviesa una plantación de Quina, la cual cubre la infraestructura. Cuando este cultivo sea removido, después de la primera cosecha, se sembrarán plantas naturales del área para evitar la erosión. Esto a su vez aportará a cubrir la infraestructura. El impacto no se considera significativo sobre el paisaje.

10.3. Evaluación de impacto social. En la fase de transporte de materiales y equipo de construcción hacia la Estación, se atravesarán áreas de viviendas, por lo cual se generará polvo y ruido. Es importante que se tomen en consideración los horarios hábiles, para no molestar a las personas de los poblados. En la fase de construcción no se identificaron impactos sociales negativos ya que los poblados más cercanos no tienen contacto directo con el área.

Durante la fase de construcción se contratarán personas de la Colonia El Esfuerzo para trabajar como jornaleros. El impacto generado es positivo, ya que se generarán nuevos empleos para las personas de dicho poblado. Los guardianes que trabajan en la Estación Científica también pertenecen a dicha colonia.

11. Plan de Gestión Ambiental

El presente Plan de Gestión Ambiental tiene como objetivo principal proponer las medidas de mitigación necesarias para prevenir, controlar y/o disminuir los impactos ambientales negativos que puedan ser generados por el proyecto de habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán. Además, se proponen medidas para maximizar los impactos positivos significativos que se originen del proyecto, tales como propuestas de infraestructura a desarrollar conforme a los criterios de diseño dentro de áreas protegidas.

11.1. Medidas de mitigación. Los impactos negativos generados con la elaboración del proyecto son impactos fáciles de mitigar o disminuir. A continuación se presenta un cuadro en el que se detalla qué variable es impactada, cuál es la fuente generadora del impacto, cuál es el impacto ambiental en sí, y quién es responsable de aplicar las medidas de mitigación.

Cuadro 9. Medidas de mitigación para los impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

Variable Ambiental Impactada	Fuente generadora del impacto	Impacto ambiental	Medidas de mitigación	Responsable de la aplicación de las medidas
Suelo	Movimiento de tierra para construcción de infraestructura y senderos	Erosión, compactación y pérdida de nutrientes del suelo.	Utilización del material removido para mejoras en los caminos que conducen a la estación. Siembra de vegetación en pendientes para evitar la erosión.	Departamento de Biología y FUVG
Flora	Limpieza de terreno para construir infraestructura y senderos	Pérdida de pequeñas cantidades de plantas pequeñas y hierbas.	Utilización de materia orgánica para relleno del sendero y para hacer compost. Siembra de árboles nativos de la zona en sitios sin vegetación.	FUVG
Fauna	Ruido y presencia humana debido a procesos de construcción.	Desplazamiento de especies de fauna por perturbaciones a sus sitios de uso especial.	Evitar construcciones y senderos cerca de sitios de anidación y de uso especial de especies en peligro de extinción. Generar poco ruido durante la construcción, utilizando el equipo adecuado.	FUVG
Paisaje	Construcción de infraestructura	Impacto visual por infraestructura	Utilizar diseños de infraestructura que tomen en consideración la estética, lo funcional y lo ecológico. Utilizar materiales poco contrastantes con la naturaleza del sitio.	FUVG
Calidad del aire	Transporte de materiales, utilización de vehículos, movimientos de tierra	Generación de polvo	Realizar únicamente la cantidad de viajes indispensables para el transporte de materiales.	FUVG

11.2. Propuestas de diseño de infraestructura en la Estación Científica. Dentro de las medidas de mitigación consideradas para el presente proyecto, se proponen diseños de infraestructura para reducir los impactos negativos del proyecto y a su vez aumentar los beneficios del mismo. La propuesta del proyecto no incluye planos ni diseños específicos, por lo que se proponen diseños que pueden ser utilizados. Sin embargo, esto queda a discreción de la organización encargada de llevar a cabo el proyecto (la FUVG). Los diseños deben ser adaptados por el arquitecto que se contrate para poder construirlos.

11.2.1. Sistema de recolección y abastecimiento de agua pluvial. La captación de agua pluvial es necesaria en esta zona, debido a que el sistema de agua municipal de Santa Bárbara no llega hasta la Estación. Además, las quebradas de la zona son estacionales y no pueden proveer de agua constantemente. Utilizar agua pluvial es ambientalmente positivo, ya que no se sustrae agua de los cuerpos de agua ó del subsuelo.

El sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia consta de un techo de teja, el cual es el principal captador que vierte el agua a un canalón de lámina galvanizada. Dicho canalón, mediante una tubería de P.V.C. transporta el agua a dos tanques de captación, cada uno con una capacidad de almacenar 13.5 m³ de agua. Antes de llegar a dichos tanques, el agua pasa por un filtro de sólidos para que ésta llegue libre de hojas secas y materia orgánica a los tanques. El agua se almacena en los tanques y se transporta por medio de gravedad a las tuberías de la casa (Ver Apéndice 7). Para aprovechar el espacio debajo del techo de captación de agua pluvial, se construirá un aula que será utilizada para impartir clases y conferencias (Ver Apéndice 8).

Mantenimiento del sistema: El canalón de lámina galvanizada deberá limpiarse y pintarse interior y exteriormente cada seis meses como mínimo (Deffis Caso 1992). Éste además, deberá limpiarse cada semana, debido a que se construirá en un sitio rodeado de mucha vegetación, por lo cual se acumularán hojas secas y materia orgánica en el canalón, lo cual impediría la entrada del agua al tubo de P.V.C. Los

tanques de almacenamiento deberán vaciarse y limpiarse cuidadosamente para almacenar las lluvias de los meses a partir de mayo (Deffis Caso 1992). Los tanques de almacenamiento se deben vaciar y limpiar cada seis meses. El filtro de sólidos debe limpiarse cada tres meses y debe ser reemplazado cada año.

11.2.2. Letrina. La letrina a construir abarcará un área de 4 m². Se sugiere que la letrina existente se mejore, ya que se encuentra en malas condiciones. La letrina actual es tradicional, la cual atrae moscas y produce malos olores. Otro problema que genera es que atrae abejas de miel. Esta letrina debe ser reubicada cada vez que se llena el foso. Estos inconvenientes pueden ser reducidos con trampas para insectos para evitar fuga de moscas, fosos de doble comportamiento, para utilizar uno mientras el otro estabiliza la materia orgánica y chimeneas para evitar malos olores. A continuación se describen tres tipos de letrinas que se pueden utilizar en el área del proyecto: a. letrina compostadora, b. letrina ventilada y c. letrina desfasada. Posteriormente se analizan los tres tipos y se propone uno de los modelos para la Estación Científica.

Letrina compostadora:

Consiste en una cámara de compostación con piso inclinado, el cual permite que los desechos fisiológicos se vayan resbalando hacia el fondo a medida que se estabilizan, ayudados por la ventilación de tiro forzado provocado por una chimenea pintada de negro y orientada al sol. La ventilación se conduce a través de tubos partidos a la mitad que atraviesan la cámara de compostación desde la cámara de extracción y hasta la cámara de ventilación. Los desechos estabilizados se retiran una vez al año del fondo de la cámara de extracción. Esta letrina requiere, para funcionar adecuadamente, que además de la excreta, se le arrojen los desechos orgánicos de la cocina, lo cual ayuda también a eliminar el problema de la eliminación de desechos sólidos (Deffis Caso 1992) (Ver Apéndice 9). La cámara de extracción tiene una capacidad de almacenar 3 m³ de materia.

Letrina ventilada:

Consiste de un foso de doble cámara con chimenea con trampa para insectos y caseta individual. La doble cámara tiene por objeto dejar estabilizar la excreta por lo menos durante un año después de que se llenó una cámara y mientras tanto usar la otra cámara hasta que se llene. Después vaciar la primera cámara y dejar estabilizar la segunda, y así alternadamente. La chimenea está pintada de negro, orientada a la zona más soleada (sur en el hemisferio norte), con el fin de provocar un tiro forzado y de esa manera extrae los malos olores lentamente para que se vayan diluyendo en el ambiente. Esta chimenea tiene tela mosquitero para evitar que los insectos escapen por ella. El asiento tiene una tapa que siempre se mantendrá cerrada para evitar que entren o salgan insectos por allí. La caseta individual está montada sobre el techo de una de las cámaras y se cambiará a la otra cámara, cuando se llene la primera (Deffis Caso 1992) (Ver Apéndice 9).

Letrina desfasada:

Es esencialmente igual que la anterior, excepto que la caseta está desfasada de la cámara y se conecta con ella a través de un tubo de albañal. También consta de un foso de doble cámara, de una chimenea pintada de negro, orientada al sol, con trampas de mosquitero y con asiento con tapa. La ventaja de este tipo de letrina es que se podrá tener el asiento dentro de la vivienda y el foso estará afuera, facilitando su desalojo cuando se requiera. La desventaja es que se tendrá que limpiar constantemente el tubo de conexión para que no se tape con excreta (Deffis Caso 1992) (Ver Apéndice 9).

La letrina desfasada es una buena opción para cuando se quiere construir la misma dentro de una casa, sin embargo, este no es el caso. La letrina ventilada es una buena opción para construirla en la Estación; sin embargo, se propone la letrina compostadora. La materia orgánica producida en el sitio puede ser utilizada para el proceso de estabilización de la materia fecal.

11.2.3. Senderos. Los dos senderos tendrán una longitud de aproximadamente 1 Km entre ambos. Para que estos senderos sean duraderos y funcionales, deben cumplir con ciertas consideraciones, incluyendo el suelo, el drenaje, las pendientes, el respeto a la flora y la fauna del bosque, entre otros.

Todo el sendero deberá tener un recubrimiento de grava, materia orgánica y piedras de diferentes tamaños. Esto evitará que los senderos se reduzcan en época de lluvia y que se vuelvan resbaladizos. Además, hará más fácil el recorrido por el mismo.

En el recorrido de los senderos, existen ciertos accidentes geográficos que hacen necesaria la construcción de infraestructura. Por ejemplo, durante la época de lluvia, se generan varias quebradas de agua. Algunas de dichas quebradas crecen considerablemente por lo que, es necesario construir puentes sencillos de madera para poder atravesarlas. En las áreas con pendientes muy elevadas, donde el suelo es muy resbaloso, es necesario construir escaleras de grava y troncos partidos. Los troncos pueden ser recolectados en el sitio. Estos deberán ser de árboles caídos, si están en buenas condiciones. No se deben cortar árboles. Pueden también utilizarse ramas gruesas.

Debido a la longitud de los senderos, es necesario crear áreas de descanso. Esto puede hacerse en claros del bosque que estén adyacentes al sendero. La colocación de bancas es muy importante, debido al tipo de sendero y a que la gente mayor que quiera recorrerlo, necesitará tomar descansos periódicamente. Las bancas se pueden fabricar con troncos partidos de árboles caídos, aprovechando los recursos del sitio.

Al final de los senderos hay un barranco. Este sitio se puede aprovechar para la construcción de un mirador, el cual, además de servir como un sitio de observación de la vista panorámica al bosque latifoliado y a la observación de aves, puede funcionar como un sitio de descanso. El mirador puede ser construido de madera; sin embargo, es necesario que las bases del mismo sean de concreto para que sea más estable. El sendero pasa por sitios cercanos a barrancos. Es por esto que se deberá tomar en consideración la construcción de cercas que permitan que las personas que recorran el sendero se sientan más seguras al pasar por estas áreas (Ver Apéndice 10).

11.3. Organización del Proyecto y ejecutor de las medidas de mitigación. La organización encargada de realizar el proyecto y de ejecutar las medidas de mitigación de los impactos, es la Fundación de la Universidad del Valle, propietaria de la Reserva. Dicha organización deberá velar por el buen estado y mantenimiento del sitio.

11.4. Seguimiento y vigilancia ambiental (monitoreo). Debido a que el proyecto es de construcción de infraestructura sencilla, y se utilizarán materiales de bajo impacto, no es necesario un Plan de Monitoreo Ambiental específico. Sin embargo, es recomendable que se revise que los sistemas instalados (letrinas y sistema de captación de agua de lluvia) funcionen adecuadamente. Es importante monitorear que no existan fugas en los tanques de almacenamiento de agua, que el filtro funcione adecuadamente, que la letrina se mantenga en buen estado, etc.

12. Análisis de riesgo y planes de contingencia

Los riesgos por amenazas naturales en el área del proyecto son elevados, ya que ésta se encuentra en el Volcán Atitlán a aproximadamente 3.8 Km del cráter. Esto hace que el sitio del proyecto esté en un área vulnerable y susceptible a peligros naturales, en especial a amenazas volcánicas y movimientos en masa. Los movimientos en masa más comunes que se pueden generar en esta área son los deslizamientos. Esto se debe a las fuertes lluvias que caracterizan a esta zona entre los meses de mayo a octubre, y al tipo de suelo, altamente susceptible a la erosión.

Estas amenazas pueden dañar, no sólo las poblaciones vegetales y animales del volcán, sino también, pueden llegar a afectar directamente a los poblados que se encuentran en el volcán. Para evitar daños a la salud humana, es necesario crear planes de contingencia.

A continuación se describe un plan de contingencia, en el cual se sugieren medidas para detectar y evitar amenazas naturales en el Volcán Atitlán. La información de dicho

plan fue extraída y traducida del inglés del documento en preparación “Volcanic Hazards at Atitlán Volcano, Guatemala”⁶ escrito por Haapala *et al.* (2005).

12.1. Plan de Contingencia en caso de amenazas naturales en el Volcán Atitlán

12.1.1. Advertencia de peligros. Para saber si existe amenaza volcánica en el Volcán Atitlán, los habitantes locales y los científicos deben saber monitorear y reconocer indicadores de erupciones inminentes. Esto se puede lograr a través de instrumentos geofísicos y observación directa, con lo cual se pueden detectar los cambios que causa el movimiento de magma hacia un volcán antes de una erupción. Por ejemplo, una gran cantidad de pequeños temblores se generan a medida que la roca se fractura para hacer espacio para el magma o a medida que el calentamiento de fluidos incrementa la presión subterránea. El calor que es generado por el magma puede elevar la temperatura de las aguas freáticas y puede aumentar el volumen del vapor liberado por las fumarolas. Además, puede generar pequeñas explosiones de vapor. La inyección de magma en el volcán puede causar deformaciones en la superficie.

Los períodos de intranquilidad en los volcanes producen una gran incertidumbre social. Durante las dos últimas décadas se han hecho avances considerables en el monitoreo de volcanes y pronósticos de erupciones. Sin embargo, los científicos frecuentemente sólo pueden hacer declaraciones muy generales sobre la probabilidad, el tipo y la escala de una erupción inminente. La actividad precursora puede tener fases de aceleración y desaceleración, y en ocasiones puede disiparse sin que ocurra una erupción. Los funcionarios gubernamentales y el público deben reconocer las limitaciones en el pronóstico de las erupciones y deben estar preparados para sobrellevar este tipo de incertidumbres.

A pesar de los avances en el monitoreo de los volcanes y del pronóstico de erupciones, todavía sigue siendo difícil, si no imposible, predecir con precisión los derrumbes provocados por terremotos o lluvias torrenciales. Por lo tanto, lahares

⁶ Título en español: “Amenazas Volcánicas en el Volcán Atitlán, Guatemala”

potencialmente letales en el volcán Atitlán podrían ocurrir sin previo aviso. Los funcionarios gubernamentales y el público deben reconocer los lugares y los límites de zonas de peligro de lahares y deben saber que éstos pueden ocurrir sin previo aviso.

12.1.2. Protección a las comunidades y ciudadanos de los peligros derivados de los volcanes. Las comunidades, las empresas y los ciudadanos deben mitigar los efectos de futuras erupciones volcánicas, avalanchas de detritos y lahares provenientes del volcán Atitlán. Los esfuerzos de mitigación a largo plazo deben incluir el uso de información sobre los peligros de los volcanes al tomar las decisiones sobre el uso de la tierra y la localización de instalaciones cruciales. El desarrollo futuro debería evitar áreas que pueden tener un riesgo inaceptablemente alto o debería ser planeado y diseñado a manera de reducir el nivel de riesgo.

Cuando hay erupciones o amenazas de erupciones en los volcanes, se necesita una repuesta de emergencia bien coordinada. Ésta será más efectiva si los ciudadanos y los funcionarios públicos poseen conocimientos básicos sobre los peligros que representan los volcanes y si han planificado las acciones necesarias para proteger a las comunidades.

Debido a que una erupción volcánica puede ocurrir semanas o meses después de la primera actividad precursora, y debido a que algunos acontecimientos peligrosos, tales como derrumbes y lahares, pueden ocurrir sin previo aviso, habría que diseñar planes de emergencia adecuados. Puesto que el Atitlán es un volcán activo, los funcionarios públicos deberían considerar temas tales como educación pública, comunicación y evacuación como parte de un plan de respuesta. Los planes de emergencia desarrollados para inundaciones podrían aplicar en alguna medida, pero podrían requerir modificaciones para peligros relacionados con los flujos piroclásticos y lahares.

Los conocimientos y la planificación por anticipado son los aspectos más importantes para hacer frente a los peligros volcánicos. Los lahares representan la mayor amenaza a las personas que viven o visitan los canales que drenan el volcán Atitlán (como los ríos Moca y Sigucán). Ésta es un área en donde se necesita instrucción en educación, comunicación y evacuación.

13. Escenario ambiental modificado por el desarrollo del proyecto

El escenario ambiental después de las modificaciones y las construcciones realizadas por el proyecto, no habrá sido alterado significativamente, ya que serán pocas y serán realizadas con materiales adecuados para la zona. Los desechos sólidos inorgánicos no se acumularán en el sitio, sino serán transportados semanalmente hacia el basurero municipal de Santa Bárbara. La basura generada por los estudiantes regresa a la ciudad de Guatemala.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La puesta en marcha del proyecto de habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán conlleva una serie de beneficios para la Reserva Natural Privada. Entre estos se pueden mencionar el aporte a la protección y conservación del bosque, la vida silvestre, los recursos hídricos y la biodiversidad de la zona. Asimismo, se podría mejorar el proceso de monitoreo biológico y el control de la caza ilegal de especies de flora y fauna de la región.

Con la habilitación de la Estación se colaborará, además, con la protección del Quetzal, el Pavo de Cacho y el bosque latifoliado de la zona. La investigación científica, la educación y el ecoturismo contribuirán a la conservación de las especies amenazadas y endémicas de la región. Habilitar y equipar la Estación también producirá ingresos para fomentar la sostenibilidad financiera de la reserva y generará empleo para los habitantes de los poblados cercanos a la misma.

Después de realizar el análisis de impactos que pueden surgir a partir de las actividades del proyecto, se puede observar que los impactos negativos pueden ser evitados con las medidas de mitigación propuestas en el Plan de Gestión Ambiental. Dichas medidas de mitigación son sencillas y fáciles de implementar.

La mayoría de impactos negativos pueden ser mitigados a través de buenas prácticas arquitectónicas, tomando en consideración que el proyecto se desarrollará dentro de un área de protección especial. El diseño de la infraestructura debe regirse por los criterios de diseño especiales para áreas protegidas, tomando en cuenta los criterios estéticos, funcionales y ecológicos elaborados en el “Manual para la Planificación y Diseño de los Parques Nacionales” de Houseal (1979). Esto, con la finalidad de impactar lo menos posible el ambiente de la Reserva, y a la vez, lograr un diseño estético y funcional.

Las amenazas naturales como terremotos, lahares, deslaves y erupciones ponen en riesgo el área total del Volcán Atitlán. Es de suma importancia capacitar a los

pobladores del área y a los usuarios de la Estación, para que puedan identificar dichas amenazas y evacuar la zona cuando sea necesario. A pesar de que se pueden implementar medidas de mitigación para este tipo de amenazas, muchas veces los acontecimientos son impredecibles.

En el proceso de elaboración de este trabajo, se encontraron ciertas dificultades. Por ejemplo, la poca disponibilidad de información y apoyo de algunas instituciones estatales. Otra dificultad surgió debido a que el financiamiento para el proyecto de habilitación de la Estación fue cancelado, por problemas internos de la organización que los brindaría. Por la falta de fondos no se pudo terminar de formular el proyecto, ni se pudo contratar a un arquitecto que realizara los planos de la infraestructura a desarrollar. Para llevar a cabo este trabajo profesional, se contó con la colaboración de un arquitecto, quien elaboró planos provisionales y propuestas de infraestructura. Esto permitió continuar con la formulación del Estudio de Impacto Ambiental.

La elaboración del proyecto de habilitación de la Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán, generará mayor cantidad de beneficios que de impactos negativos, tanto sobre el medio ambiente, como sobre las personas que la habiten y la visiten. El Estudio de Impacto Ambiental presentado en este trabajo, servirá como base para desarrollar el proyecto de la mejor manera, llenando los requisitos legales y colaborando a la conservación de la Reserva. Además, este estudio puede servir como base para el diseño y desarrollo sostenible de futuros proyectos de conservación dentro del área de la cadena volcánica.

V. RECOMENDACIONES

- El diseño de infraestructura para este proyecto se realizó a manera de propuesta. Sin embargo, es necesario que se contrate a un arquitecto que elabore los planos más específicos de la infraestructura a desarrollar.
- Se recomienda que el sendero se construya tomando en cuenta la vegetación del bosque latifoliado, y los sitios de anidación y de uso especial de especies de fauna, ya que éstas son muy susceptibles a perturbaciones de su hábitat.
- Es necesario que el sendero cuente con sitios de descanso, debido a que su longitud es de 1 Km aproximadamente y con muchas pendientes. Es recomendable que en sitios con muchas pendientes, el sendero se construya en forma de zigzag. Además, se sugiere evitar, en la medida de lo posible, las pendientes muy marcadas y que se siga el contorno del terreno (RARE 2000).
- Se recomienda advertir a los trabajadores que realizarán las construcciones, que en esta zona es ilegal la cacería de especies de fauna.
- Es importante que se tomen en consideración medidas de seguridad adecuadas, para poder evacuar la zona en caso de amenazas naturales. Para esto, es recomendable que se siga el Plan de Contingencias y que se realicen programas de capacitación para los pobladores de la zona, los trabajadores y los visitantes de la Estación.
- Debido a que en la Estación Científica se utiliza gas propano para la cocina y keroseno para iluminación, se recomienda contar con extinguidores, en caso de incendios. Además, es importante que se posea un botiquín de primeros auxilios en caso de accidentes tales como quemaduras y cortaduras.
- Las nuevas instalaciones de la Estación Científica deben contar con un adecuado mantenimiento. Se debe monitorear, por ejemplo, que los tanques de almacenamiento de agua pluvial no tengan fugas, que el filtro de sólidos

funcione adecuadamente y que las letrinas se mantengan en buen estado. Se recomienda que los tanques de almacenamiento se limpien cada seis meses y el filtro de sólidos cada tres meses. Éste debe ser reemplazado cada año. La letrina debe vaciarse una vez al año, cuando la materia fecal ya esté estabilizada.

- Actualmente no existe ningún sistema de manejo de aguas residuales en el sitio. Es de suma importancia que se implemente un sistema adecuado, ya que habrá mayor generación de aguas residuales.

- La Fundación de la Universidad del Valle es la organización a cargo del proyecto. Es importante que ésta se encargue de vigilar a los contratistas para que las actividades de construcción en la Estación se desarrollen conforme a las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

VI. LITERATURA CITADA

- Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala. 2005. *Mapas de la Ubicación de Reservas Naturales en el Volcán Atitlán y sus alrededores*. Archivo digital.
- Banco Mundial. 1999. *Manual de Operaciones del Banco Mundial (OP 4.01): Políticas Operacionales, Anexo A*. Washington, D.C. 2pp
- CONAMA. 1989. *Ley de Áreas Protegidas de la República de Guatemala (Decreto 4-89)* Guatemala.
- CONAP. 2002. *Plan Maestro 2002-2007 Área Protegida de Usos Múltiples Cuenca del Lago de Atitlán*. Guatemala. 145pp.
- CONAP. 2001. *Guía para establecer una Reserva Natural Privada*. Guatemala. 12pp
- CONAP. 1999. *Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de Planes de Manejo Forestal dentro de Áreas Protegidas*. Guatemala. 25pp
- Conesa Fernández-Vitoria, V. 1997. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. 3ª Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 412 pp. En www.umh.es
- Congreso de la República de Guatemala. 1986. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)*. Guatemala
- MARN. 2003. "Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental" (Acuerdo Gubernativo 23-2003). Guatemala. 47pp
- Deffis Caso, A. 1992. *La casa ecológica autosuficiente para climas templado y frío*. Árbol Editorial. México D.F. 348pp

- Departamento de Biología, UVG. 2000. *Informe de actividades en la Reserva Biológica, Volcán Atitlán*. Guatemala. 3pp.
- Dix, M. y I. Fortín (eds). 2002. *Proyecto Volcanes de Atitlán*. Diagnóstico Ecológico-Social y Plan Preliminar de Conservación de la Cuenca del Lago de Atitlán. Universidad del Valle de Guatemala. 184pp.
- Espinoza, G. 2001. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago, Chile. 188pp.
- Haapala J.M., R. Escobar, J.W. Vallance, W.I. Rose, S.P. Schilling, J.W. Ewert y M. Mota. 2005. *Volcanic Hazards at Atitlán Volcano, Guatemala*. Documento en preparación.
- Holdridge, L. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Houseal, B. 1979. *Manual para la planificación y diseño de los parques Nacionales*. En Lehnhoff, A. 1988. "Monumento Natural Volcán de Pacaya – Planificación y Arquitectura para un Área Natural Protegida". Tesis Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 78 pp
- Instituto Geográfico Nacional. 1966. *Mapa climatológico de la República de Guatemala*. Guatemala
- Instituto Nacional de Estadística. 2003. *Características de la población y de los locales de habitación censados*. 279pp
- Presidencia de la República. 1990. *Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas (Acuerdo Gubernativo 759-90)*. Guatemala

RARE. 2000. *Sendero al dinero y la conservación: Manual para crear senderos de bajo impacto que generen utilidades y fomenten concientización*. Virginia. 400 pp

Simmons, C., J. Tarano y J. Pinto. 1959. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Editorial Ibarra. Guatemala. 1,000pp.

SEGEPLAN. 2005. *Información Departamental de Guatemala*. Consultado en www.segeplan.gob.gt el 30.03.2005

Universidad del Valle de Guatemala. 2005. *Borrador Plan Maestro RNP "Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán"*.

VII. OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS

Leiva, X. y P. Negreros. 2004. *Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción de la Estación Biológica, Ubicado en la Reserva Natural Privada Yaxhá, Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo, El Petén*. OTUS. Guatemala. 35pp

VIII. APÉNDICES

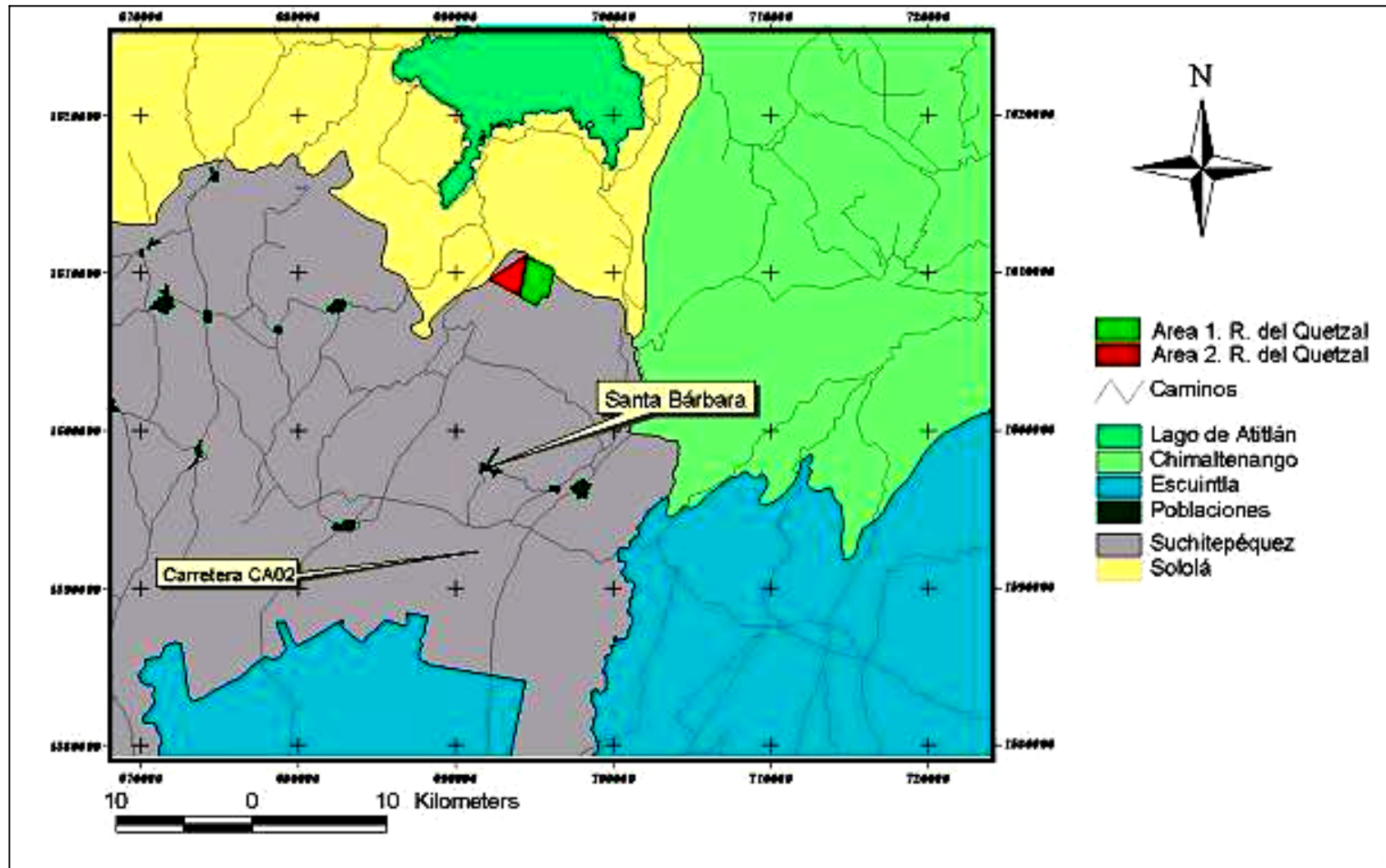
Apéndice 1:

Mapa de ubicación y acceso a la Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán

y

Mapa de localización de la Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán en hoja cartográfica 1: 50,000 (San Lucas Tolimán)

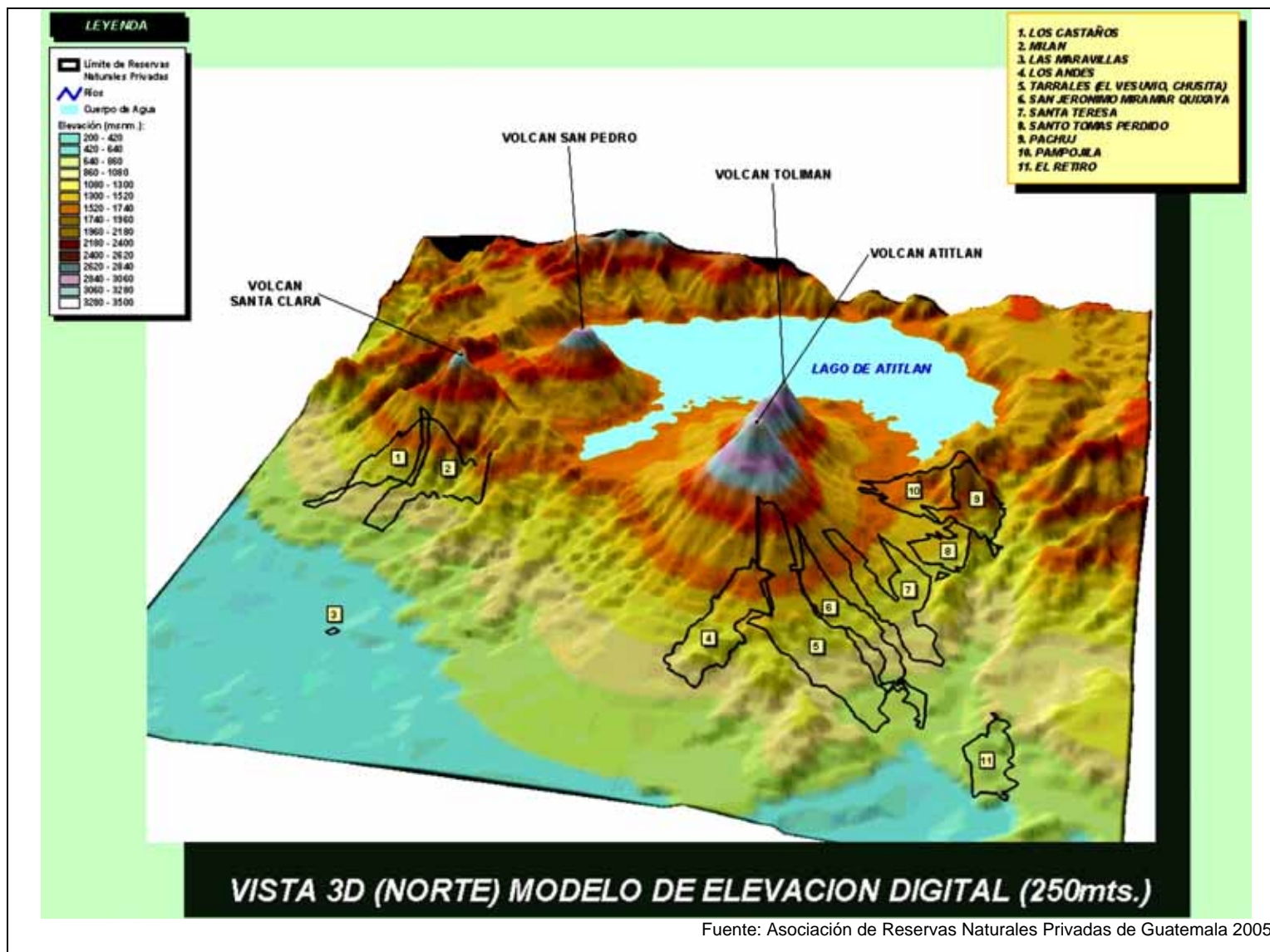
Mapa de ubicación y acceso a la Reserva Natural Privada Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán



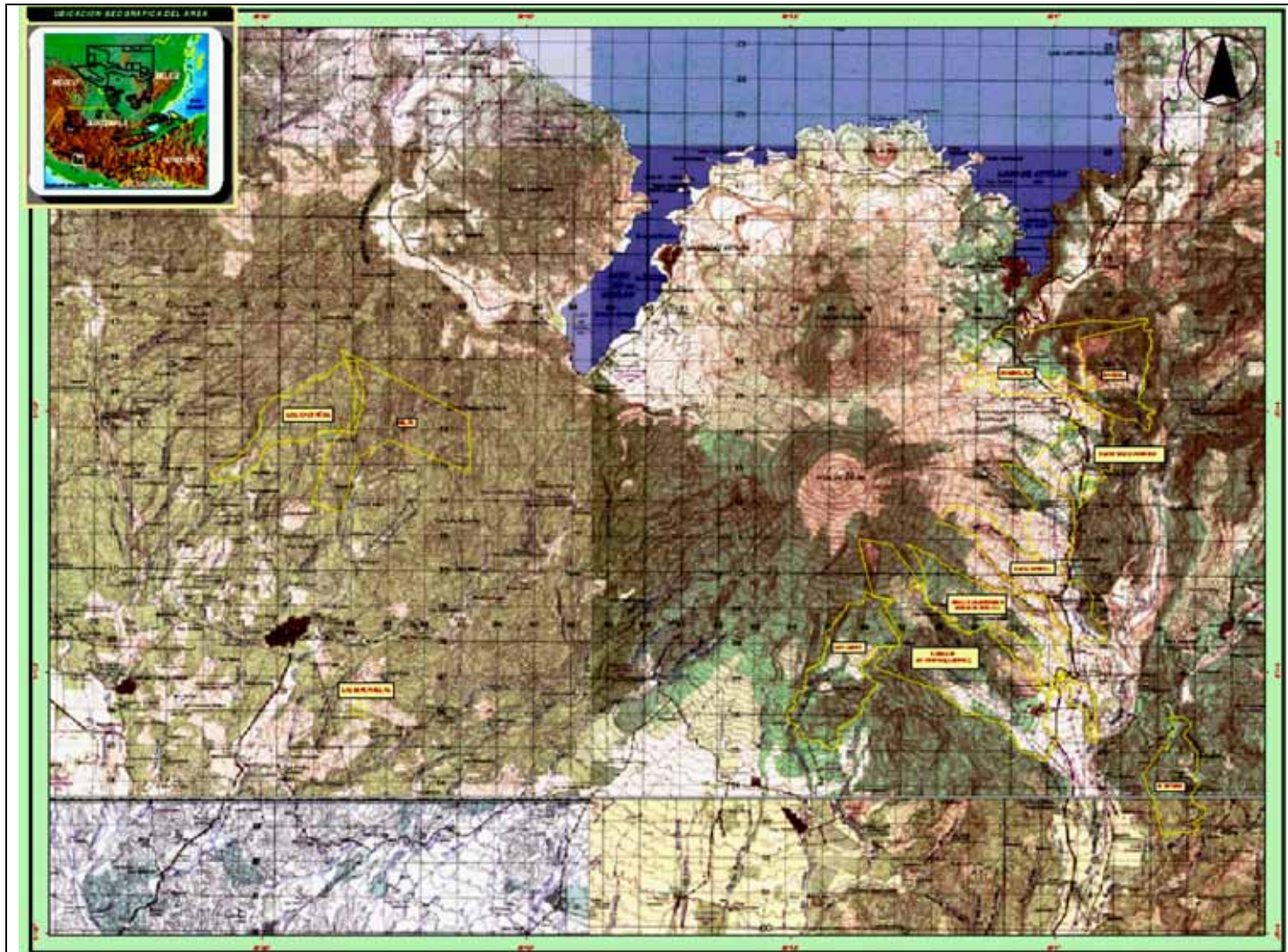
Apéndice 2:

Mapas de Reservas Naturales Privadas del Volcán Atitlán

Mapa (3D) de Ubicación de Reservas Naturales Privadas en el Volcán Atitlán



Mapa de Ubicación de Reservas Naturales Privadas en el Volcán Atitlán en hoja cartográfica 1:50,000



Fuente: Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala 2005

Apéndice 3:

Listas de principales especies de flora y fauna reportadas para la zona

FLORA

Principales especies de flora presentes en la región de la
Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán

Género u especie	Taxón/Nombre común/Tipo
<i>Quercus skinneri</i>	Encino
<i>Quercus corrugata</i>	Encino
<i>Sloanea ampla</i>	
<i>Brosimum guianensis</i>	Ramón
<i>Lupinus montanus</i>	Rubiaceae
<i>Cuphea sanguinea</i>	Lythraceae
<i>Peperomia guatemalensis</i>	Piperaceae
<i>Quercus flagellifera</i>	Encino
<i>Quercus crispipilis</i>	Encino
<i>Annona sp.</i>	Anona
<i>Clusia sp.</i>	
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco
<i>Sterculia mexicana</i>	
<i>Olmediella betschleriana</i>	Manzanote
<i>Xylosma flexuosum</i>	
<i>Trophis chiapensis</i>	
<i>Hillia tetrandra</i>	Epífita Rubiaceae
<i>Psychotria spp.</i>	Rubiaceae
<i>Hoffmania spp.</i>	Rubiaceae
<i>Smilax jalapensis</i>	Zarzaparrilla
<i>Gonolobus sp.</i>	Enredadera
<i>Cyathea sp.</i> arborescente	Helecho
<i>Polypodium spp.</i> terrestres	Helechos
<i>Adiantum spp.</i> terrestres	Helechos
<i>Blechnum spp.</i> terrestres	Helechos
<i>Vittaria spp.</i> terrestres	Helechos
<i>Epiphyllum quetzaltecum</i>	Cactácea
<i>Piper pergamentifolium</i>	Piperaceae
<i>Langsdorffia hypogaea</i>	Único registro en Guatemala
<i>Viburnum hartwegii</i>	
<i>Rapanea juergensenii</i>	
<i>Alfaroa costarricensis</i>	
<i>Rondeletia skutchii</i>	Rubiaceae

(Fuente: UVG 2005)

FAUNA

Mamíferos reportados en la región de la
Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán

Especie	Taxón/Nombre común
<i>Puma concolor</i>	Puma
<i>Leopardos pardales</i>	Ocelote
<i>Leopardos weidii</i>	Margay
<i>Cryptotis godwini</i>	Insectívora
<i>Artibeus aztecus</i>	Chiroptera
<i>Orthogeomys grandis</i>	Taltuza
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Taltuza
<i>Myotis californicus</i>	Chiroptera
<i>Heteromys desmerestianus</i>	Rodentia
<i>Peromyscus aztecus</i>	Rodentia
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Rodentia
<i>Peromyscus guatemalensis</i>	Rodentia

(Fuente: UVG 2005)

Herpetofauna reportada en la región de la
Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán

Especie	Taxón/Nombre común
<i>Bothriechis bicolor</i>	Guishnyera
<i>Eleutherodactylus rupinus</i>	Anura
<i>E. rhodopis</i>	Anura
<i>Duellmanohyla schmidtorum</i>	Anura
<i>Bolitoglossa engelhardti</i>	Salamandra
<i>Bufo bocourti</i>	Anura
<i>Sceloporus smaragdinus</i>	Squamata
<i>Mesaspis moreleti</i>	Squamata
<i>Sibon fisheri</i>	Colubridae
<i>Pseudoeurycea rex</i>	Salamandra

(Fuente: UVG 2005)

Especies de aves reportadas en la región de la
Estación Científica Refugio del Quetzal-Volcán Atitlán

Especie	Nombre común
<i>Pharomachrus moccino moccino</i>	Quetzal
<i>Oreophasis derbianus</i>	Pavo de Cacho
<i>Crax rubra</i>	Pajuil
<i>Penelopina nigra</i>	Chacha negra
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos
<i>Aulacorhynchus presinus</i>	Tucaneta
<i>Ergaticus versicolor</i>	Chipe cabeza rosada
<i>Myadestes occidentales</i>	Clarín Jilguero
<i>Aspatha gularis</i>	Motmot gorjiazul
<i>Vireolanius meliophrys</i>	Vireo pechicastaño
<i>Colinas virginianus</i>	Codorniz

(Fuente: UVG 2005)

Insectos reportados en la región de la Estación Científica

Especie	Taxón
<i>Phyllophaga n.sp.</i>	Scarabaeidae Endémica
<i>Ogyges laevisimus</i>	Passalidae Endémica

(Fuente: UVG 2005)

Apéndice 4:

Formulario de Evaluación Ambiental Inicial FEAI



DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

Introducción

Con el propósito de poder realizar una Evaluación Ambiental Inicial a todo proyecto, obra, industria o actividad, y poder determinar que por sus características requiere o no, de la presentación adicional de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental u otro instrumento, es necesario que todo proponente o usuario, pueda completar la información requerida en el Formulario de Evaluación Ambiental Inicial –FEAI-, la cual debe ser clara y completa, para ser presentado en la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o bien en las Delegaciones del Ministerio.

Instrucciones:

1. Utilizar letra de molde, máquina de escribir o formato digital para completar la información requerida en el FEAI, para lo que se sugiere leer cada uno de los numerales, proporcionando la información de la manera más clara y completa posible. Adjuntar toda aquella documentación que respalde la información consignada en el FEAI.
2. Si los espacios destinados para completar la información requerida en el FEAI, no fuere suficiente, puede utilizarse hojas adicionales, las cuales deben adjuntarse al documento, indicando el número de pregunta a que corresponda.
3. Cuando la pregunta no tenga relación con el proyecto o actividad propuesta, entonces la pregunta puede dejarse en blanco.
4. En el momento de la presentación del FEAI, se debe adjuntar la boleta de pago correspondiente. El MARN, al momento de la recepción del FEAI, asignará el número correspondiente al expediente.
5. En la sección correspondiente a la Declaración Jurada, deberá indicar el nombre completo del proponente o Representante Legal, firma y la certificación de Abogado.

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

SOLICITUD No. _____ COMPROBANTE DE PAGO No. _____	
<i>CATEGORÍA INDICADA EN EL LISTADO TAXATIVO</i> _____	
Instrucciones: Completar el siguiente formulario de EAI, colocando una X en las casillas correspondientes y proporcionar información escrita cuando corresponda. La información debe ser proporcionada utilizando letra de molde legible o a máquina, también puede ser utilizado un formato electrónico.	
INFORMACION GENERAL	
16. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad _____	
17. Nombre de la persona individual o jurídica _____	
18. Teléfono _____ Fax _____ E- mail _____	
19. Dirección del Proyecto _____	
20. Dirección para recibir notificaciones _____	
INFORMACION GENERAL	
21. Breve descripción del Proyecto _____	
22. Describir las actividades o procesos principales del proyecto _____	
23. Área total de terreno en m2, incluir plano de localización o un mapa escala 1:50,000 y plano de ubicación _____	
24. Área de construcción en m2. _____	
25. Actividades colindantes al proyecto: NORTE _____ SUR _____ ESTE _____ OESTE _____	
26. Caracterización de la actividad a) proyecto nuevo <input type="checkbox"/> b) actividad de remodelación <input type="checkbox"/> c) ampliación <input type="checkbox"/> d) reubicación de la actividad <input type="checkbox"/> e) Otro <input type="checkbox"/> Especifique _____	
27. Avance de la actividad en porcentaje a) 0% <input type="checkbox"/> b) 20-30% <input type="checkbox"/> c) 50% <input type="checkbox"/> d) 75% <input type="checkbox"/> e) 100% <input type="checkbox"/>	
28. Características del área de influencia del proyecto (especificar): j) cuerpos de agua cercano (ríos, lagos, quebradas, etc.) _____ k) presencia de basureros _____ l) centros poblados cercanos _____ m) Vegetación (bosque, cultivos, etc.) _____ n) Centros educativos o culturales _____ o) Centros asistenciales (hospitales, asilos, etc.) _____ p) Áreas residenciales _____ q) Centros religiosos _____ r) Fábricas o industrias _____ s) Otros _____	
29. Riesgos potenciales en el área a) inundación <input type="checkbox"/> b) explosión <input type="checkbox"/> c) deslizamientos <input type="checkbox"/> d) derrame de combustible <input type="checkbox"/> e) fuga de combustible <input type="checkbox"/> f) Otros, especifique _____	
30. Tipo de actividad a realizar d) construcción y vivienda <input type="checkbox"/> e) transporte <input type="checkbox"/> f) turismo <input type="checkbox"/> g) agrícola <input type="checkbox"/> h) salud <input type="checkbox"/> i) hidrocarburos <input type="checkbox"/> j) pesquero <input type="checkbox"/> k) forestal <input type="checkbox"/> l) Otro (especifique) _____	
16. Costo Aproximado de la Inversión?	
I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
1A. GASES Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Hornos, proceso, incinerador, caldera, motores, etc.) e) _____ f) _____ g) _____ h) _____	
1B. PARTICULAS Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Polvo, Movimiento de tierras, vehículos, proceso, hornos, quemadores, etc.) e) _____ f) _____ g) _____ h) _____	

1C. GENERACIÓN DE SONIDO O RUIDO
Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Motores, compresores, instrumentos de sonido, etc.) Se debe presentar en dB(A) la cantidad aproximada a generar

e) _____
f) _____
g) _____
h) _____

1D. GENERACIÓN DE OLORES
Fuente generadora (especifique procedencia) (ej. Materia prima, productos químicos, putrefacción de materia orgánica, procesos, etc.)

e) _____
f) _____
g) _____
h) _____

1E. Qué medidas de mitigación propone para evitar la generación de impactos ambientales a la atmósfera, con base en las actividades identificadas como emisiones a la atmósfera (adjuntar esquemas, planos, cotizaciones, etc.):

f) _____
g) _____
h) _____
i) _____
j) _____
k) _____

II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (SISTEMA HÍDRICO)

2.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO (ej. Servicio municipal de agua, construcción de pozo mecánico o artesanal, río, nacimiento de agua, etc.)

b) _____
c) _____

2.8 Estimación del caudal de agua requerido por m³/día o lt/día o por batch: _____

Indicar usos principales (ej. Agua como insumo, lavado de equipo, limpieza, riego, etc.):

a) _____
b) _____
c) _____

2.9 Generación de aguas residuales (aguas negras)

a) domésticas c) Otro, especificar _____
b) Industriales

2.10 Sistema de tratamiento de aguas residuales (ej. tratamiento primario, secundario, terciario) (especificar adjuntando planos, esquemas, cotizaciones, etc.):

c) Domésticas: _____

d) Industriales: _____

2.11 Descarga final de aguas residuales tratadas (efluente) (ej. Pozo de absorción, drenaje municipal, río, mar, etc) _____

2.12 Disposición de lodos _____

2.13 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas) _____

2.8 Otras medidas que propone para contrarrestar los posibles daños o efectos al agua, como resultado de la ejecución del proyecto? _____

III. Efectos sobre el Suelo (sistema edáfico y lítico)

3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto:

a) No se produce cambio de uso, la actividad a realizar es similar a la existente -----
b) Cambio del uso del suelo muy leve-----
c) Cambio significativo en el uso neto, Se desarrollará otra actividad diferente a la anterior-----
d) El cambio de uso del suelo provocará impactos secundarios significativos-----
e) Se produce un cambio muy significativo en el uso del suelo-----

Especificar: _____

3.2. Movimiento de tierras

a) Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad _____
b) Movimiento de tierra, corte y relleno con movilización fuera del área del proyecto _____
c) Construcción de caminos de acceso _____
d) No se contempla movimientos de ningún tipo _____
e) Otro _____

Especificar: _____

3.4 **Impactos ambientales** (ej. polvo, eliminación de la cubierta vegetal, cambios morfológicos, etc.)

3.3 **¿Qué medidas propone para contrarrestar los efectos al ambiente que se den por movimientos de tierra?**

IV. DESECHOS SÓLIDOS

4.1. **Especifique volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción**

f) Igual al de una residencia 5Kg/día _____

g) Producción entre 5-100 Kg/día _____

h) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____

i) Producción mayor a 1 Tn _____

Caracterizar desechos (descripción) _____

4.2 **Tipo de desecho sólido en la fase de construcción**

a) Doméstico _____

b) Comercial _____

c) Industrial _____

d) peligroso _____

e) Otro _____

4.4 **Volumen de los desechos sólidos (basura) en la fase de operación**

a) Igual al de una residencia 5Kg/día _____

b) Producción entre 5-100 Kg/día _____

c) Producción entre 101Kg/día –a 1 Tn. _____

j) Producción mayor a 1 Tn _____

Caracterizar desechos (descripción) _____

4.4 **Desechos peligrosos generados en la fase de construcción o fase de operación (especificar)**

g) Corrosivo _____

h) Reactivo _____

i) Explosivo _____

j) Tóxico _____

k) Inflamable _____

l) Biológico infeccioso _____

4.5 **3 Disposición final de los desechos sólidos (basura) en la fase de construcción u operación**

g) botadero autorizado por la Municipalidad _____

h) tratamiento especial _____

i) empresa privada _____

j) Lugar no autorizado por la Municipalidad _____

k) Exportación de desechos _____

l) otro _____

Ampliar información sobre disposición final de desechos sólidos _____

4.7 **¿Qué medidas propone para contrarrestar la generación de desechos sólidos, para su tratamiento y/o disposición final?**

D. V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.1 **Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr)** _____

5.2 **Tipo de Abastecimiento de energía**

f) Sistema nacional de empresa eléctrica _____

g) Generación propia _____

a. Capacidad de generación _____

b. Tipo de generación _____

i. Térmica _____

ii. Hidráulica _____

iii. Eólica _____

iv. Solar _____

v. Geotérmica _____

vi. otra _____

c. Planta de emergencia _____

Ampliar información _____

5.3 **¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía?** _____

VI. USO DE COMBUSTIBLES	
6.4 ¿Tipo de combustible que utiliza? g) Gas Licuado de Petróleo –GLP- (Gas propano) h) Bunker i) Diesel j) Butano k) Gasolina l) Otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Especificar _____	
6.5 Cantidades a utilizar por día o por mes _____	
6.6 Tipo de almacenamiento _____	
6.7 Uso que se dará a el o los combustibles: _____	
6.5 Tipo y Número de Licencia, extendida por la Dirección General de Hidrocarburos, del Ministerio de Energía y Minas _____	
6.6. Qué medidas propone para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible? _____	

E. VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.	
7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto c) No habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto d) Desplazamiento temporal de la fauna por actividades del proyecto h) Pérdida parcial de flora y fauna por las actividades del proyecto i) Pérdida total de flora y fauna, producto de actividades del proyecto	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Especificar _____	

7.5 Pérdida de bosque: a) La actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles b) La actividad involucra tala de 1-3 árboles aislados dentro de una zona de potrero c) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque secundario d) La actividad involucra tala de árboles dentro de un bosque primario j) La tala de árboles, además ocasiona efectos secundarios en sistema suelo, agua, biodiversidad	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Especificar _____	

7.6 Efectos en área protegida: e) La actividad no se encuentra dentro de un área de protección f) La actividad se localiza adyacente al área de protección (cuerpo de agua, bosque vecinal) y no lo modifica g) La actividad se localiza adyacente al área de protección , pero ocasiona efectos secundarios h) La actividad se localiza dentro de un área de protección	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Especifique _____	

7.7 ¿Qué medidas propone para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos?	

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
8.5 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato:	
c) Número de vehículos propiedad de la empresa _____	
d) Sitio previsto para aparcamiento _____	
8.6 Personal	
b) Jornada de trabajo a. Diurna b. Nocturna c. Mixta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
c) Número de empleados por jornada _____	
8.7 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos:	
d) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____	
e) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural o arqueológico _____	

f) La actividad afecta significativamente un recurso cultural o arqueológico _____ Especificar _____					
8.8 Identificar algún problema social que puede generarse por la realización del proyecto _____ _____					
8.9 ¿Qué medidas propone para contrarrestar los impactos identificados anteriormente? _____ _____					
IX.EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA					
2.1 Efectos en la salud humana:					
e) La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
f) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores					
g) La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores					
h) Efectos sobre los trabajadores					
Especificar _____ _____					
2.2	¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? _____ _____				

Adjuntar Sigüientes documentos:

- Plano de localización
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)

DECLARACIÓN JURADA	
Yo, _____ propietario o Representante Legal, me (nombre completo)	
identifico con cédula de vecindad número de orden _____ y de registro _____ extendida en el municipio de _____ Departamento de _____.	
Declaro Bajo juramento que toda información suministrada en este formulario y en los anexos que lo acompañan en verdadera y correcta y someto ante la autoridad ambiental el formulario de Evaluación Ambiental Inicial, para proyecto, obra, industria o actividad; así como me comprometo a cumplir con el Código de Buenas Prácticas, con los instrumentos complementarios, reglamentación ambiental vigente y otras directrices o requerimientos ambientales que sean necesarios.	
Lugar y fecha _____	
Firma _____	

ESPACIO PARA AUTÉNTICA DEL DOCUMENTO.

ESPACIO RESERVADO PARA LA OFICINA DE SERVICIOS (VENTANILLA UNICA) DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES; MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES					
Fecha de recibido _____	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
Nombre _____					
Firma _____ Sello					
Firma: _____					
Vo.Bo. Oficina de Servicios al Usuario					
Nota : Presentar original y copia.					

Apéndice 5:

Guía de términos de referencia para la elaboración de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

GUÍA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACION DE UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CATEG	No.	Tema	Explicación
A, B1	1.	ÍNDICE	Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos, acrónimos y otros; señalando números de página
A, B1	2.	RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Resumen ejecutivo que incluya: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del Proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.); características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación así como un resumen del plan de Gestión Ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.
A, B1	3.	INTRODUCCIÓN	Introducción al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyendo a) descripción del proyecto b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del Estudio, localización y justificación.
A, B1	4.	INFORMACIÓN GENERAL	Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos
	4.1	Documentación legal	Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos
	4.2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA	Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del Estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. de colegiado activo, No. de Registro ante el MARN , así como la respectiva Declaración Jurada, sobre el tema en el que se participó.
A, B1	5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
A, B1	5.1.	Síntesis general del proyecto	Incluye una breve descripción del proyecto
A, B1	5.2.	Ubicación geográfica y Área de Influencia del Proyecto	Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.
A, B1	5.3.	Ubicación político-administrativa	Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, e indicar las vías mas convenientes para llegar al proyecto
A	5.4	Justificación técnica del Proyecto. Obra, industria o actividad y sus alternativas	Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de Proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de ese problema, c) forma que el proyecto solucionará o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.
A, B1	5.5	(Área estimada del proyecto	Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP) , especificando en m2 o Km2
A, B1	5.6.	Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del Proyecto y tiempos de ejecución	Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas
A	5.6.1	Flujograma de actividades	Elaborar un flujograma con todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto
A, B1	5.6.2.	Fase de construcción	
A, B1	5.6.2.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.2.2	Equipo y maquinaria	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción ,

		utilizada	en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.2.3	Movilización de transporte y frecuencia de movilización.	Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, así como las características de las vías por las que serán movilizadas, incluyendo un mapa con las rutas cuando sea necesario y las frecuencias de movilización.
A, B1	5.6.3	Fase de operación	Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1
A, B1	5.6.3.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.3.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.3.3	Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperado	Indicar las rutas a utilizar y frecuencia de movilización de vehículos generadas por la operación del Proyecto. Indicar si las rutas de emergencia pueden ser afectadas.
	5.7	Servicios básicos	
A, B1	5.7.1.	Abastecimiento de Agua	Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar (m ³ /día o m ³ /mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable, otros usuarios etc.)
A, B1	5.7.2	Drenaje de aguas servidas y pluviales	Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, así como la disposición final de las aguas residuales y pluviales.. Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales. Incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, así como los planos necesarios firmados por profesional competente.
A, B1	5.7.3.	Energía eléctrica	Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.
A, B1	5.7.4.	Vías de acceso	Detallar las vías de acceso al proyecto, obra, industria o actividad, y el estado actual de las mismas.
A	5.7.5.	Transporte público	Identificar las necesidades de transporte público a ser generadas por el proyecto, obra, industria o actividad y describir las rutas de transporte existentes.
A, B1	5.7.6.	Otros	Mencione otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.7.7.	Mano de obra	
A, B1	5.7.7.1.	Durante construcción	Presentar un estimado de la generación de empleo directo por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.7.2.	Durante la operación	Presentar un estimado de la generación de empleo directa por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.8.	Campamentos	Si el tipo de proyecto amerita contar con un campamento temporal, detallar aspectos sobre el mismo tales como: área a ocupar, número de personas, servicios a instalar, localización y otros.
A, B1	5.8.	Materia prima y materiales a utilizar	
A, B1	5.8.1.	Etapas de construcción y operación)	Presentar un listado completo de la materia prima y materiales de construcción a utilizar, indicando cantidades por día, mes, así como la forma de almacenamiento.
A, B1	5.8.2.	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	Incluir un inventario de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, indicando grado de peligrosidad, elementos activos, sitio y forma de almacenarlo, aspectos de seguridad en el transporte y manejo y otra información relevante, según el proyecto.
A, B1	5.9.	Manejo y Disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos,)	
A, B1	5.9.1.	Fase de construcción	
A, B1	5.9.1.1.	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.1.2.	Desechos tóxicos peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.9.2.	Fase de operación	
	5.9.2.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades

		drenajes) y gaseosos	estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.2.2.	Desechos tóxicos y peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.10.	Concordancia con el plan de uso del suelo	El proyecto, obra, industria o actividad propuesto, se debe plantear conforme a la planificación de uso de suelo ya existente para el área de desarrollo, indicando si dicha planificación es local (Municipio), regional (grupo de municipios o cuenca hidrográfica) o nacional. Indicar si existiese plan de desarrollo para el área.
A, B1	6.	DESCRIPCIÓN DEL "MARCO LEGAL (JURÍDICO)	Describir la normativa legal (regional, nacional y municipal) que fue considerada en el desarrollo del Proyecto o que aplica según la actividad de que se trate y necesaria para el aprovechamiento de los recursos naturales.
A, B1	7.	MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN	Exponer el monto de las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, caminos de acceso, obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado. Se debe indicar la vida útil del proyecto.
A, B1	8.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	
A, B1	8.1.	Geología	
A	8.1.1.	Aspectos geológicos regionales	Describir aspectos de interés para la ubicación regional, (caracterización general del Proyecto, incluyendo mapas geológicos.) Presentar los mapas geológicos: a) contexto geotectónico; b) contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).
A, B1	8.1.2.	Aspectos geológicos locales	Describir las unidades geológicas, incluyendo las rocosas como las de formaciones superficiales. Incluir descripción técnica básica y atributos geológicos fundamentales, así como niveles de alteración y sistemas de fracturas.
A, B1	8.1.3.	Análisis estructural y evaluación	Presentar un análisis de la estructura geológica de las unidades locales y una evaluación geotectónica básica del área del proyecto (geometría de las unidades, contactos, buzamientos, fallas, lineamientos, pliegues y otras). Presentar en un mapa a escala 1:10 000.
A,	8.1.4.	Caracterización geotécnica	Presentar una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.
A, B1	8.1.5.	Mapa geológico del Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia Directa (AID)	Presentar un mapa del área, con indicación de los factores indicados (AP Y AID). Acompañar con perfiles y cortes geológicos explicativos, así como columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, indicar los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).
A, B1	8.2.	Geomorfología	
A, B1	8.2.1.	Descripción geomorfológico	Describir el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.
A, B1	8.3	Suelos	Caracterización de los suelos con vistas a la recuperación y/o rehabilitación de las áreas degradadas, que permitan evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.
A, B1	8.4..	Clima	Descripción regional y local de las características climáticas (viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría, etc.).
A, B1	8.5.	Hidrología	<i>Presentar un estudio hidrológico regional o local, según el proyecto, ligado con el área de influencia directa del mismo (la información se presentará en un mapa hidrológico.</i>
A, B1	8.5.1.	Aguas superficiales y subterránea	Presentar un mapa, ubicando los cuerpos de agua aledaños que puedan ser potencialmente afectados por el Proyecto (toma de agua, efluentes, modificación de cauce o ribera, etc.) e identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al proyecto(AP), indicando la profundidad del manto freático y las condiciones en que se realizará

A, B1	8.5.2	Calidad del agua	Presentar una caracterización bacteriológica y físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, considerando los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la implementación del proyecto, obra, industria o actividad, tales como: <i>temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, en suspensión y disueltos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, aceites y grasas, metales pesados, nitrógeno, sulfatos, cloro, flúor, coliformes totales, entre otros.</i>
A	8.5.3	Caudales (máximos, mínimos y promedio)	Presentar datos de los caudales de los cuerpos de agua, que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.
A	8.5.4.	Cotas de inundación	Presentar la frecuencia histórica de inundaciones en el sitio del Proyecto, con base en experiencia local e informes de las Autoridades correspondientes. En el caso que hubiere zonas inundables, se presentan dichas áreas de una manera gráfica.
A	8.5.5	Corrientes, mareas y oleaje	Cuando el proyecto se encuentra localizado en la zona costera, se deben presentar datos sobre la dinámica hídrica de dicha zona, incluyendo eventos máximos. La información debe ser presentada en forma gráfica y mapas.
A, B1	8.5.6.	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas	Analizar la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto.
A, B1	8.6	Calidad del aire	Presentar una caracterización general de la calidad del aire. En el caso de áreas urbanas considerar los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	8.6.1	Ruido y vibraciones	Presentar una caracterización del nivel de ruidos y vibraciones en el área de estudio, respecto a áreas urbanas.
A, B1	8.6.2	Olores	Caracterización de los olores en el área de estudio, relacionados con características de viento y otros factores,
A, B1	8.6.3	Fuentes de radiación	Identificar las fuentes de radiación existentes y permisos para operación.
A, B1	8.7	Amenazas naturales	
A, B1	8.7.1	Amenaza sísmica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico.
A, B1	8.7.2.	Amenaza volcánica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico. Esta información deberá ser aportada por todos aquellos proyectos que se ubiquen dentro del radio de 30 Km. de distancia de un centro activo de emisión volcánica.
A, B1	8.7.3.	Movimientos en masa	Señalar las probabilidades de los movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos, derrumbes, reptación, etc.). Esta información deberá ser presentada por todos aquellos proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollen en terrenos con pendientes mayores al 15 %.
A, B1	8.7.4.	Erosión	Indicar la susceptibilidad del área a otros fenómenos de erosión (lineal, laminar).
A, B1	8.7.5.	Inundaciones	Hacer una definición de la vulnerabilidad de las zonas susceptibles a las inundaciones y en caso de zonas costeras a huracanes u otros..
A, B1	8.7.6	Otros	Señalar la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, subsidencias y hundimientos, inducidos naturalmente o potencializados por el proyecto. Señalar las áreas ambientalmente frágiles presentes en las colindancias del terreno.
A	8.7.7.	Susceptibilidad	Presentar un mapa que incluya las áreas de susceptibilidad a amenazas naturales, o de riesgo, incluyendo todos los factores mencionados anteriormente.
A, B1	9.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	Presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida.
A, B1	9.1.	Flora	Indicar gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ej: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos y otros.

			Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal. Puede utilizar la metodología de cambio de uso del suelo.
A, B1	9.1.1.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que se encuentren en el área del proyecto y el área de influencia directa, de conformidad con las listas oficiales (Listado CITES).
A, B1	9.1.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo durante la fase de operación y cierre.
A, B1	9.2.	Fauna	Indicar las especies más comunes del área de estudio y proporcionar datos sobre abundancia y distribución local.
A, B1	9.2.1.	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies de esta categoría que se encuentren en el área de proyecto y el área de Influencia Directa, de conformidad con las listas oficiales (listado CITES).
A, B1	9.2.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo.
A, B1	9.3.	Áreas Protegidas y Ecosistemas frágiles	Caracterizar los ecosistemas más importantes de la zona de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la ejecución del Proyecto. Presentar en un mapa de áreas silvestres, protegidas existentes y otras áreas de protección o ambientalmente frágiles.
A, B1	10.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	
A, B1	10.1.	Características de la población	Incluir datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, así como sus tendencias, especialmente aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.2.	Seguridad vial y circulación vehicular	Establecer las características actuales de la red vial, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, presentar un análisis en función de la ejecución y operación del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.3.	Servicios de emergencia	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia, tales como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.
A, B1	10.4.	Servicios básicos	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y drenajes, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, otros y que se relacionen con el proyecto.
A, B1	10.5.	Percepción local sobre el Proyecto	Plantear cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad, y las transformaciones que pueda generar. (Según encuesta de opinión). Señalar los posibles conflictos que puedan derivar de la ejecución; así como el planteamiento del equipo consultor sobre la metodología utilizada para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con respecto al medio social y en particular sobre las comunidades cercanas. Incluir el registro de dichas reuniones en el estudio de EIA.
A, B1	10.6.	Infraestructura comunal	Identificar la infraestructura comunal existente (caminos, puentes, centros educativos y de salud, parques, vivienda, sitios históricos, otros), que pueda ser afectada por el proyecto, obra, industria o actividad.
A	10.7.	Desplazamiento y/o movilización de comunidades	Contemplar de manera específica y detallada si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades. Realizar un inventario poblacional y su opinión respecto a la situación que le plantea el proyecto.
A, B1	10.8	Descripción del ambiente cultural; valor histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico y religioso	Identificar, señalar y caracterizar estos sitios en el Área de Influencia Directa y analizar el efecto del proyecto, obra, industria o actividad, sobre los mismos, en coordinación con las autoridades correspondientes, presentando la autorización respectiva.
A, B1	10.9.	Paisaje	Hacer una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos del

			área (se recomienda, apoyarse con fotografías que muestren las condiciones existentes del área, los cuales pueden verse afectados por el proyecto, obra, industria o actividad propuesta).
A	10.10.	Áreas socialmente sensibles y Vulnerables	Presentar los datos sociológicos obtenidos, definiendo las áreas socialmente sensibles y vulnerables a los efectos del Proyecto (esta información debe apoyarse en mapas utilizando escala apropiada).
A, B1	11.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	
A, B1	11.1.	Alternativas consideradas	Realizar una síntesis, que integre las alternativas consideradas como parte del diseño preliminar y su comparación, describiendo brevemente, los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa seleccionada.
A, B1	11.2.	Alternativa Seleccionada	Incluir una descripción técnica de la alternativa seleccionada.
A, B1	12.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Debe incluirse matriz o conjunto de matrices utilizadas para la identificación y cuantificación de los impactos. (Lista de chequeo y Causa Efecto, entre otras)
A, B1	12.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales	Aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto, obra, industria o actividad, con respecto a los factores del Medio Ambiente que podrían ser afectados, y las valore, analizando las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y abandono).
A, B1	12.2.	Análisis de impactos	Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a: a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e)aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros. Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.
A, B1	12.3.	Evaluación de Impacto Social	Efectuar una evaluación de impacto social que estime las consecuencias sociales que altere el normal ritmo de vida de las poblaciones y que afecte la calidad de vida de sus habitantes.
A, B1	12.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	Elaborar un resumen, indicando todos los impactos ambientales que producirá el proyecto, en sus diferentes etapas y el resultado de la valoración de la importancia del impacto ambiental, incluyendo aquellos impactos que generan efectos acumulativos. Hacer una comparación de la calificación de los impactos ambientales, en particular el balance entre los impactos negativos y positivos; y resumir cuáles son los impactos más importantes que producirá el Proyecto.
A, B1	13.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)	Presentar un PGA, donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el Proyecto, obra o actividad. Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: a) Variables Ambientales Afectadas, b) Fuente generadora del impacto, c) Impacto Ambiental propiamente dicho, d) Cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, e) Medidas ambientales establecidas, f) Tiempo de ejecución de esas medidas, g) Costo de las medidas, h) Responsable de aplicación de las medidas, i) Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento, j) Síntesis del compromiso ambiental
A, B1	13.1.	Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas de mitigación	Describir la organización que tendrá el Proyecto, tanto en la fase de construcción, como en operación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.
A, B1	13.2.	Seguimiento y Vigilancia Ambiental (Monitoreo)	Cómo parte del PGA, definir objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del Proyecto, obra o actividad, definiendo claramente cuales son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos de muestreo y frecuencia de muestreo, institución responsable).

			El seguimiento y vigilancia ambiental debe incluir la etapa de construcción, operación y cierre o abandono, dependiendo de la complejidad y tipo del Proyecto y de la fragilidad ambiental del área donde se plantea ubicar.
A, B1	13.3.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre	Definir la etapa de abandono o cierre, una vez cumplidos sus objetivos presentar un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones, de tal forma que pueda ser corroborado.
A, B1	14	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	Elaborar un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular. Indicar vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo que puede ser provocado por el hombre, o la naturaleza.
A, B1	14.1.	Plan de contingencia	Presentar medidas a tomar como contingencia o contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad, y/o situaciones de desastres naturales, en el caso que dichos proyectos, obras, industrias o actividades se encuentren en áreas frágiles o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos, así como los que sean susceptibles a las amenazas naturales. (Planes contra riesgo por sismo, explosión, incendio, inundación o cualquier otra eventualidad.)
	15.	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	Presentar un análisis general de la situación ambiental del Área de Proyecto previo a la realización del proyecto, y el Área de Influencia como consecuencia del desarrollo del mismo.
A, B1	15.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia.	Con base en la situación ambiental actual del Área de Influencia del mismo, realizar un análisis de la calidad ambiental que tendrá el área de influencia a partir de la implementación del Proyecto, tomando en cuenta las medidas a aplicar tanto dentro del ámbito del Proyecto, como de sus efectos acumulativos.
A, B1	15.2.	Síntesis de compromisos ambientales, medidas de mitigación y de contingencia	Presentar en un cuadro, un resumen de los compromisos ambientales establecidos en el PGA y del análisis de riesgo y de contingencia, estableciendo los lineamientos ambientales que regirán el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, en función de los factores ambientales.
A, B1	15.3.	Política Ambiental del Proyecto	Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, resumir la Política Ambiental que deberá regir al Proyecto durante toda su ejecución, incluyendo como mínimo su objetivo, alcances, el compromiso con el mejoramiento continuo, control y seguimiento ambiental y la buena relación con las comunidades vecinas.
A, B1	16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Presentar un listado de toda la bibliografía (libros, artículos, informes técnicos y otras fuentes de información) citada en los diferentes capítulos del Estudio de EIA (referencias bibliográficas completas y siguiendo los procedimientos convencionales de citado bibliográfico: autor(es), año, título, fuente en que se encuentra, número de páginas, y ciudad de publicación o edición.
A, B1	17	F. ANEXOS	Los anexos deben estar numerados y debidamente referenciados en el texto.

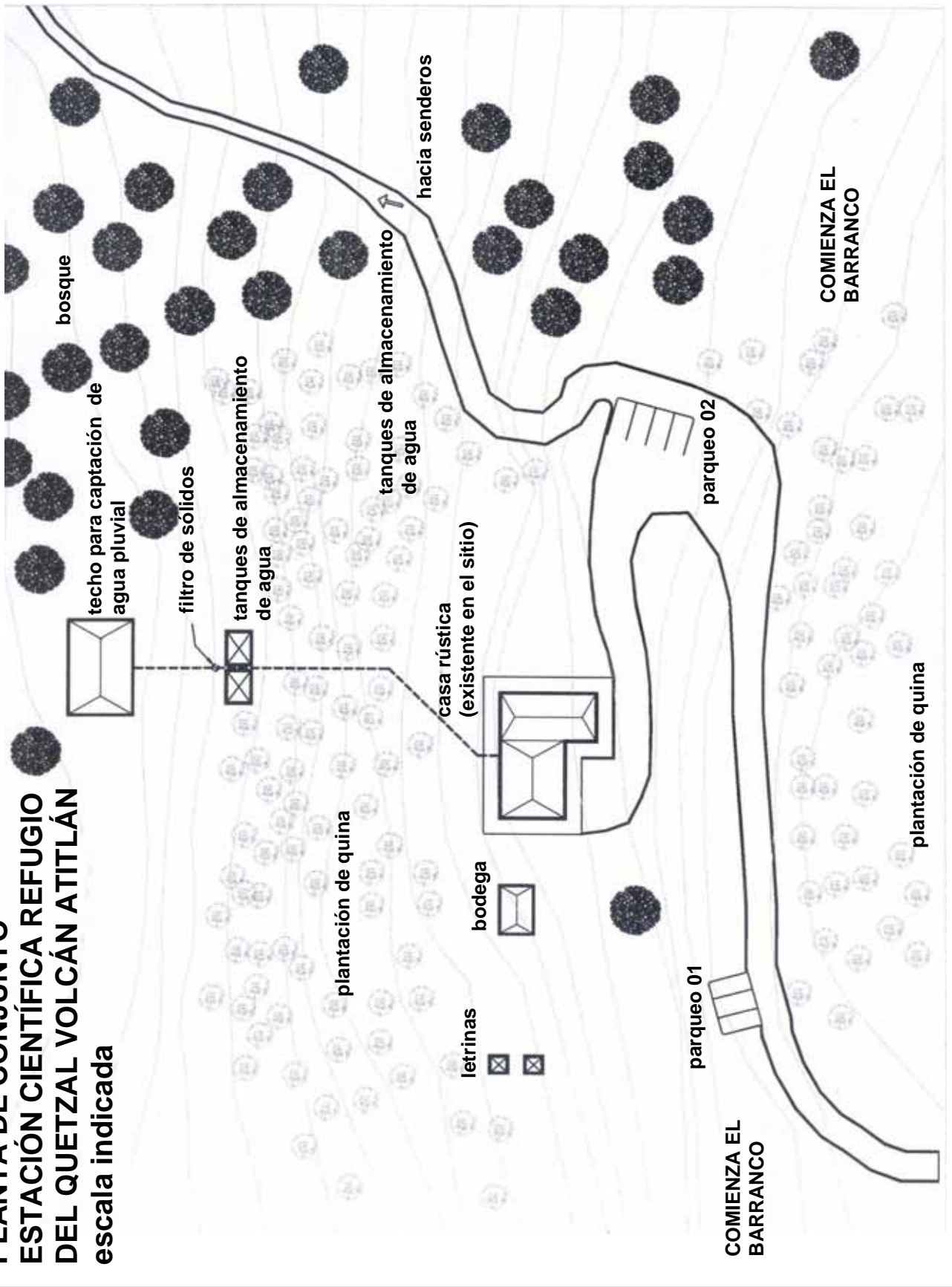
Los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental se aplicarán tanto para los proyectos de Alto Impacto ambiental (categoría A) o bien los catalogados como de moderado a alto impacto ambiental (categoría B1) después de realizada la Evaluación Ambiental Inicial. Para lo que, en la primera columna de la tabla se indica las letras que corresponden a la categorías de proyectos, obras, industrias o actividades e indica las secciones que serán tomadas en cuenta para la elaboración de los correspondientes estudios.

Los Términos de Referencia Generales, servirán de base para la elaboración a futuro de los Términos de Referencia Específicos por sectores. Cuando sea necesario y así lo determine el MARN, se aplicará el formato de Determinación de Términos de Referencia, que sean específicos para el tipo de proyecto, obra, industria o actividad a realizar.

Apéndice 6:

Planta de conjunto de la Estación Científica

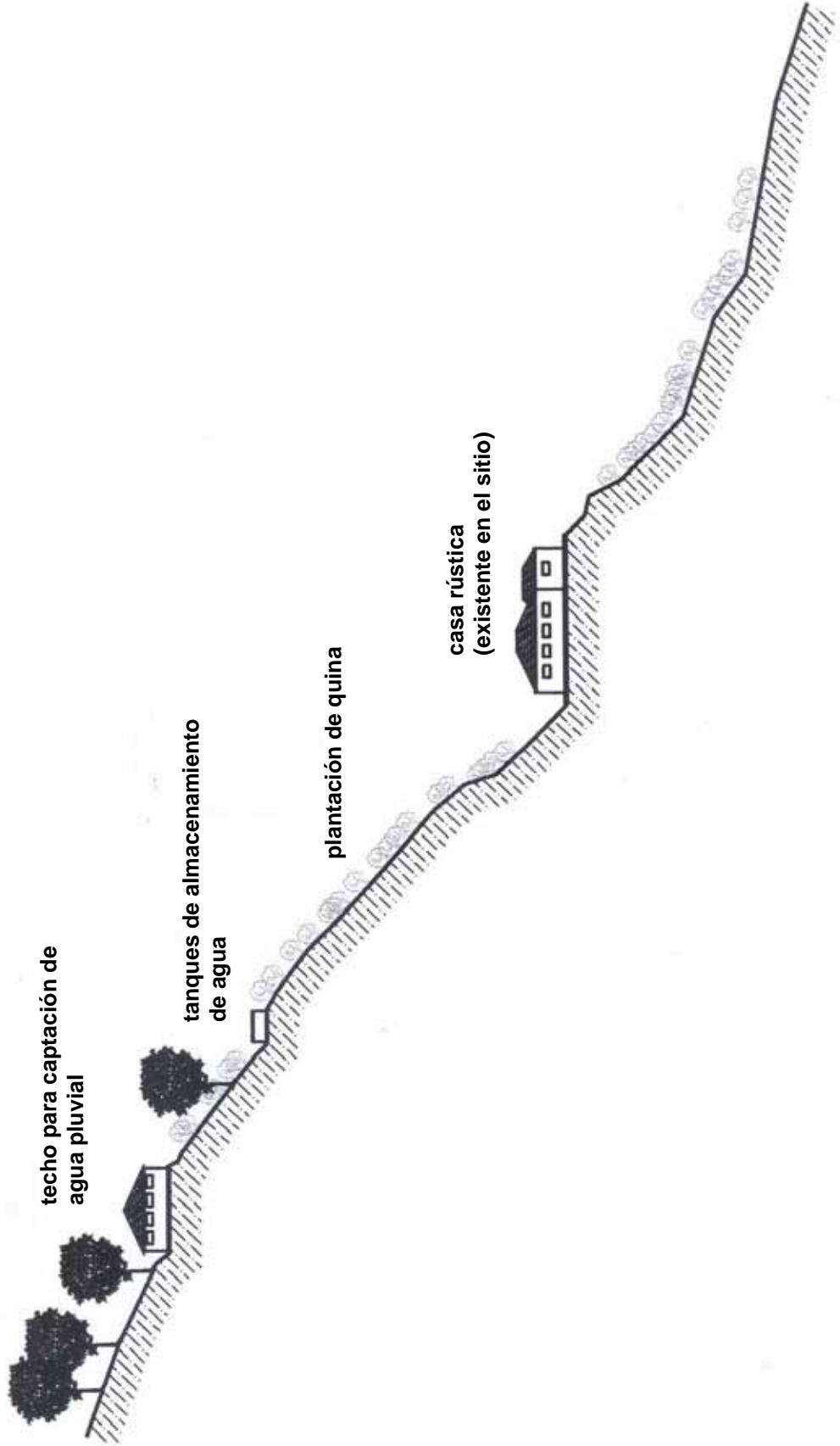
**PLANTA DE CONJUNTO
ESTACIÓN CIENTÍFICA REFUGIO
DEL QUETZAL VOLCÁN ATITLÁN
escala indicada**



Apéndice 7:

Diagrama de sistema de recolección y almacenamiento de agua pluvial

**SECCIÓN DE CONJUNTO
ESTACIÓN CIENTÍFICA REFUGIO DEL QUETZAL - VOLCÁN ATITLÁN
Sistema de Captación y Abastecimiento de Agua Pluvial
escala indicada**

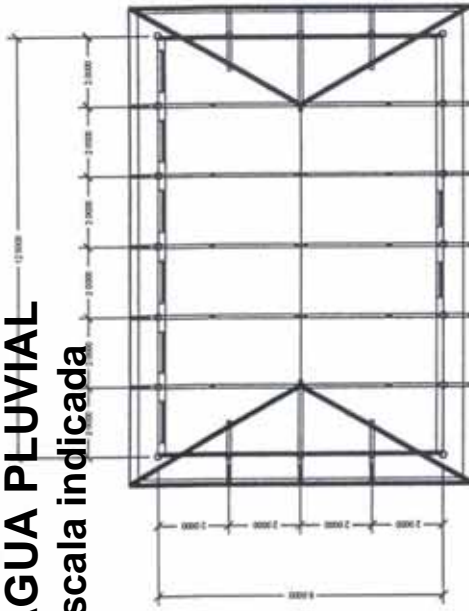


Apéndice 8:

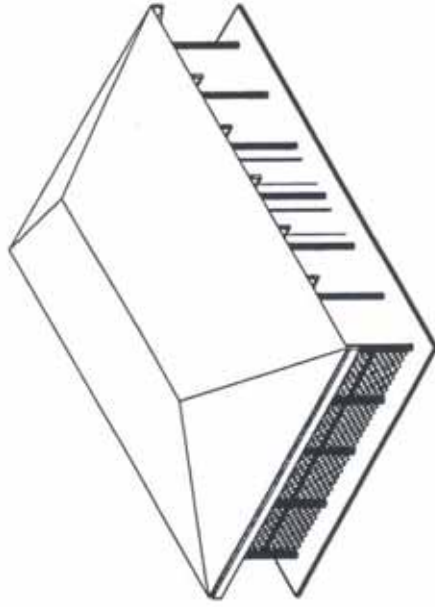
Diagrama de techo de recolección de agua de lluvia y aula para clases

ESTACIÓN PARA CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

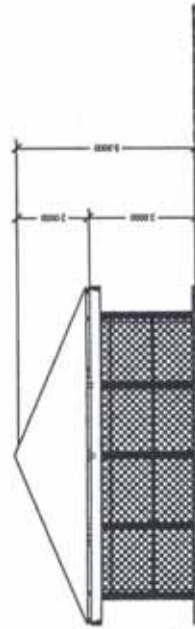
escala indicada



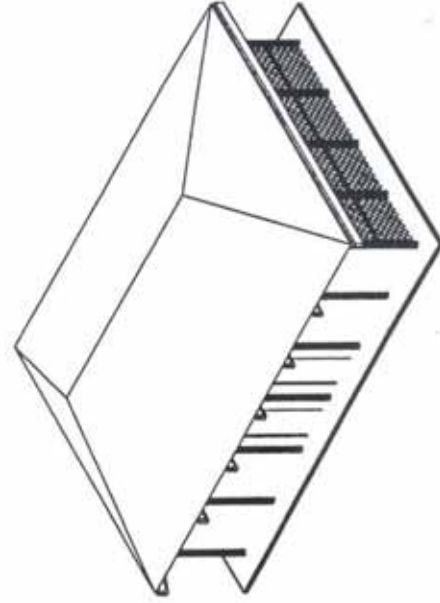
VISTA EN PLANTA



VISTA ISOMÉTRICA



VISTA EN ELEVACIÓN



VISTA ISOMÉTRICA



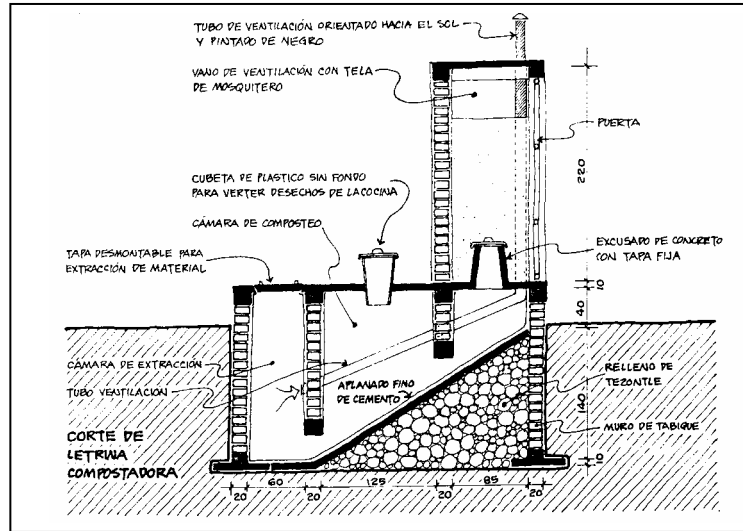
VISTA EN ELEVACIÓN

Apéndice 9:

Propuestas de diseño de letrinas

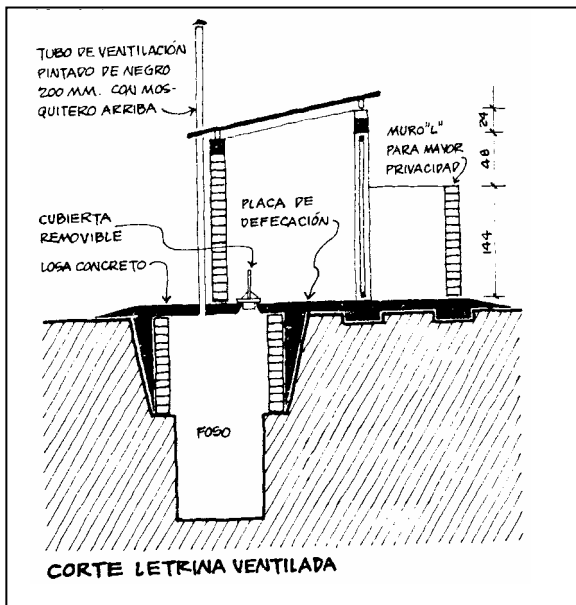
Propuestas de diseño de letrinas

Corte letrina compostadora



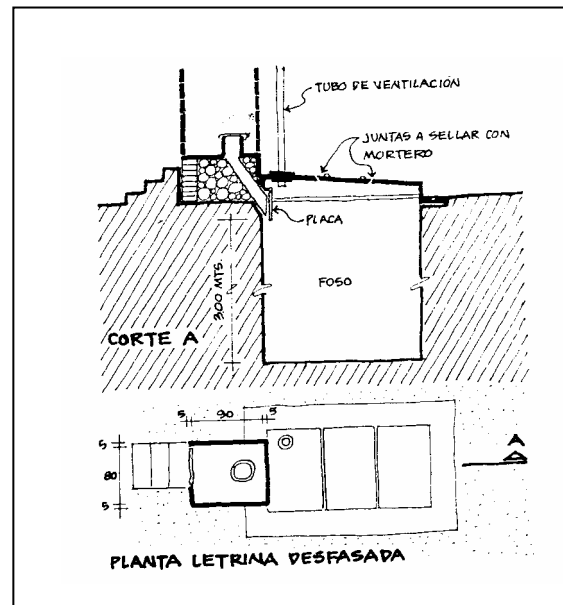
(Fuente: Deffis Caso 1992)

Corte letrina ventilada



(Fuente: Deffis Caso 1992)

Corte y planta de letrina desfasada



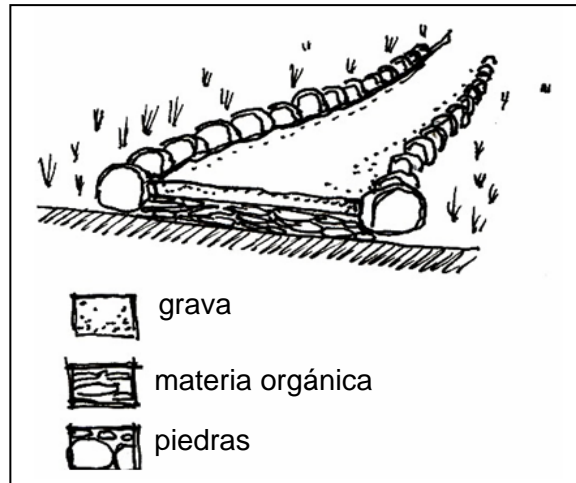
(Fuente: Deffis Caso 1992)

Apéndice 10:

Propuesta de infraestructura y plano de senderos

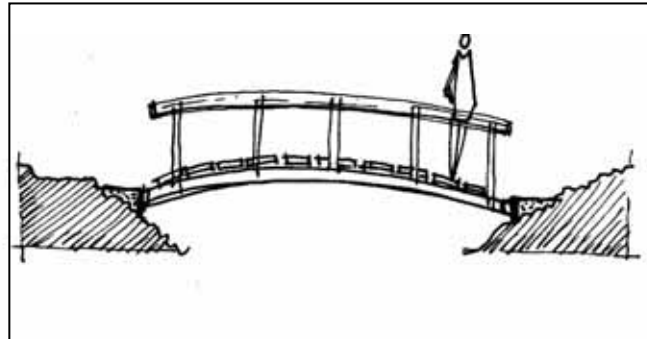
Propuestas de diseño de infraestructura de senderos

Propuesta composición del sendero



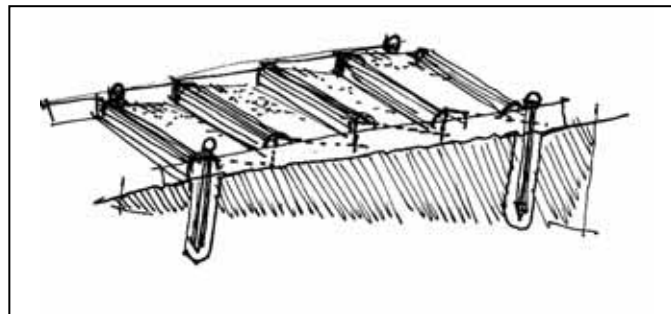
(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

Propuesta puente sencillo



(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

Propuesta escaleras para pendientes (madera y grava)



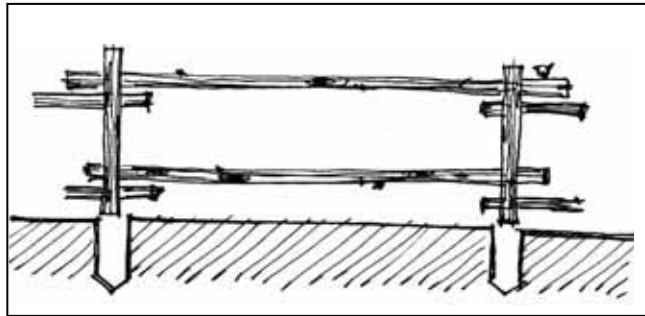
(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

Propuesta bancas de trocos partidos



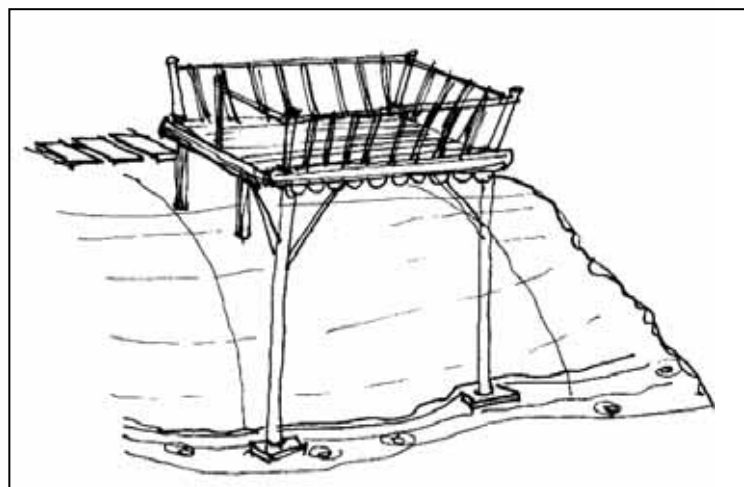
(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

Propuesta de cercas con troncos



(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

Propuesta de mirador de madera

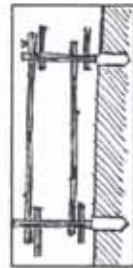
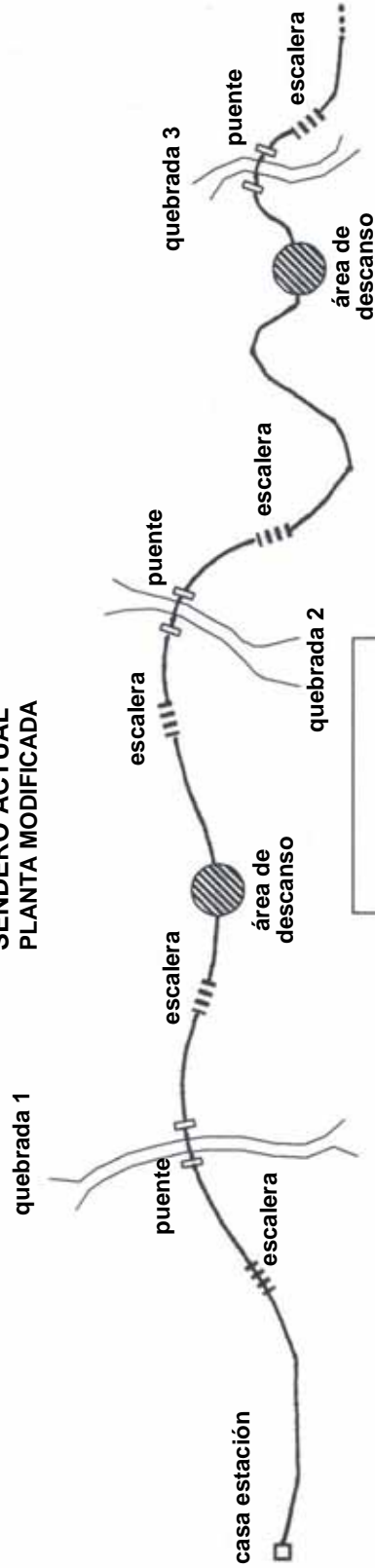


(Elaboración: Arq. Guillermo Arévalo 2005)

PLANOS DE SENDEROS ESTACIÓN CIENTÍFICA REFUGIO DEL QUETZAL - VOLCÁN ATITLÁN



SENDERO ACTUAL
PLANTA MODIFICADA



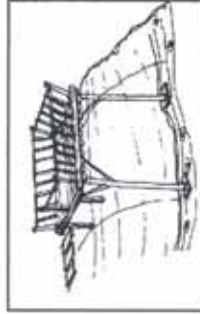
detalle de la cerca



detalle del puente



detalle de sendero

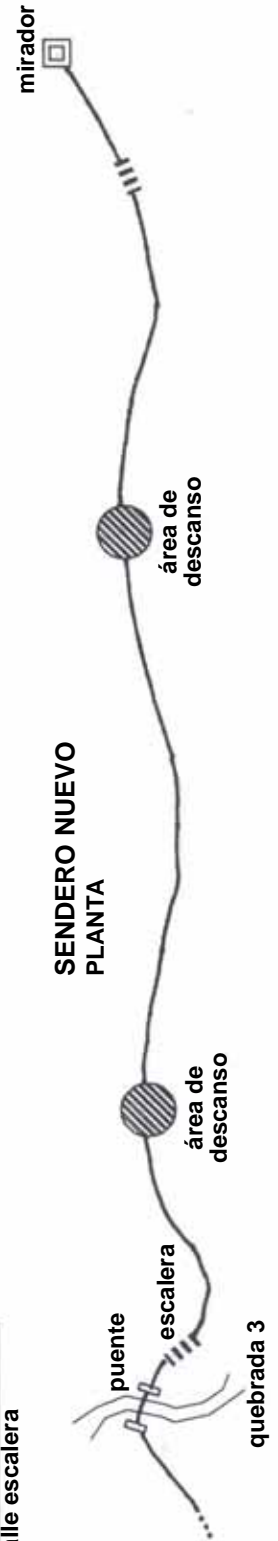


detalle de mirador



detalle de banca

SENDERO NUEVO
PLANTA



detalle escalera