

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

CAPITULO I
DATOS GENERALES DEL PROYECTO

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1

 I.1.1 Nombre del proyecto..... 1

 I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto. 1

 I.1.3 Duración del proyecto. 1

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE..... 3

 I.2.1 Nombre o razón social. 3

 I.2.3 Nombre y cargo del representante legal..... 3

 I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones..... 3

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3

 I.3.1 Responsable Técnico del Estudio 3

 I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes 3

 I.3.3 Dirección del responsable del estudio 3

 I.3.4 Correo para recibir notificaciones..... 3

 I.3.5 Nombres de los responsables técnicos del estudio 4

LISTA DE FIGURA

Figura I.1. Localización del Proyecto Gaya 2

LISTA DE ANEXOS

Anexo I.1. Documentación Legal del Promovente

Anexo I.2. Documentación Legal de la Empresa Consultora encargada del proyecto

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto.

Proyecto Hidroeléctrica GAYA.

Sector: Energía

Subsector: Hidráulico

Tipo de proyecto: Mini central Hidroeléctrica

Con base en la naturaleza del Proyecto que corresponde a la Generación de Energía Renovable, y conforme con los dos Listados de Actividades Altamente Riesgosas publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y el 4 de mayo de 1992, para este proyecto no aplica la presentación de Estudio de Riesgo Ambiental.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

La localización propuesta para el proyecto Hidroeléctrica GAYA será en el extremo norte del municipio de Zacapoaxtla, Puebla, en la margen derecha del río Apulco. Al norte colinda con el municipio de Cuetzalan perteneciente también al estado de Puebla. **Ver figura I.1 Ubicación del Proyecto.**

I.1.3 Duración del proyecto.

El plazo de duración para el proyecto, se calcula en 58 años. Este plazo incluye las siguientes etapas:

- Planificación y desarrollo de ingeniería conceptual: 2 años
- Estudios técnicos y Gestión de permisos: 3 años
- Preparación del sitio y construcción: 3 años
- Operación y mantenimiento de la Hidroeléctrica GAYA: 50 años.

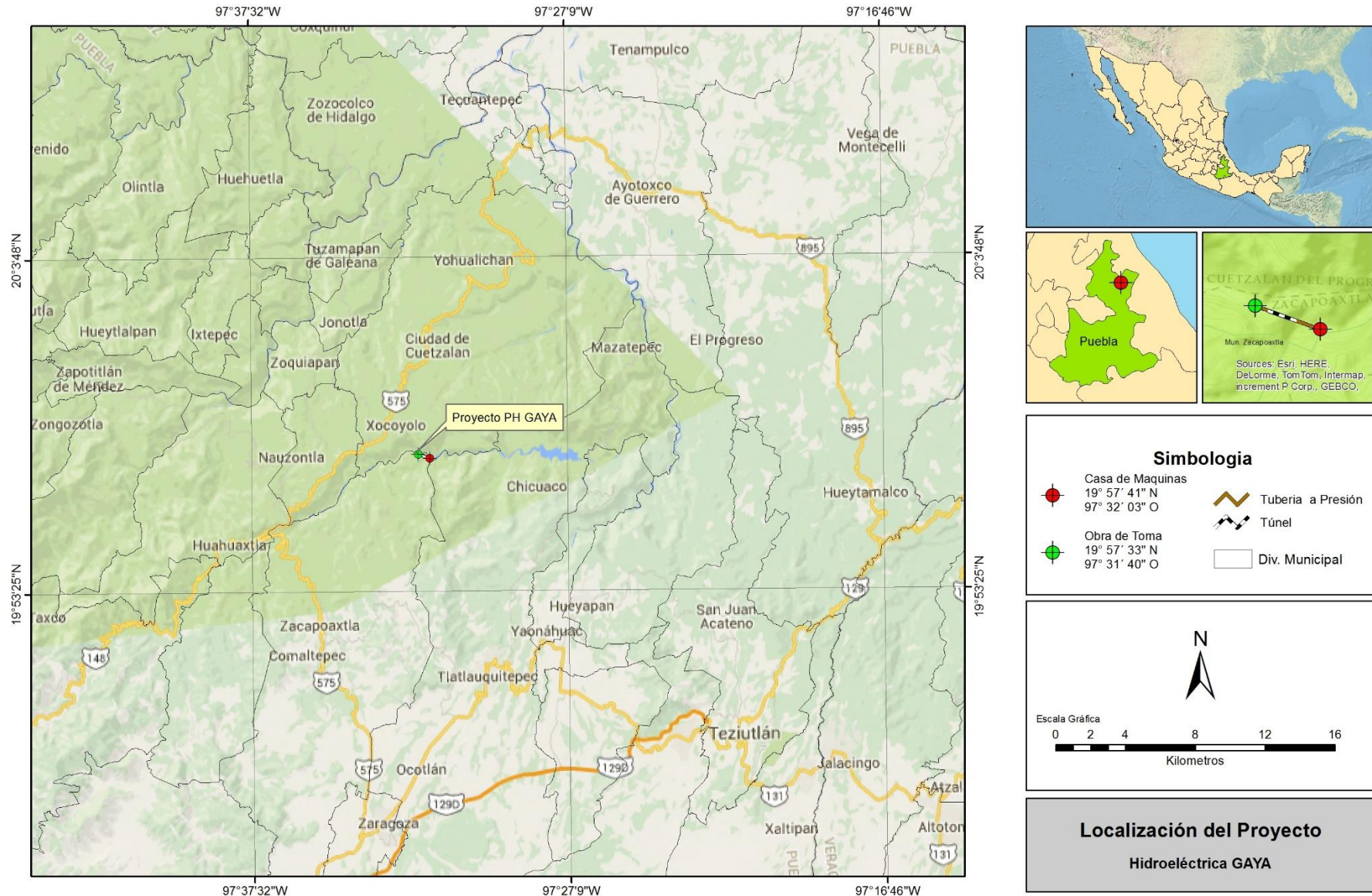


Figura I.1. Localización del Proyecto Gaya

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social.

Hidroeléctricas Gaya S.A. de C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

En el Anexo 1.2 se encuentra la Acta Constitutiva, Poder Notarial, Identificación Oficial del Representante Legal y Registro Federal de Contribuyentes de la empresa encargada de la elaboración del estudio.

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 Responsable Técnico del Estudio

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

I.3.3 Dirección del responsable del estudio

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

I.3.4 Correo para recibir notificaciones

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFATAIPG

En el Anexo 1.2 se encuentra la Acta Constitutiva, Poder Notarial, Identificación Oficial del Representante Legal y Registro Federal de Contribuyentes de la empresa encargada de la elaboración del estudio.

I.3.5 Nombres de los responsables técnicos del estudio



CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	1
II.1 Información general del proyecto.....	1
II.1.1 Naturaleza del proyecto.	2
II.1.2 Justificación	3
II.1.3 Selección del sitio	5
II.1.4 Ubicación física.....	6
II.1.5 Dimensiones del Proyecto.....	6
II.1.6 Descripción de obras y actividades provisionales	7
II.1.7 Inversión requerida	8
II.1.8 Uso Actual del suelo y cuerpos de agua en sitio del proyecto	8
II.1.9 Urbanización del área y servicios requeridos	9
II.2 Características particulares del proyecto	10
II.2.1 Programa de trabajo	11
II.2.2 Preparación del sitio y construcción.	13
II.2.3 Características técnicas del aprovechamiento	21
II.2.4 Operación y mantenimiento.	24
II.2.5 Descripción del Sistema de Instrumentación y Control.....	25
II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	30
II.2.7 Residuos.....	30
II.2.8 Prevención de Accidentes y Respuesta a Emergencias.....	32
II.2.9 Capacitación	32

Lista de Tablas

Tabla II. 1. Áreas del proyecto	6
Tabla II. 2. Programa de trabajo.....	12
Tabla II. 3. Equipo y Maquinaria.....	15
Tabla II. 4. Ejemplo General de un Programa de Capacitacion	32

Planos

1. Planos de Ubicación del Proyecto (serie 205MIA):
 - 205-MIA-010-00 Área de afectación: Obra de Toma-Desarenador-Cámara de Carga
 - 205-MIA-011-00 Área de afectación: Conducción Forzada
 - 205-MIA-012-00 Área de afectación: Central
 - 205-MIA-013-00 Área de afectación: Subestación
 - 205-MIA-016-00 Área de afectación. Línea de Transmisión-Central a Subestación

2. Planos de las instalaciones del proyecto (serie 205PIB)
 - 205-PIB-20.05-00 Implatación, Trazado, Planta, Perfil y Replanteo
 - 205-PIB-30.01-00 Obra de Toma, Situación Actual Planta
 - 205-PIB-30.02-00 Obra de Toma, Situación Final Planta
 - 205-PIB-30.70-00 Obra de Toma, Desvío de Rio; Fase: I, II, III y IV
 - 205-PIB-30.71-00 Obra de Toma, Desvío de Rio; Fase: V, VI, VII y VIII
 - 205-PIB-60.21-00 Conducción Forzada, Trazado, Planta y Replanteo
 - 205-PIB-60.22-00 Conducción Forzada, Trazado, Perfil
 - 205-PIB-70.01-00 Central, Situación Actual, Planta
 - 205-PIB-70.02-00 Central, Situación Final, Planta
 - 205-PIB-80.25-00 Canal de Salida, Escollera, Planta, Perfil y Sección
 - 205-PIB-90.02-00 Subestación, Situación Final, Planta

Anexos

- II.1 Estudio Hidrológico
- II.2 Estudio Hidroenergético
- II.3 Propuesta Caudal Ecológico
- II.4 Resolutivo CONAGUA Caudal Ecológico

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO

El presente Capítulo describe las características principales de las obras y actividades del Proyecto Hidroeléctrica GAYA que se realizarán durante sus diferentes etapas, su justificación, sus ventajas y/o beneficios, así como el aprovechamiento o uso de recursos y su manejo.

II.1 Información general del proyecto.

El Proyecto Hidroeléctrica GAYA un proyecto de generación de energía hidroeléctrica en pequeña escala con capacidad nominal estimada para generar en total 12 MW. La energía generada por el Proyecto será entregada a la CFE para su transmisión y distribución. En general, los elementos constructivos que forman el Proyecto son¹:

Con excepción de la línea de transmisión entre la casa de máquinas y la subestación eléctrica, las instalaciones de la línea de transmisión para interconexión con la red nacional de CFE y caminos de acceso, no se incluyen en el alcance del Proyecto que ahora se presenta.

¹ Proyecto Hidroeléctrico P.H GAYA. Ingeniería. Hidro Proyectos-Terrabrio. Noviembre 2015

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El Proyecto “Hidroeléctrica GAYA” es un proyecto del tipo minicentrales hidroeléctricas, que consiste en la instalación y operación de una planta de generación con capacidad nominal de 12 MW.

Como energía primaria se utilizará la energía cinética y potencial del flujo de agua del Río Apulco, la cual será convertida primero en energía mecánica para después convertirla en energía eléctrica con la mejor y más limpia tecnología actualmente disponible.

De la obra de toma tipo toma lateral, diseñada para el caudal máximo, **8.66 m³/s**, el agua llegará a través de un pequeño canal a un **desarenador de 31.20 metros**, de tres cuerpos, el cual es indispensable en este tipo de instalaciones para sedimentar las partículas sólidas en emulsión y evitar daños en máquinas. Se equipará con una compuerta de limpieza que vierte al río.

Del desarenador partirá un primer tramo de conducción en **canal de aproximadamente 8.50 metros** de longitud, hasta una **cámara de carga** de donde parte **un túnel con una tubería de conducción forzada de 230 metros de longitud con un diámetro de 2,1 metros y una pendiente del 10,66 %**, a continuación del túnel, la **tubería de conducción forzada se instalará al aire libre sobre 270 metros para** conducir las aguas hasta la Casa de Máquinas.

La **tubería de la conducción forzada** se montará en integralmente apoyada sobre silletas y atraques de concreto.

La **casa de máquinas** se ha dimensionado para alojar 2 grupos gemelos de turbinas del tipo FRANCIS y de ejecución horizontal. El agua que entra a la turbina sale a la presión atmosférica a un

canal de desfogue después de haber cedido su energía. El **canal de desfogue** permite restituir el agua captada en la obra de toma al cauce natural del río Ochiateno, a menos de 200 metros de su intersección con el río Apulco. El río Ochiateno es un influente del río Apulco.

Ante el conjunto y tipo de obras que caracteriza a este proyecto, se considera necesario presentar el trámite por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental Regional, solicitando asimismo, el cambio de Uso de Suelo forestal para el desarrollo del proyecto presentando para ello el Estudio Técnico Justificativo, mismo que se tramitará conforme con la LGEEPA y el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, vigentes.

El agua del río Apulco, es clasificada para uso doméstico, con un contenido de sólidos disueltos de 161 miligramos por litro y se utilizará para mover el rotor de las turbinas que al estar conectado con un generador producirá energía eléctrica y posteriormente será regresada al río. De esta manera podemos afirmar que el agua no se consume y no se altera. Cabe mencionar que actualmente esta agua no tiene uso para consumo humano.

II.1.2 Justificación

México enfrenta retos en materia ambiental, donde los costos a la salud y al medio ambiente derivados de la generación y del uso de la energía son significativos; por ejemplo los efectos del cambio climático. Por ello, es necesario tomar acción pronta para reducir los riesgos asociados como como la reducción considerable en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al tiempo que se identifique y reduzca la vulnerabilidad ante el cambio climático. Estos retos requieren una transformación en nuestros patrones de producción y uso de energía. Actualmente existe una meta de 30% de reducción de emisiones, con relación a la línea base para el año 2020 del potencial de mitigación identificado, casi dos tercios se encuentran en el sector energético (SENER, Estrategia Nacional de Energía 2013-2027). Para alcanzar los objetivos planteados en la Estrategia Nacional de Energía, tanto en materia de hidrocarburos, como en electricidad, es fundamental la participación del sector privado en aquellas actividades en donde por Ley puede hacerlo.

En este contexto, la generación hidroeléctrica es ampliamente reconocida como generación limpia y renovable porque aprovecha la energía cinética y potencial del agua (también llamada energía hidráulica), sin consumir ni contaminar el agua que utiliza, no consume combustibles fósiles no renovables (hidrocarburos), no genera emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera que dañan a la capa de ozono y por lo tanto no contribuye en este sentido con el cambio climático; se trata de un uso racional de los recursos naturales, además es un proyecto que establecerá infraestructura básica de largo plazo en la región, con la consecuente sinergia socioeconómica que este tipo de obras genera en donde se establece, porque promueven el desarrollo de nuevas actividades económicas en la región, incrementan la demanda de servicios, mano de obra y especialistas, así como también promueven la comunicación y coordinación entre las empresas inversionistas, las comunidades y las autoridades de la región, para la obtención y manejo de recursos, mediante una participación social organizada y efectiva.

Considerando lo anterior, lo propuesto en el proyecto Hidroeléctrica GAYA es totalmente sustentable, compatible y justificable.

Objetivos del Proyecto

- Aprovechar el potencial hidroeléctrico del río Apulco a través del desarrollo del proyecto Hidroeléctrica GAYA, que permita la transformación de la energía potencial del agua, en energía eléctrica.
- La generación de 12 MW de energía eléctrica mediante producción limpia y renovable de energía eléctrica, sin necesidad de represamiento de agua.
- Obtener los beneficios del aprovechamiento hidroeléctrico del río Apulco, con un bajo impacto socio - ambiental.

II.1.3 Selección del sitio

El primer criterio de selección del sitio es el potencial hidroeléctrico de la región hidrológica y en particular del río Apulco, este potencial está definido por la disponibilidad del agua y las condiciones fisiográficas que con una topografía accidentada permiten el desarrollo técnico de este tipo de infraestructura.

Los criterios socio-económicos tomados en cuenta para la selección del sitio del proyecto incluyen los siguientes:

- **Contribución al desarrollo socio económico regional.-** Se trata de una zona rural clasificada con alto nivel de marginación, con bajos niveles de ingreso y actividades productivas básicas, en donde el desarrollo del proyecto puede contribuir con la generación de demanda de servicios tales como alimentos, hospedaje, transporte, e insumos básicos, con lo cual se tendrá una influencia económica directa en las comunidades cercanas al sitio, como impactos positivos.
- **Aceptación de las comunidades de la zona.-** Pobladores de la comunidad de San Juan Tahitic han manifestado su interés en que se desarrolle el proyecto en su región de forma que se promueva la participación e integración en el desarrollo de la comunidad y la protección ambiental de la zona, con la participación de los habitantes y la empresa.
- **Atención de las autoridades estatales y municipales.-** Con la comunicación y coordinación de las autoridades de la comunidad de San Juan Tahitic y del municipio de Zacapoaxtla, se ha contado con su colaboración y buena disposición para el desarrollo de los estudios técnicos y ambientales del proyecto, realizados hasta la fecha; así también han promovido la comunicación con las comunidades locales con un atento seguimiento en el desarrollo de este proyecto.

Económicamente competitivo en lo relativo a costos de inversión, de operación y de mantenimiento, comparando con las otras tecnologías para generar electricidad, pero adicionalmente la selección del sitio respalda la factibilidad con la cercanía de carreteras y/o caminos de acceso existentes, de líneas transmisión de electricidad de la CFE, así como el uso actual del suelo y costo de los predios.

II.1.4 Ubicación física

El sitio del Proyecto se ubica en la margen derecha del río Apulco, de la cuenca general del río Tecolutla, en la Región hidrológica No. 27 Tuxpan-Nautla, en el Municipio de Zacapoaxtla, Estado de Puebla.

Para llegar al sitio del proyecto, desde la Ciudad de Puebla se puede tomar la Carretera MEX129 a Oriental, Puebla. Y desde ahí, hacia el poblado de Zaragoza, Puebla., por la misma carretera y antes de llegar a esta población; tomar a la izquierda en la desviación que lleva a Zacapoaxtla, Puebla. Desde esta cabecera Municipal, seguir por un camino de terracería hasta la comunidad de San Juan Tahitic, en donde termina la terracería. De San Juan Tahitic hacia los predios del proyecto, existe una distancia de aproximadamente 5 km a la obra de toma y tanque de carga, y aproximadamente 1 km más para llegar a la casa de máquinas. En la Sección de Planos de este documento se incluyen los planos de ubicación de cada uno de los componentes constructivos del proyecto, con sus respectivas tablas de coordenadas geográficas.

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

El área del proyecto, se presenta como la suma de la superficie de los predios que ocuparán sus instalaciones, la cual se estima en 31,065 m² según se desglosa en la siguiente tabla.

Tabla II. 1. Áreas del proyecto

NOTAS:

- (1) Ver plano 205MIA-010-00_OT_afect.pdf
- (2) Ver plano 205MIA-011-00_CF_afect.pdf
- (3) Ver plano 205MIA-012-00_CM_afect.pdf
- (4) Ver plano 205MIA-013-00_SUB_afect.pdf
- (5) Ver plano 205MIA-016-00_EL_CM_afect.pdf

II.1.6 Descripción de obras y actividades provisionales

Las obras provisionales del Proyecto, serán los talleres de maniobras y almacenes de materiales (integrados), sitios de tiro de material y polvorines. El levantamiento temporal de estas instalaciones considera el uso de materiales reciclables, de fácil montaje y desmontaje como madera, lonas y láminas. En estos espacios se contará con sanitarios portátiles y se ubicarán contenedores suficientes y de tamaño adecuado para la recolección de los residuos que se generen. Los residuos serán colectados y transportados por empresas de servicio autorizadas para la disposición de residuos sólidos no peligrosos como para los residuos peligrosos.

Las actividades provisionales para la preparación de estos sitios, consistirán principalmente en el retiro de pastizal inducido y cultivos. Y en particular se prepara un sitio para el tipo de material de excavación excedente.

Al terminar la construcción, todos los sitios de ocupación temporal del Proyecto, incluyendo el sitio para tiro de material de excavación, serán restaurados con la cobertura vegetal necesaria para que el terreno mantenga e incluso mejore sus condiciones de aprovechamiento actual.

Los criterios considerados en la selección de los sitios para las obras provisionales que serán propuestos por el contratista de construcción, incluyen las siguientes:

- Cercanía con los sitios de obra del proyecto y caminos de acceso
- Distancias de seguridad permitidas respecto a la ubicación del sitio para ubicación de polvorín.
- Áreas con uso de suelo agropecuario para minimizar el impacto por remoción de vegetación natural y por cambio de uso de suelo.

II.1.7 Inversión requerida

II.1.8 Uso Actual del suelo y cuerpos de agua en sitio del proyecto

El sitio del proyecto se ubica en una zona rural, cuya accidentada topografía contribuye al aislamiento y marginación del sitio. En particular, el Proyecto ocupará terrenos de propiedad privada, cuyos propietarios los utilizan parcialmente para la agricultura de temporal y en menor escala para potreros de ganado vacuno y bovino, la mayor parte de los terrenos no tiene uso evidente y está cubierto con vegetación natural de Bosque Mesófilo con diferentes niveles de conservación. En el capítulo 4 se describe la vegetación y superficie forestal que requerirá de cambio de uso de suelo para la instalación del proyecto, la cual se estima en aproximadamente en 30,000 m² (3 ha).

Por la naturaleza del proyecto, el aprovechamiento de agua en el sitio del proyecto se ubicará adyacente al río Apulco; en los trabajos de campo se verificó que en el tramo del proyecto el agua del río no es utilizada para consumo humano, ni para fines productivos, lo cual fue confirmado con la investigación y revisión de registros y concesiones publicados por la CONAGUA en el Registro Público de Derechos del Agua (REPGA), según se describe en el Capítulo 4 de este documento, que indica que no existen concesiones que comprometan el aprovechamiento del agua del río en el tramo del proyecto. Los aprovechamientos de aguas superficiales y subterráneas concesionados se ubican en la parte alta de la cuenca, aguas arriba del sitio del proyecto; la concesión más cercana se ubica a más de 1.8 km del sitio del proyecto.

II.1.9 Urbanización del área y servicios requeridos

En el sitio del proyecto la disponibilidad de servicios carreteros incluye la carretera Teziutlán – Puebla y camino de terracería que se toma como desviación desde la cabecera municipal de Zacapoaxtla hasta la comunidad de San Juan Tahitic.

También existen líneas de transmisión de electricidad de la CFE dentro del municipio, aunque a más de 15 km de distancia del sitio del proyecto.

En la comunidad de San Juan Tahitic, que la más cercana al proyecto (aproximadamente 5 km), existe infraestructura limitada de servicios como red de suministro de agua potable, drenaje para aguas residuales y energía eléctrica, no cuentan con servicio público formal de transporte.

Durante la etapa de construcción contratará servicio de sanitarios portátiles, instalará una planta de luz portátil y aprovechará la red existente de CFE; y durante la operación la Central se autoabastecerá de energía eléctrica y servicio telefónico, e instalará un baño con cisterna de agua potable y fosa cerrada con servicio de colección de residuos sanitarios, considerando el servicio necesario para un máximo de 4 operadores que trabajarán en la casa de máquinas. En todas las etapas del proyecto el personal consumirá agua potable envasada.

Asimismo se prevé que las comunidades cercanas al proyecto (San Juan Tahitic y Zacapoaxtla), sean proveedores potenciales de servicios requeridos por el proyecto, principalmente durante la etapa de construcción, tales como: hospedaje, alimentación, transporte, oficinas y misceláneos de consumo básico para el personal.

Considerando un plazo mínimo de 96 semanas de construcción y un aforo máximo de personal de hasta 68 trabajadores durante aproximadamente 2 meses, así como la naturaleza de los trabajos de construcción, se estiman los siguientes requerimientos²:

Agua potable.- Fuente el río Apulco, y con la instalación de un sistema modular de potabilización 6,211 m³; 100 lt/día/trabajador. El agua para consumo humano, podría obtenerse envasada en presentaciones comerciales.

² Proyecto Hidroeléctrico GAYA, Información para elaborar MIA. Hidroeléctricas GAYA, S.A. de C.V. Diciembre 2015.

Agua para construcción.- Fuente el río Apulco, con almacenamiento en tanques superficiales (rotoplas) instalados en la ribera del río en las áreas de trabajo. Cantidad de consumo estimado: 1,759.11 m³

Energía eléctrica.- Fuente planta de generación portátil.

Diésel.- Suministrada en tambores de 200 lts para consumo semanal, almacenadas en condiciones seguras de ubicación, acceso y consumo. Se estima un consumo total durante la construcción de 833,199 lts.

Aceites lubricantes.- Suministro en tambores de 200 lts o cubetas de 20 lts para consumo semanal, se estima 15,250 lts. durante la etapa de construcción.

El requerimiento y manejo de explosivos se presenta en la sección II.2.2.7.

Durante cada etapa del proyecto se contará con un Programa de Prevención de Accidentes y Respuesta a Emergencias, con la información, indicaciones y procedimientos aplicables a todo el personal.

II.2 Características particulares del proyecto

En esta sección se presenta información sintetizada de las obras principales del proyecto en cada una de sus fases, y se destacan las principales características de diseño de las obras y actividades consideradas para la protección y conservación ambiental. En particular, el desarrollo del proyecto se tomará en cuenta las siguientes condicionantes básicas del diseño:

- Se instalará una estación medidora de caudales **en la etapa de operación**, ésta se montará en la obra de captación para controlar y registrar el nivel de agua, en consecuencia estará construidos el caudal ecológico vertido al río a través del vertedero de la obra de captación, tal y como se refleja en los planos, y en la Propuesta de Caudal Ecologico elaborado por el promovente (Anexo II.3) y aprobado por CONAGUA (Anexo II.4); asimismo, CONAGUA tendrá acceso al registro histórico de este parámetro, el volumen máximo gastado por la central, calculado por HIDROELECTRICAS GAYA SA de CV es de 198.25 Hm³.
- La construcción tanto de la obra de captación del río Apulco como de la casa de máquinas tendrá que realizarse fuera de la “zona de inundación” marcada en los planos correspondientes, en el caso de la sala de máquinas, por encima de la cota 818,00 msnm que es la cota correspondiente a la máxima avenida con un periodo de retorno de 500 años, para garantizar la seguridad de las infraestructuras, la solera de la sala de máquinas (playa de trabajo) se sitúa en la cota 822,50 msnm.

Ver los planos de las instalaciones en la sección final de esta Manifestación.

II.2.1 Programa de trabajo

Como se ha indicado en el Capítulo I de este documento (sección I.1.3), el programa de trabajo de la Hidroeléctrica GAYA ha considerado un lapso de tiempo de dos años para la planificación y desarrollo de la ingeniería conceptual, tres años para la elaboración de estudios técnicos y la gestión de permisos, y tres años la preparación y construcción. Para la etapa de operación y mantenimientos, se estiman 50 años, al cabo de los cuales se llevará a cabo el cierre de la misma, o en su caso se puede considerar la actualización de la planta a través de los trámites correspondientes.

En el cronograma de la figura siguiente se desglosan las actividades del proyecto para el plazo estimado en la etapa de preparación del sitio y construcción, las cuales están previstas a partir de contar con los permisos correspondientes, entre los que se incluye la Autorización en materia de impacto ambiental y el Permiso de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Tabla II. 2. Programa de trabajo.

	Año 6												Año 7												Año 8														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
PROGRAMA DE OBRA: PROYECTO CH. GAYA																																							
PREPARACION DEL SITIO																																							
Rescate de flora y fauna																																							
Preparación del sitio (desbroce y afinamiento del terreno)																																							
Colocación vestuarios, baños, campamentos, comedores, etc.																																							
Adecuación de espacios para laboratorios, residuos peligrosos, etc.																																							
Construcción de polvorines																																							
Construcción de planta de concreto, casetas de obra, talleres, etc.																																							
Localización de vertederos																																							
CONSTRUCCIÓN																																							
Desvío de Río																																							
Trabajos en zonas federales (obra de toma y desfogue)																																							
Obra de toma, desarenador y cámara de carga																																							
Tunel																																							
Conducción forzada																																							
Casa de máquinas																																							
Subestación																																							
Pruebas y puesta en marcha																																							
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																							
Explotación de la central y actividades de mantenimiento																																							

II.2.2 Preparación del sitio y construcción.

Conforme se muestra en el Cronograma de Trabajo, antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, se realizará la identificación, rescate y reubicación de especies de flora y fauna que se encuentre en algún régimen de protección legal conforme con la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante la implementación de actividades coordinadas y supervisadas establecidas en los respectivos Programas de Manejo Ambiental del Proyecto, los cuales se describen en el capítulo 6 de este documento.

De forma general, la identificación, rescate y reubicación de especies de flora y fauna se realizarán mediante recorridos de inspección y reconocimiento de especies para determinar los ejemplares de flora que deberán rescatarse, para reubicarse o trasladarlos temporalmente a un sitio debidamente seleccionado para su resguardo y desarrollo.

La preparación del sitio iniciará con el desmonte y deshierbe de las áreas de trabajo, mediante el derribo gradual del arbolado, con prioridad de extraer los productos forestales con potencial de aprovechamiento, así como aquellos susceptibles de ser utilizados en las actividades de reforestación. Para ello sólo se utilizarán técnicas manuales y uso de motosierras; el movimiento y extracción de materiales se hará manual y con camiones de volteo hasta donde lo permitan los caminos.

Las actividades principales de la preparación del sitio son las siguientes:

- **Trazo del proyecto**

Definición del trazo del camino con base en la información topográfica y geotécnica del terreno, estableciendo con esto la superficie que será afectada, así como, ver las especies que serán afectadas en el desarrollo del proyecto, con el que se planea hacer un buen desarrollo del proyecto.

- **Dragado**

Se realizará para disponer las estructuras que forman parte de la bocatoma. Los sedimentos serán distribuidos en áreas donde no se realicen dragados, evitando acumular sedimentos en un solo sitio.

- **Desmonte y Despalme**

Esta actividad consiste en eliminar la cubierta vegetal de los sitios donde se realizarán las actividades. La capa de suelo fértil del área donde se ubicará el proyecto y el material vegetal resultante del desmonte, podrá triturarse y mezclarse para usarse como materia orgánica en el mejoramiento del suelo que se utilice para predios contiguos destinados a agricultura. A su vez, esta actividad comprende las siguientes acciones:

- **Ubicación y señalamiento de la vegetación que debe respetarse:** Durante los recorridos de inspección del área, se señalarán las plantas o grupos de plantas que deberán ser respetadas, sin ser necesariamente trasplantadas o re-ubicadas, utilizando listones de colores, banderas y estacas. Las plantas deberán ser inventariadas, registradas y clasificadas antes del desmonte para estar en condiciones de ubicarlas rápidamente y darles un manejo específico.
- **Desmonte:** Esta actividad consiste en el corte y remoción de toda la vegetación restante, tanto arbórea, arbustiva y herbácea, que será picada o triturada, para ser removida y utilizada en el mejoramiento del suelo aledaño. De ninguna manera podrá ser incinerada en el sitio. Deberá ser almacenada o esparcida en los lugares donde se utilizará, ya sea para mejoramiento del suelo o para actividades de restauración de los mismos. Este material puede tratarse como composta para propiciar su descomposición en humus y optimizar así su utilidad en la restauración. En esta actividad se utilizarán solo herramientas manuales o mecánicas, como hachas, machetes y motosierras; trituradoras o desbrozadora si se considera conveniente, pero no fuego ni compuestos químicos.
- **Despalme.** Consiste en la remoción de la capa de suelo que sustenta la vegetación para llevar a cabo la nivelación del terreno en los sitios que se requiera, de acuerdo al proyecto. En esta actividad se utilizarán tractores de orugas, moto conformadoras y retroexcavadoras, así como camiones de volteo para transportar el material. Para la etapa de despalme esta se llevara a cabo por etapas y tiempos determinados de acuerdo al proyecto, por la prioridad que se tiene para el rescate de flora y fauna: silvestre.

Para la construcción, por las bajas dimensiones y capacidad de las instalaciones, la construcción se realizará manualmente en su mayor parte; y el equipo y maquinaria de construcción a utilizar no es

considerada como pesada, ya que consistirá en camiones de volteo y trascabos con alturas menores a los 3 metros, por lo que su transporte y manejo es viable en toda la etapa de construcción.

Maquinaria y equipo.

Tabla II. 3. Equipo y Maquinaria

EQUIPO Y MAQUINARIA	
Descripción	Cantidad
Bulldózer D8	2
Moto conformadora	1
Retroexcavadora	1
Camiones de volteo	3
Equipo diverso (equipo topográfico, etc.)	Varios

Es importante resaltar que las áreas de ribera del río no serán desmontadas en su totalidad, y los procedimientos constructivos darán prioridad a la minimización de tiempos de exposición de suelos desmontados, y al manejo adecuado de material de extracción, como la instalación de ataguías y la remoción manual de sedimentos; de tal forma que no haya riesgo de acumulación de sedimentos u obstrucción de escurrimientos naturales hacia el río. Estas medidas serán claramente establecidas en los Programas de Manejo Ambiental del Proyecto.

II.2.2.1 Obra de toma de agua

La estructura de la obra de toma de agua es un elemento importante del proyecto, y el detalle de su diseño depende en gran medida de las condiciones orográficas del terreno donde se realizará la instalación y del caudal de diseño. Este diseño consiste en una toma lateral, la cual ha sido concebida para evitar la entrada en la obra de captación objetos que arrastra el río en época de avenidas

que puedan entrar en el canal que alimenta a la cámara de carga y a la tubería de presión, lo que ocasionaría dañar el rodete de la turbina.

Dentro del diseño de la obra de toma, se ha considerado que el caudal de aprovechamiento del proyecto sea el autorizado por la CONAGUA, y que siempre se mantenga el caudal ecológico en el cauce del río ya también autorizado por CONAGUA conforme con lo calculado en el documento “Propuesta de caudal ecológico” y como lo establece el Oficio correspondiente.

Como opción constructiva más segura para garantizar el caudal ecológico, se propone la construcción de un pequeño vertedero en el cuerpo de azud dimensionado para el caudal ecológico, este vertedero tiene una anchura de 1.5 metros y una altura útil de 700 mm, produciendo una sección suficiente para evacuar el caudal ecológico con garantía total.

Para esto, el caudal será regulado por medio de la medición de nivel y manteniendo una lámina sobre el aliviadero, se instalará una estación hidrométrica consistente en limnógrafo registrador que medirá la lámina de agua sobre el vertedero, en consecuencia el caudal ecológico que escurra al río Apulco, se respetará siempre, especialmente en el periodo de estiaje.

La captación tal y como se refleja en los planos correspondientes dispone de los siguientes elementos:

- Una compuerta motorizada de desagüe de fondo en el azud.
- 3 Rejas de gruesos
- Limnógrafo.

La compuerta de desagüe de fondo está generosamente dimensionada de manera que en posición abierta pueda pasar el caudal del río en época de aguas medias o bajas, y permita inspeccionar el desarenador y canal.

II.2.2.2 Desarenador

El objetivo del desarenador es provocar la sedimentación de las arenas y limos que están en suspensión en el agua y facilitar su eliminación, ya sea vertiendo al cauce del río o en vertedero para su posterior utilización, en el caso de GAYA se devolverán al río los sedimentos retenidos.

Al proyecto del desarenador se le imponen las siguientes condiciones:

- Su construcción no tiene que interferir con la normal explotación de la central de GAYA.
- La operación de eliminación de lodos y arenas, con la frecuencia que se tenga que hacer, se hará sin interferir la operación normal de la central, es decir, sin paradas. El desarenador es en esencia, un canal con una superficie libre con un flujo uniforme y una velocidad media pequeña, en el que se produce la deposición de los sedimentos con un tamaño superior al seleccionado, y su posterior evacuación hacia el cauce del río aguas abajo de la toma; esto implica que los materiales en suspensión se depositen para poderlos purgar fácilmente devolviéndolos al río utilizando una parte del caudal derivado. Se puede considerar como una estructura casi obligada en el caso de la central de GAYA. Debido a los caudales de diseño de la toma ($8.66 \text{ m}^3/\text{s}$), proponemos la construcción de un desarenador con tres módulos o cámaras de decantación, y cada cámara dotada de su desagüe de fondo para limpieza.
- Modo de funcionamiento. En funcionamiento normal el agua derivada en la obra de toma, ocupa los tres módulos de decantación, esto supone una velocidad del agua muy reducida y en consecuencia una decantación muy favorable de los sólidos en suspensión, llegado el momento de realizar la limpieza de un módulo, se procederá a la apertura de los órganos de desagüe de fondo, que serán compuertas de accionamiento eléctrico, sin necesidad de cerrar las compuertas, una a la entrada y otra a la salida de los otros dos módulos que seguirán operativos. Estas permitirán en un momento dado, aislar el módulo del flujo de agua y proceder a una limpieza profunda propia de los meses de grandes arrastres de sólidos, mientras se produce esta limpieza, se utilizaría los módulos que está dimensionado para la totalidad del caudal, es decir $8,66 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La zona ocupada por el desarenador no será superior a los 40 metros por una anchura de unos 10 metros, se ha proyectado próximo al cauce para las operaciones de vaciado.

II.2.2.3 Cámara de carga

La cámara de carga es el tanque de agua donde se juntan la conducción a lámina libre y la conducción forzada. Este tanque tiene como objetivo asegurar la puesta en carga de la tubería, por eso tiene que mantener una cierta cota, la cota de sumergencia.

Se ha proyectado un tanque de 5 m de ancho con una longitud de 19.8 m y una profundidad máxima de 4.90 m. La tubería forzada que se conecta a la cámara de carga tiene un diámetro de 2.1 m, la sumergencia es de 2.3 m.

La cámara de carga conlleva también un vertedero para evacuar el caudal sobrante así como los transitorios hidráulicos.

Con el objetivo de evacuar los sedimentos que se pueden acumular en la parte más baja, se coloca una compuerta de desagüe al río. La cámara de carga esta también equipada de una reja de finos que permite para los sólidos flotantes tal como hojas y cualquier basura que pueda traer el río. Se quipa también la cámara de carga con una compuerta a la entrada de la cámara de carga para aislar esta misma. El medidor de nivel mencionado más arriba se coloca en este tanque.

II.2.2.4 Tubería de conducción de agua

II.2.2.5 Casa de máquinas

La casa de máquinas está ubicada al final de la tubería de presión en las coordenadas X: 653 838.32 Y: 2 207 579.81, en una área donde la superficie del terreno queda fuera del área de inundación. La cota calculada para la avenida de periodo de retorno de 500 años es la 818 msnm, la cota de urbanización de la sala de máquinas es la 822.50 msnm.

Sus dimensiones son 9,90 m de ancho por 40.00 m de longitud, y 5.50 m de altura de gancho. La restitución de las aguas turbinadas al río Apulco, es a través de su influente el río Ochiateno, aproximadamente a 200 m del punto de confluencia de ambos ríos, la descarga de agua se realizará por un canal de sección rectangular de 23,50 m de ancho por 9.80 m de largo y 2.50 m de profundidad. El área total ocupada por esta instalación de la casa de máquinas es de aproximadamente 980 m², que incluye una área verde y área de estacionamiento.

Toda la cimentación será de concreto armado y con muros de tabique con cobertura de concreto armado. En la casa de máquinas se alojarán dos grupos Turbina-Alternador tipo FRANCIS de eje horizontal de 6.51 MVA de potencia unitaria en generadores, con todo su equipo periférico, el cual consiste esencialmente en una válvula de guarda, unidad hidráulica, cargador y banco de baterías, tablero de control, medición y protecciones, regulador de velocidad, sistema de enfriamiento, las celdas de MT.

Para la casa de máquinas se incluye la instalación hidrosanitaria con un sistema de fosa séptica para los residuos sanitarios, cuyo diseño contempla la realización de ensayos para determinar la permeabilidad del terreno y decidir la opción del manejo del efluente entre zanjas de infiltración, pozos de abosrción o filtros de arena.³

II.2.2.6 Subestación eléctrica

La subestación está ubicada por encima de la casa de máquinas en una zona más llana, esto con objetivo de ahorrar a la hora de la construcción la subestación permite elevadora la tensión de 13.8 kV hasta 115 kV para verter la después en la Red nacional de la CFE. La subestación está implantada a 890.00 msnm y la zona impactada es de 46 m por 25 m dando un área total de 1150 m². La subestación es de intemperie y será y equipada de 1 transformador en baño de aceite, uno de 13 MVA, así como de los elementos seguridad y control necesario al buen funcionamiento del aprovechamiento.

La medición para la facturación se efectuará en la subestación eléctrica de Hueyapan, conforme con el oficio de factibilidad ambiental otorgado por la CFE.

³ Estudio Propuesta Instalación hidráulico-sanitaria en casa de máquinas. Ingeniería básica Proyecto hidroelectico P.H. GAYA- Hidroproyectos-Terrabrio, Octubre, 2015.

II.2.2.7 Manejo de materiales de excavación

Está prevista la utilización de la totalidad del material de excavación para diversos aspectos constructivos de las obras, la cual se estima en una cantidad aproximada de 11,500 m³. Las principales actividades en las que será utilizado son:

1. **Rellenos para elaborar plataformas de cimentación de las diferentes estructuras del proyecto.** Esto con el objetivo de mejorar las condiciones del estrato de apoyo para las diferentes cimentaciones. Solo será útil para esta función el material de excavación que pueda cumplir con las condiciones de compactación requeridas para esta labor.
2. **Rellenos para trasdós de los muros de las diferentes estructuras de la instalación.** Estos rellenos deberán de cumplir con diferentes capacidades de compactación, dependiendo de la importancia del mismo.
3. **Rellenos para taludes.** Estos rellenos deberán de cumplir con diferentes capacidades de compactación, dependiendo de la importancia del mismo.
4. **Material para rellenos de plataformas en trabajos de urbanización de las diferentes áreas del proyecto.** Estos rellenos deberán de cumplir con diferentes capacidades de compactación, dependiendo de la importancia del mismo.

II.2.2.7 Utilización de explosivos

El uso de explosivos está previsto para la ejecución del túnel, únicamente en los tramos de sustrato rocoso en los que no sea viable el uso de maquinaria para la excavación de cepas y zanjas de obras de enterradas.

De acuerdo con las especificaciones de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) para la identificación de materiales para explosivos, en el Proyecto se utilizarán de dos tipos:

- Tipo 1. Dinamitas, explosivos al nitrato de amonio, pólvoras negras y sin humo. (material detonante)
- Tipo 2. Artificios, fulminantes, estopines, conectores, metros de cordones detonantes, etc. (complementos)

El manejo y almacenamiento de estos materiales se realizará en cumplimiento con las disposiciones de la SEDENA, tal que se instalará un polvorín provisional para cada uno de estos dos tipos de materiales (material detonante y complementos), los cuales cumplirán con las siguientes especificaciones de seguridad para minimizar los riesgos y garantizar la seguridad de los trabajos.

- Distancias de seguridad respecto a comunidades o centros de población, líneas de alta tensión y carreteras de primer orden, conforme con las recomendaciones de la SEDENA.
- Depósitos de agua y de arena
- Equipo para combate incendios: pala, pico, zapa, extinguidores, etc.
- Caseta de vigilancia las 24 horas del día, durante todo el tiempo que se encuentre instalado el polvorín.
- Delimitación física de las áreas con malla ciclónica cerrada y con señalización clara, y de restringido.
- Instalaciones construidas con materiales seguros tales como: block, ladrillo o adobe, techo de lámina de asbesto, ventilas metálicas con protección y piso de concreto.

II.2.3 Características técnicas del aprovechamiento

A continuación se presentan un resumen de las especificaciones técnicas del proyecto con base en el Estudio de Cálculos Hidráulicos de la Ingeniería Básica del Proyecto.⁴

⁴ Cálculos hidráulicos. Ingeniería básica. Proyecto Hidroeléctrico PH GAYA. Hidroproyectos-Terrabrio, Diciembre 2015.

DESARENADOR

- 3 Cámaras de decantación paralelas
- Ancho cámara: 3 m
- Longitud cámara: 31.20 m
- Profundidad máxima: 3.30 m

CAMARA DE CARGA**Dimensión:**

- Longitud: 19.80 m
- Profundidad máxima: 4.90 m
- Ancho: 5

Vertedero:

- Cota: 980 msnm
- Longitud: 15 m

TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

TRAMO	MATERIAL	RUGOSIDAD	DIÁMETRO	LONGITUD
TÚNEL	Acero	0.045 mm	2.10 m	230.00 m
AIRE LIBRE	Acero	0.045 mm	2.10 m	269.60 m

Perdidas de carga

- Ley: $\Delta H = KQ^2$
- $K = 0.015$
- $\Delta H = 1.125$ m

TURBINA-GENERADOR**2 GRUPOS****Turbina**

- Tipo: FRANCIS HORIZONTAL
- $H_s = 2.05$ m
- Velocidad de rotación: 900 rpm
- Rendimiento: 0.9
- Potencia: 6 MW P.H. GAYAMEMORIA INGENIERIA BASICA

Generador

- Tipo: Síncrono Horizontal
- Potencia: 6.51 MVA
- Rendimiento: 0.96
- Tensión nominal: 13.8 kV
- Frecuencia: 60Hz

CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN: Energía anual fase 1: 60.64 Gw.h

Se puede consultar toda la documentación y cálculos referentes a la producción de energía en el estudio hidroenergético (Anexo II.2).

TOPOGRAFÍA.

Para la realización del proyecto se ha empleado topografía LIDAR en coordenadas UTM con curvas de nivel cada metro, realizada en vuelo fotogramétrico en el mes de octubre de 2014. Tras el vuelo y los trabajos en gabinete se obtuvo el modelo digital del terreno. A continuación se indican las características básicas del vuelo realizado:

INFORMACIÓN GENERAL:

- Zona de estudio: Zacapoaxtla, Estado de Puebla.
- Área a cubrir: 6.78 km²
- Proyección: UTM Zona 14 N
- Datum: ITRF08, época 2010
- Elipsoide: GRS-80
- Geoide: GGM 10 (Geoide Gravimétrico Mexicano 2010)
- Fecha de obtención: 27 de marzo de 2014

VUELO CON SENSOR LIDAR Y CÁMARA DIGITAL:

- Resolución de imagen GSD 10 cm
- Altura del vuelo sobre el terreno: 400 m
- Número de líneas: 11
- Recubrimiento longitudinal: 100%
- Recubrimiento transversal: 20%

II.2.4 Operación y mantenimiento.

Con base en la naturaleza del Proyecto “Hidroeléctrica GAYA”, que además contará con la más actualizada y moderna tecnología instalada, la operación de las instalaciones es continua, estable, silenciosa y sin emisiones contaminantes al ambiente.

La operación de las instalaciones será vigilada y controlada en forma directa en la casa de máquinas del sitio y por comunicación remota con una unidad de soporte y control especializado.

Durante esta etapa del proyecto, en la casa de máquinas se contará con 2 o 3 elementos por turno de personal quienes atenderán la vigilancia, el sistema de control y el mantenimiento de rutina del equipo, tanto mecánico como eléctrico. Los componentes del sistema de control, estarán instalados tanto en la propia casa de máquinas como en las compuertas y equipo desarenador de la estructura de toma de agua; en esta última, se vigilará particularmente que no se presenten obstrucciones en la entrada del canal de conducción y que se mantenga el caudal ecológico, conforme con lo establecido en el Estudio Hidroenergético (Anexo II.2) y en el Oficio Resolutivo de CONAGUA respecto al caudal ecológico (Anexo II.4).

Asimismo, el personal operativo y de mantenimiento estará a cargo de mantener libre de maleza el canal de conducción y línea de conducción de electricidad, actividad que se realizará manualmente sin el uso de herbicidas. Las instalaciones contarán con puertas de apertura y cierre controlado con acceso restringido a personal autorizado, principalmente a la casa de máquinas, acción que será útil para evitar el acceso a la fauna y procurar su protección; además se colocarán trampas en puntos de acceso potencial de fauna, tal que en caso de que se capture a alguna especie, ésta sea llevada viva a un lugar seguro.

El personal que laborará en la casa de máquinas también estará a cargo de la coordinación con personal de la subestación eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, donde estará el punto de interconexión, para la incorporación de la energía eléctrica generada a la red nacional.

Para las actividades de mantenimiento mayor se contratará a personal externo especializado enviado por el o los proveedores originales del equipo y maquinaria. La participación de este personal estará limitada a las actividades específicas de revisión o reparaciones que se deban realizar en el sitio.

Para reparaciones mayores, estas se llevarán a cabo en los talleres de los proveedores que están ubicados en localidades externas al sitio del proyecto.

El mantenimiento de rutina y mayor, será programado con base en los periodos de operación y vida útil de la maquinaria y equipo, según sea indicado por los proveedores, con la finalidad de asegurar la óptima operación y funcionamiento de las instalaciones. En caso de requerirse mantenimiento correctivo, éste se realizará a la brevedad por personal capacitado para evitar el paro de operaciones.

En caso de acumulaciones excesivas de sólidos por avenidas extraordinarias, se considerarán evacuaciones inmediatas y otras opciones de manejo ambiental para evitar y/o minimizar impactos que pudiera causar el exceso de dichos sólidos; por ejemplo, se realizaría limpieza de ribera y/o redistribución de sedimentos, entre otras medidas según se evalúe la factibilidad ambiental del sitio.

No se utilizará fuego y/o productos químicos en la preparación y mantenimiento de los derechos de vía, la limpieza siempre se realizará manualmente. No se utilizarán plaguicidas ni herbicidas de ningún tipo.

II.2.5 Descripción del Sistema de Instrumentación y Control.

FILOSOFIA DE AUTOMATISMOS.

La instalación prevista se requiere sea: limpia, de uso sencillo, de control remoto y de mantenimiento fácil. Con esta intención de implementar una instalación y una red limpia y sencilla se utilizarán "bornes remotas", cerca de todos los equipos, para unificar las señales a un simple cable ETHERNET. Se creará una red ETHERNET en doble anillo que conectará estos switches y el terminal del operador.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO

La central puede funcionar sobre diferentes regímenes:

- **Automático.**- El autómata y su software regulan el funcionamiento de la central hidroeléctrica. La carga de las turbinas está definida según la lectura y el proceso del valor de nivel en la cámara de carga. El programa tiene en cuenta todas las limitaciones en cuanto a los

regímenes, las temperaturas, las presiones y todas las señales para prevenir cualquier problema e iniciar secuencias de emergencia o de parada si procede.

- **Manual.-** Un operador puede controlar la central desde los tableros o la pantalla de control. El manejo tiene que estar dentro de los límites de operación. El programa del PLC, aún en modo manual sigue protegiendo la central, teniendo la opción de desencadenar una parada automática de la central en caso de problemas.
- **Remoto.-** La central tiene la opción de controlarse de manera remota vía un centro de operación, lo que implica la implementación de una aplicación SCADA. Al igual que para el régimen manual, se puede manejar la central dentro de los límites de funcionamientos y el programa del PLC sigue asumiendo las funciones de protección de la central en caso de problemas.

REGULACIÓN DE TENSIÓN DE EXCITACIÓN Y $\cos \phi$ (Coseno de ϕ)

Este equipo es responsable de la regulación de la tensión de excitación del (los) grupo(s) de generación. Responderá a un modelo de librería PSS/E, V32. Se considera utilizar un equipo tipo DECS-250 Digital Excitation Control System **Basler** Electrics, o de calidad equivalente.

REGULACIÓN DE TURBINA

La regulación de la turbina se hace mediante las diferentes fases o etapas de funcionamiento:

- **La fase de arranque.-** Los arranques de máquinas seguirán una rampa y fases descrita en las memorias para evitar cualquier problema mecánico, hidráulico y eléctrico. Las diferentes etapas permitirán que la turbina se acople la red siguiendo los órdenes del sincronizador automático.
- **La fase de explotación.-** La regulación de la carga de la(s) turbina(s) durante la fase de explotación se hace con las señales el sensor de nivel de la cámara de carga, señales, 4-20 mA que se traducen en órdenes del autómata programable, la central, solo funciona acoplada a la red, nunca en red aislada.
- **La fase de parada.-** La regulación de la turbina actúa durante las secuencias de parada según el tipo que sea:

- **Parada normal.** La regulación de la carga del(os) grupo(s) de generación se hace mediante el programa y las reglas emitidas.
- **Parada por problema mecánico.** La regulación de la carga del(os) grupo(s) de generación se hace mediante el programa y las reglas emitidas en este caso.
- **Parada por problema eléctrico.** La parada de los grupos se hace independientemente de cualquier fuente eléctrica siguiendo valores predeterminadas por los equipos oleo hidráulicos de regulación. Responderá a un modelo de librería PSS/E, V32 y dispondrá de su función transferencia correspondiente.

PLC

Cada grupo tendrá su PLC, su autómatas que permite sugestión y su regulación según los señales recogidas por los distintos sensores. Esta estación de control será capaz de realizar las secuencias de arranque, paradas y ajustes automáticos de carga en los grupos, reparto de cargas.

El automatismo de control de servicios comunes se realizará mediante su propio PLC que estaría capacitado para ejecutar las maniobras necesarias para garantizar el cumplimiento de los automatismos de los grupos como el funcionamiento de la central.

Los PLC tendrán que tener un módulo de E/S adaptado al número y tipo de señales entrantes y salientes, teniendo en cuenta un margen por si se requiere en el futuro realizar alguna ampliación.

Los PLC tendrán que ser de marcas reconocidas y autorizadas por CFE.

PLC SCADA

- Se suministrará un sistema SCADA adaptado a las necesidades de nuestra central hidroeléctrica y que responda a los diferentes modos de funcionamiento.
- El SCADA tendrá un interfaz con la pantalla de control que sea lo más ergonómico posible. Tiene que permitir un control de la operación de la central vía la información visual de los estados de los equipos y sus sensores.
- La programación del SCADA cubrirá todo el automatismo de la central, las maniobras de operación normal, las secuencias de parada y arranque según las consignas de la ingeniería y cualquier fallo o error de operación.

- El SCADA dispondrá también de la posibilidad de consultar los registros de operación así como históricos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Los relés de disparo de los grupos de generación, aseguran el aislamiento del grupo de generación con el resto de la central en caso de problemas de manera automática actuando directamente sobre el interruptor automático (52G). Incluirá la protección contra:

- Sobre tensión
- Sobre intensidad
- Protección diferencial
- Falta a tierra
- Variación de frecuencia

El relé incluirá además de sus correspondientes funciones de protección las siguientes prestaciones:

- Panel frontal con pantalla
- Medición de corrientes, tensiones y su visualización en la pantalla del relé
- Sistema de auto diagnóstico del relé.

Este relé se instalará en el armario de control y protección de grupo junto con todos los materiales requeridos para su funcionamiento. Será comunicable y la integración con el SCADA se realizará preferiblemente a través del PLC de control del armario correspondiente a la protección.

PROTECCIÓN DE LÍNEA

Los relés de disparo de línea sirven a aislar la central entera de la red eléctrica en caso de problemas de manera automática actuando sobre el interruptor general de línea (52L). Estos relés cumplirán con las mismas especificaciones básicas que los relés de protección de grupos de generación, con sus datos de potencia corriente y tensión asociados. Este relé se instalará en el armario de control y protección de línea junto con todos los materiales requeridos para su funcionamiento. Al ser comunicable, la integración con el SCADA se realizará preferiblemente a través del PLC de control del armario correspondiente a la protección.

EQUIPOS DE CONTROL Y MEDICIÓN

SINCRONISMO.- El sistema de sincronismo se encarga de recibir correctamente las tensiones transformadas del embarrado y de las barras de generación, vitales para la sincronización del mismo. Se suministrará un sincronizador cumpliendo con este objetivo.

TABLEROS Y PANTALLA DE CONTROL.- Las informaciones y las señales se recopilan mediante tableros y una pantalla. Desde estos tableros se puede también actuar sobre los componentes de la central.

CONTROL REMOTO.- La central tiene que ser controlable de manera remota. Se instalará un sistema de comunicación para el control remoto y la visualización de la operación en tiempo real de la central.

INSTRUMENTACIÓN

CAUDAL.- Se instalará un sensor de caudal en la tubería forzada justo antes la válvula de guarda para verificar el caudal turbinado. Este sensor asegura también el control de sobre velocidad para evitar problemas de transitorios hidráulicos y protección de rotura de tubería. El sensor tiene que ser ultrasónico y no intrusivo. Se necesita una precisión mínima de 0.5%

NIVEL.- Un sensor de nivel está previsto en la cámara de carga, este sensor permite la gestión de la carga de las turbinas. El sensor será sumergido de tipo hidrostático, será colocado dentro de un conducto perforado para garantizar su seguridad.

PRESIÓN.- La central hidroeléctrica lleva varios sensores de presión, la mayor parte va incluida con el suministro de los diferentes equipos (grupo oleo hidráulico y grupo de refrigeración). Por otro lado, es necesario montar dos sensores de presión, uno antes de la válvula de mariposa que será un transmisor de presión salida 4-20 mA, y un interruptor de presión, aguas debajo de la válvula de guarda para verificar en la puesta en marcha que las presiones antes y después de la válvula son iguales. Los sensores tendrán que soportar la presión máxima dinámica de agua presente (P_{max} (bares)=Salto bruto*1.20/10).

TEMPERATURA.- Todos sensores de temperatura vienen suministrados con los diferentes equipos (generador, transformador,...). Serán sondas PT 100 cuales señales son después comunicados a los autómatas para el control de la operación de la central.

REQUISITOS GENERALES:

- Los sensores comunicarán las señales al autómata para facilitar la gestión de la central y la información sobre el estado de operación en tiempo real. Las señales serán de 4 -20 mA, en el caso que no sea posible se adaptará la señal mediante convertidores para su explotación.
- Se utilizarán sensores robustos y de calidad y marca reconocida. Se considera utilizar equipos RITTMEYER, VEGA u otras de la similar categoría.
- Se instalará un contador estático multifunción, para la medida de energía activa en ambos sentidos de circulación de energía (compra y venta). Se colocara el punto de medición a la salida del transformador de potencia. Los equipos tendrán que respetar las normas IEC o CEE. Para la integración con el sistema SCADA el contador dispondrá de propias conexiones.

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Se contempla un lapso de operación de la Hidroeléctrica GAYA de un periodo de 50 años, al cabo de los cuales podrá decidirse si se actualiza su operación, se desmantela o se dejan las instalaciones como un museo de la tecnología usada.

II.2.7 Residuos.

En primer lugar se ha previsto concientización sobre la minimización y el manejo adecuado de residuos que se pueden generar en las diferentes actividades y etapas. Asimismo y con base en la legislación mexicana vigente en materia de residuos, todos los residuos sólidos y líquidos serán debidamente identificados y clasificados según aplique.

Se implementarán procedimientos ambientales que especificarán a los responsables y encargados del adecuado manejo y disposición final de los residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos. Se tendrá en cuenta la descripción, clasificación y separación de los diferentes tipos

de residuos, con énfasis a los que sean susceptibles de reciclar, el adecuado envasado y etiquetado, áreas de acopio y almacenamiento, control de envío de residuos a disposición final, así como el transporte y disposición final con unidades y en sitios debidamente autorizados. Como parte del manejo de los mismos, se llevará el registro de las cantidades de generación por cada tipo de residuo en las diferentes etapas del Proyecto, para su debido reporte a las autoridades.

En el capítulo 6 se presentan acciones específicas para el manejo de residuos en cada una de las etapas del proyecto, como medidas preventivas de impactos ambientales.

Los principales residuos que se prevé generar en las diferentes etapas del proyecto son las siguientes.

Residuos a generar durante la construcción:

- Aceites gastados provenientes del mantenimiento preventivo de las unidades de transporte
- Sobrantes de materiales de construcción
- Envases vacíos de alimentos, bebidas y consumibles de los trabajadores
- Basura orgánica e inorgánica proveniente de talleres y espacios de reunión del personal
- Residuos sanitarios

Residuos a generar durante la operación:

- Basura orgánica e inorgánica generados por personal en casa de máquinas
- Aceites gastados provenientes del mantenimiento preventivo y/o correctivo de la maquinaria y equipo (generación eventual y/o por mantenimiento programado)
- Envases vacíos de limpiadores, detergentes y sustancias de limpieza general
- Piezas y/o refacciones gastadas de maquinaria y equipo. (generación eventual y/o por mantenimiento programado).

Residuos a generar durante el abandono del sitio:

- Residuos de materiales de construcción
- Pedacería metales
- Envases vacíos de sustancias químicas y aceites gastados
- Maquinaria y equipo en desmantelado

II.2.8 Prevención de Accidentes y Respuesta a Emergencias

Con el propósito de garantizar la prevención de accidentes y la capacidad para responder a una emergencia que ponga en riesgo la salud o la vida del personal y la integridad de las instalaciones durante cualquiera de las etapas del Proyecto. Se contara con un Programa de Prevención de Accidentes y Respuesta a Emergencias para cada etapa del proyecto, el cual será revisado anualmente para asegurar su aplicación y efectividad.

El Programa considerará las medidas, protocolos y procedimientos que el personal del Proyecto deberá seguir para prevenir y/o para responder en situaciones de emergencia, provocadas por la naturaleza o por el hombre, como son los sismos, inundaciones, deslizamientos, incendios, accidentes laborales.

Las emergencias están referidas a la ocurrencia de efectos adversos sobre el ambiente por situaciones no previsibles, que están en directa relación con el potencial de riesgo y vulnerabilidad del área y del Proyecto.

II.2.9 Capacitación

El programa de capacitación e inducción del personal, en cada etapa del proyecto, tendrá el objetivos de reforzar la conciencia y competencia del personal involucrado y abarcará desde el conocimiento y manejo de sus procedimientos de trabajo, las políticas de la empresa, y los requisitos que deben cumplir en materia de prevención de la contaminación e impacto ambiental con base en la regulación ambiental aplicable. Un ejemplo general de un programa de capacitación del trabajo es el siguiente:

Tabla II. 4. Ejemplo General de un Programa de Capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACION PARA OPERAR UNA CENTRAL HIDROELECTRICA																				
SISTEMA	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
OBRA DE TOMA	■	■																		
VALVULA DE GUARDA			■																	
SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO				■																
SISTEMA OLEOHIDRAULICO					■															
TURBINAS HIDRAULICAS					■	■	■	■												
GENERADOR									■	■	■	■								
SISTEMA DE EXITACION												■	■							
SISTEMA DE SINCRONIZACION													■	■						
SUBESTACION														■	■	■	■			
INTERRUPTOR-SECCIONADOR- PARARRAYOS																	■	■		
SISTEMAS AUXILIARES																		■		

CAPITULO III**VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA
AMBIENTAL Y CAMBIO DE USO DE SUELO****CONTENIDO**

III.1 Vinculación de Ordenamientos Jurídicos a Nivel Federal.....	3
III.1.1 Tratados Internacionales	3
III.1.2 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	7
III.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	8
III.1.3.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental	10
III.1.3.2 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.....	11
III.1.4 Ley de Aguas Nacionales	11
III.1.4.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	12
III.1.5 Ley Federal de Derechos en Materia de Agua	12
III.1.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	12
III.1.6.1 Reglamento de la LGPGIR.....	13
III.1.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	13
III.1.7.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	14
III.2 Vinculación a Normas Oficiales aplicables al Proyecto.....	14
III.3 Vinculación de Ordenamientos Jurídicos a Nivel Estatal	16
III.3.1 Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.	16
III.4 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Federal	17
III.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	17
III.4.2 Programa Sectorial de Energía 2013-2018.....	21
III.4.3 Plan Nacional Hídrico 2014-2018	27
III.4.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018	28
III.4.5 Estrategia Nacional de Energía 2013-2027.....	30
III.4.6 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.....	31
III.4.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	31
III.4.7.1 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas	34
III.4.8 Programas de Áreas Naturales Protegidas	38
III.5 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Estatal.....	44
III.5.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2011-2017	44
III.6 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Municipal	46
III.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso.....	47

III.6.2 Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan del Progreso, Puebla 2014-2018.....	79
III.7 Cumplimiento y gestión de permisos.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla III.1 Instrumentos de Planeación Aplicables al Proyecto	1
Tabla III.2. Áreas de Ocupación de la Obra de toma	3
Tabla III.3. Componentes del Proyecto dentro del POEGT	32
Tabla III.4. Características de la región del Proyecto en el POEGT	34
Tabla III.5. Estrategias Aplicables y su Vinculación con el proyecto	35
Tabla III. 6. UGA 01-XOCO-02: Política ambiental, usos, criterios y lineamientos ecológicos.....	52
Tabla III.7. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Acuacultura y Pesca.	53
Tabla III.8. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Agrícola.....	54
Tabla III.9. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Agroforestal.....	57
Tabla III.10. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Forestal.....	57
Tabla III.11. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Asentamientos Humanos	61
Tabla III.12. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Industria, artesanías y comercio.....	62
Tabla III.13. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Infraestructura y Servicios.....	64
Tabla III.14. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Minería.....	67
Tabla III.15. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Pecuario.....	69
Tabla III.16. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Turismo.....	70
Tabla III.17. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Acuacultura y Pesca.....	76
Tabla III.18. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Preservación de Manantiales y Acuíferos.	77
Tabla III.19. Lineamientos Ecológicos aplicables a la UGA 01-XOCO-02.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura III.1.Área de obra de toma	2
Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	33
Figura III.3. Zonas de Importancia Ecológica Cercanas al Proyecto	43
Figura III.4. Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuetzalan.	48
Figura III.5.Ubicación de la Obra de Toma con respecto a la UGA 01-XOCO-02	51

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CAMBIO DE USO DE SUELO.

Considerando que el Proyecto Gaya corresponde al sector de la industria eléctrica con pretendida ubicación geográfica en el Estado de Puebla, en este capítulo se identifican y analizan los diferentes ordenamientos jurídicos de la legislación ambiental e instrumentos de planeación territorial que le son aplicables, a fin de que el Proyecto se sujete a los lineamientos y disposiciones que dichos instrumentos señalan.

En cuanto a la legislación ambiental, el Proyecto Hidroeléctrica Gaya se vincula con Ordenamientos Jurídicos a Nivel Federal, con Normas Oficiales Mexicanas y con Ordenamientos Jurídicos A Nivel Estatal, en las diferentes materias, tales como impacto ambiental, aprovechamiento de agua, cambio de uso de suelo en terrenos forestales, generación y manejo de residuos (peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial), derechos de uso de suelo federal y generación de ruido.

Asimismo, se identificaron y analizaron los instrumentos de planeación que pueden aplicar al proyecto se presentan, ver tabla siguiente.

Tabla III.1 Instrumentos de Planeación Aplicables al Proyecto

Carácter	Instrumentos de Planeación
Federal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. ▪ Programa Sectorial de Energía 2013-2018 ▪ Plan Nacional Hídrico 2013-2018. ▪ Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018. ▪ Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 ▪ Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables ▪ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio ▪ Programas de Áreas Naturales Protegidas
Estatal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 del Estado de Puebla.
Municipal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso ▪ Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan del Progreso, Puebla 2014-2018.

En particular, derivado de un Procedimiento Administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental, anterior y concluido del Proyecto, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT (DGIRA), observó que un vértice menor del predio de la obra de toma del Proyecto ocuparía territorio regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico de Cuetzalan, en el Estado de Puebla; al respecto se hacen las siguientes aclaraciones:

Si bien es cierto que el río Apulco está reconocido como parte del límite municipal entre Zacapoaxtla y Cuetzalan, y que al sobreponer los polígonos de los predios en la cartografía del INEGI con división política municipal, se observa que un vértice del predio de la Obra de toma se encuentra en terreno del Municipio de Cuetzalan, también es cierto que los predios de las obras del proyecto se ubican físicamente en la margen derecha del río Apulco (en dirección aguas abajo); es decir del lado del Municipio de Zacapoaxtla, y que con base en el Estudio Hidrológico y la Ley de Aguas Nacionales, se sustenta que el ancho del cauce del río y 10 metros de cada lado, se definen como terrenos y zonas federales, ver figura III.1; de tal manera que el Proyecto tiene en proceso la obtención de los permisos de la CONAGUA para la ocupación de dicha zona federal.

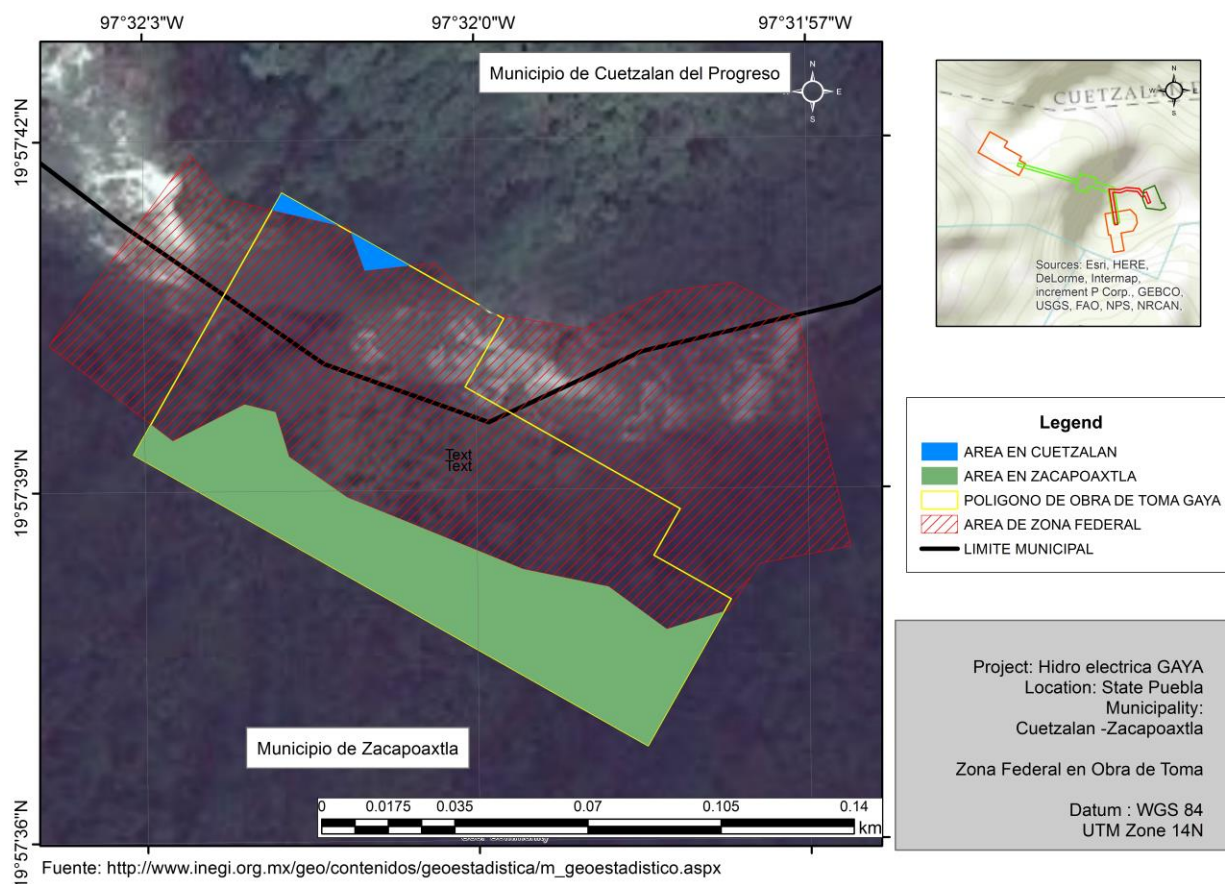


Figura III.1. Área de obra de toma

También es importante mencionar que del total del área que ocupará la Obra de toma (1.0150 ha), únicamente 0.0109 ha (1.07%) se encuentran en el municipio de Cuetzalan, fuera de la zona federal del río. En la tabla siguiente se desglosa la información.

Tabla III.2. Áreas de Ocupación de la Obra de toma

Componente	Área (ha)	Porcentaje
Area en Zona Federal	0.6389	62.95%
Area en Mpio Cuetzalan del Progreso	0.0109	1.07%
Area en Mpio Zacapoaxtla	0.3652	35.98%
Total	1.0150	100%

Asimismo, la documentación legal de los predios emitida acredita que el Registro Público de la Propiedad reconoce la ubicación de todos los predios en el Municipio de Zacapoaxtla.

En tal contexto, con el compromiso de garantizar la sustentabilidad del Proyecto Gaya, y siendo una micro central de generación eléctrica renovable (con una capacidad de generación eléctrica menor a los 30 MW), en los apartados III.6.1 y III.6.2 se incluye el análisis del "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla" y el "Esquema de Desarrollo Urbano Sustentable de Cuetzalan", en los cuales se analizan los elementos, políticas y criterios que podrían ser vinculables al Proyecto, de tal manera que se verificó la compatibilidad de la naturaleza del Proyecto, de sus obras y actividades con dichos Instrumentos de Planificación del Territorio.

III.1 Vinculación de Ordenamientos Jurídicos a Nivel Federal

III.1.1 Tratados Internacionales

México ha firmado diversos tratados internacionales en Materia de Medio Ambiente y de Minorías y Pueblos Indígenas, de los cuales dos Tratados internacionales se vinculan con el Proyecto GAYA el Protocolo de Kyoto y el Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. Cabe mencionar que según el artículo 133 Constitucional, los Tratados internacionales deben ser acordes con la Constitución y tener la aprobación del Senado de la República.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático¹ y el Protocolo de Kyoto²

Este protocolo establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI3 que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar fósiles combustibles durante más de 150 años. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la “responsabilidad común pero diferenciada”.

Tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Como parte de los primeros esfuerzos para combatir el cambio climático a nivel internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Esta Convención tiene como objetivo reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, la CMNUCC establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. En virtud de ello, los gobiernos:

- Recopilan y comparten la información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, las políticas nacionales y las prácticas óptimas en la materia;
- Ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo; y
- Cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.
- En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición, conocida con el nombre de Protocolo de Kyoto que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes.

¹ Fuente: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

² Fuente: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

³ GEI: Gases de Efecto Invernadero

Posteriormente, el 2005 marcó un punto importante dentro del desarrollo de una conciencia mundial por el medio ambiente, particularmente en el sector energético. En ese año el Protocolo de Kyoto entró en vigor y el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC por sus siglas en inglés) presentó un reporte en el que declaraba que el problema del cambio climático era mucho mayor que lo que se había pensado.

De acuerdo con el Protocolo de Kyoto, los países deben cumplir sus objetivos principalmente a través de medidas nacionales. Sin embargo, ofrece un medio adicional para el cumplimiento de sus objetivos a través de los siguientes mecanismos:

- Mercado de emisiones, conocido como "Mercado del Carbono".- De acuerdo al Artículo 17 del Protocolo de Kyoto, el comercio de emisiones permite a los países que cuentan con emisiones permitidas pero no usadas -una reducción en su número de emisiones mayor al que se comprometieron- vender estas emisiones a otros países. Las transferencias y adquisiciones de estas unidades son monitoreadas y cuantificadas por medio de los sistemas de registro previstos en el Protocolo de Kyoto. Con este registro de transacciones internacionales se pretende contar con una transferencia segura de las unidades de reducción de emisiones entre los países.
- Mecanismo de desarrollo limpio (MDL).- Se define en el Artículo 12 del Protocolo; permite a un país que tenga un compromiso de reducción o limitación de emisiones bajo el Anexo B del Protocolo de Kyoto implementar un proyecto de reducción de emisiones en los países en desarrollo. Estos proyectos pueden generar Certificados de Reducción de Emisiones (CER's por sus siglas en inglés), comercializables, cada uno equivalente a una tonelada de CO₂, que pueden contabilizarse en el cumplimiento de los objetivos de Kyoto. El MDL se considera como el primer mecanismo de inversión global, ambiental y plan de crédito de su clase, al proporcionar un instrumento de reducción de emisiones normalizadas, CER.

El mecanismo estimula el desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, al tiempo que brinda flexibilidad a los países industrializados para cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones.

En México, se determina que para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa de expansión del sector eléctrico, tanto el gobierno de México, como las otras partes interesadas, se apoyarán en los recursos financieros previstos por las convenciones y tratados de los que México

sea parte, así como de los programas internacionales de financiamiento, el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) u otros instrumentos económicos que se hayan diseñado o puesto en marcha antes y durante el periodo de duración del programa.

El Proyecto Hidroeléctrico GAYA esta trabajando para adherirse a alguno de los mecanismo de desarrollo limpio, porque reúne las características básicas de contar con un proceso limpio, de generación renovable que lo hace altamente susceptible de atribuirse como beneficiario de los Certificados de Reducción de Emisiones en términos de los mecanismos del protocolo de Kyoto.

Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.⁴

El Convenio se aplica, por un lado a los pueblos tribales en países independientes, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distingan de otros sectores de la colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial. Por otro es aplicable a los pueblos en países independientes, considerados indígena por el hecho de descender de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales y que, cualquiera que sea su situación jurídica, conservan todas sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

En su Artículo 2 del Convenio se indica que los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad. Esta acción deberá incluir medidas como las siguientes:

- a) que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;
- b) que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;

⁴ http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/publication/wcms_100910.pdf

- c) que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida.

Desde el año 2012, el Promovente ha llevado a cabo gestiones administrativas y sociales ante la comunidad de influencia directa del Proyecto (San Juan Tahitic), para acordar los términos en que la empresa podría integrarse con la comunidad y desarrollar el Proyecto, considerando la consulta de la población indígena que habita en la región (ver anexo del Capítulo IV).

III.1.2 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El análisis del marco jurídico ambiental vinculado al Proyecto Hidroeléctrica GAYA, se inicia con el análisis de las bases constitucionales que otorgan protección al medio ambiente en su conjunto; ello, partiendo de la premisa de la “supremacía de la Constitución” que es uno de los principios fundamentales del régimen jurídico mexicano; son estas bases constitucionales aquéllas a partir de las cuales se construye el sistema jurídico ambiental y que harán posible concluir en la viabilidad jurídico-administrativa del Proyecto Hidroeléctrica GAYA.

Es el Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos aquel que otorga el carácter de Carta Fundamental a ésta misma; es el caso que bajo el principio de jerarquía de leyes, encabezadas según lo antes señalado por la Constitución Política Federal, se presentan otras disposiciones de carácter general que se refieren a ciertos aspectos regulados por la Norma Fundamental, como lo son las leyes federales; en el caso que nos ocupa, nos referimos a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que regula ciertos elementos ambientales desarrollados en la Constitución como lo son las actividades que generan efectos ambientales, la energía eléctrica; es decir, dicha ley marco desarrolla las bases constitucionales respecto de cada una de las materia de que se ocupan.

La primera de estas bases –según el orden en el que aparecen mencionados en la Constitución, no así en el orden cronológico en el que fueron incorporadas al texto Constitucional- lo son las disposiciones respecto del derecho irrestricto de los mexicanos del derecho a un medio ambiente adecuado contenido en el artículo 4º del texto de nuestra Carta Magna; asimismo, las bases relativas al cuidado del medio ambiente con motivo de la regulación del uso de los recursos

productivos por los sectores social y privado contenidos en el artículo 25 Constitucional; y aquéllas relativas a la conservación, preservación y restauración de los recursos naturales, contenidas en el artículo 27 Constitucional.

En el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se dicta el derecho para “...regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular... la conservación, mejoramiento y crecimiento en los centros de población; **para preservar y restaurar el equilibrio ecológico...**”. En particular, este artículo Constitucional también establece como propiedad de la nación a las aguas superficiales, y por la naturaleza del Proyecto Hidroeléctrica GAYA, la vinculación del mismo con la legislación en materia de agua superficial también está integrada en secciones posteriores de este Capítulo.

III.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En esta Ley se establecen las bases de regulación y observancia de todos los aspectos ambientales. De esta manera, la LGEEPA se vincula con todos los componentes ambientales del Proyecto Hidroeléctrica GAYA:

La **evaluación de impacto ambiental**, conforme a los artículos 28, 29 y 30, 34, 35, 35 BIS 1, y lo establecido en el Reglamento de ésta Ley en Materia de Impacto Ambiental (REIA). Por lo que se elabora el presente Estudio de Impacto Ambiental para su evaluación y la obtención de la autorización correspondiente, bajo las siguientes actividades:

- **Apartado A) Obras Hidráulicas, Inciso IX. Modificación o Entubamiento de Cauces de Corrientes Permanentes de Aguas Nacionales.**

Apartado al que se hace referencia debido a la instalación de la bocatoma para captación de un flujo de agua que se dirigirá hacia la casa de máquinas de la hidroeléctrica para la generación de energía eléctrica.

- **Apartado K) Industria Eléctrica, Inciso I. Construcción de Plantas Hidroeléctricas.**

Apartado al que se hace referencia debido a la instalación de una planta hidroeléctrica que pretende el aprovechamiento del caudal del río Apulco para su funcionamiento.

- **Apartado O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas: Inciso I. Cambio de Uso del Suelo para Actividades Industriales en Predios Con Vegetación Forestal.**

Apartado al que se hace referencia debido a que el tramo que conectará la bocatoma y la casa de máquinas para conducción del agua del río Apulco, se encuentra en una zona boscosa por lo que se requiere autorización para cambio de uso de suelo.

De esta forma se vincula el proyecto Hidroeléctrica GAYA con la LGEEPA y el REIA para las actividades con las cuales tiene relación.

Por otro lado, el proyecto se relaciona con esta ley marco en sus diferentes preceptos como se menciona a continuación:

- El **Aprovechamiento del Agua Superficial** de proyecto, está vinculado con el artículo 129 de esta Ley; cabe mencionar que la Concesión será tramitada conforme la evaluación técnica de la Comisión Nacional del Agua, acorde con lo procedente para el aprovechamiento del agua superficial para la generación de energía eléctrica.
- La **Generación y Manejo de los Residuos** por parte de los particulares está regulada por esta Ley conforme los artículos 134 y 140, así como por los Artículos 7º, 13,14 y 15 y demás aplicables del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. El proyecto Hidroeléctrica GAYA, incluye el cumplimiento de la normatividad aplicable dentro de sus prácticas de operación y políticas ambientales.
- En relación con la emisión de **Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual**, en el artículo 155 y 156 se establecen las prohibiciones y las competencias en la metodología y tecnología para el control. El Proyecto Hidroeléctrica GAYA mantendrá vigilancia de la emisión controlada de ruido con la operación de

maquinaria en la etapa de construcción en horarios permitidos, la instalación y operación de equipo de alta tecnología y mínima emisión de ruido en proceso; asimismo, realizará monitoreo periódico como acción de vigilancia y control.

- El **Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales** está referido en el artículo 11 de esta Ley en relación con las políticas de protección y preservación de dichos recursos. Al respecto, en complemento al presente Estudio de Impacto Ambiental, se elabora y presentará el Estudio Técnico Justificativo para obtener la autorización correspondiente.

III.1.3.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

Se vincula directamente con el Proyecto Hidroeléctrica GAYA para todo el proceso de evaluación del impacto ambiental, por ser éste un proyecto de la industria eléctrica conforme lo indica el artículo 5, inciso K). Este proyecto cumplirá con el proceso de evaluación ambiental a nivel federal conforme los artículos 9, 11, 14, 17, 22 y 28 de este Reglamento, en los que se establece la información del proyecto a presentar, los requisitos de la Manifestación de Impacto Ambiental, la información para evaluar el impacto ambiental por cambio de uso de suelo forestal, y la presentación de información sobre la modificación del proyecto. Asimismo, se vinculan los artículos relacionados con las características y condicionantes de la Resolución que emita la autoridad, según artículos 45, 47, 48 y 50. También, se vinculan las condiciones de inspección, medidas de seguridad y sanciones aplicables por parte de la autoridad, según lo establecido en los artículos 57, 58, 59 y 60 de este Reglamento.

En particular, es importante explicar que la Modalidad de la presente Manifestación de Impacto Ambiental puede ser justificada en su versión Particular; sin embargo, es presentada en Modalidad Regional con fundamento en el Artículo 11, Fracción I del Reglamento, en virtud de que la naturaleza del Proyecto requiere el aprovechamiento de agua de un tramo del río Apulco para la generación de electricidad, y puede clasificarse inicialmente como un proyecto que alterará la cuenca hidrológica; con base en esta premisa, el Sistema Ambiental Regional (SAR) ha sido delimitado con el criterio de una microcuenca que abarca parte alta media y baja, y dentro de la cual se inserta el Proyecto. Independientemente de la extensión del SAR, también se presenta el análisis del sitio del proyecto, y en la evaluación de los impactos ambientales se define el alcance de la influencia que puede tener el Proyecto en Sistema Ambiental y viceversa.

III.1.3.2 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.

Es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales. El Proyecto Hidroeléctrica GAYA cumplirá con este requisito así como con las obligaciones de las empresas contratistas que generen ruido conforme con los artículos 6, 8 y 11 de este Reglamento, en donde se define lo que es una **fuentes de ruido fija**, y los compromisos de los **generadores de ruido con las autoridades federales y finalmente**. El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Los niveles de emisión de ruido deben medirse en forma continua o semi-continua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

III.1.4 Ley de Aguas Nacionales

En su artículo 9, esta Ley establece las atribuciones de la CONAGUA y los Organismos de cuenca (Autoridad del Agua), para otorgar concesiones de aprovechamiento y uso de las aguas superficiales. Dichas concesiones podrán ser solicitadas por personas físicas o morales según se dicta el artículo 20 de esta Ley. Asimismo, en el artículo 21 y 21 BIS se establecen los requisitos para la solicitud de concesiones y en el artículo 23 se describen las características las concesiones que la otorga la Autoridad del Agua. Cabe mencionar que en su proceso de gestión de permisos, el Proyecto Hidroeléctrica GAYA tramitará el Título de Concesión para el aprovechamiento de agua en generación de energía hidroeléctrica, cumpliendo así con lo estipulado en el artículo 80 de la Ley de Aguas Nacionales.

Asimismo, considerando la ubicación de la estructura de toma de agua y la casa de máquinas del proyecto, se deberá obtener la Concesión para la Ocupación de Terrenos Federales que emite la CNA (Trámite CNA-01-006), con base en el Artículo 118 primero y segundo párrafos de la Ley de Aguas Nacionales; así como el permiso para realizar Obras de Infraestructura Hidráulica (Trámite CNA-02-002), con base en el artículo 23 segundo párrafo, 97, 98, 113 fracción VII y 171 de la Ley de Aguas Nacionales.

III.1.4.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Está vinculado consistentemente al Proyecto Hidroeléctrica GAYA de la misma manera como se vincula la Ley. En el artículo 119, se indica la información que deberá presentarse en las solicitudes de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales para la producción de fuerza motriz o energía eléctrica, como el proyecto constructivo a desarrollar, la aplicación que se le dará, el sitio de devolución del agua y las acciones a realizar en materia de control y preservación de la calidad del agua y en materia de impacto ambiental, prevención y control de las avenidas, y la no afectación de los flujos de las corrientes.

III.1.5 Ley Federal de Derechos en Materia de Agua

Esta ley especifica los montos actualizados por concepto de derechos que deberán pagarse por los diferentes servicios (permisos, concesiones y consumos) en materia de aprovechamiento de agua. Cada 6 meses se actualizan las vigencias así como los montos por los diferentes servicios.

III.1.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley está vinculada con las actividades del proyecto en sus diferentes etapas (preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio), aun considerando la generación mínima y el manejo controlado de residuos.

Esta Ley define y clasifica a los residuos en diferentes tipos con base en la actividad o procesos que es fuente de generación, los volúmenes generados, características físicas y químicas, y la factibilidad de su reúso o reciclaje. Asimismo, esta Ley establece las políticas generales del manejo de residuos peligrosos, de manejo especial, incompatibles y sólidos urbanos.

De ser necesario y conforme con lo establecido en el Artículo 47 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), así como el Artículo 43 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (Reg. LGPGIR) se tramitará el Registro de Generador de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos que pudiesen generarse durante las diferentes etapas del proyecto Hidroeléctrica GAYA serán debidamente etiquetados y llevados al lugar establecido de almacenamiento temporal, el cual contará con todas las especificaciones que dispone el Artículo 82 del Reg-LGPGIR.

Además, en cumplimiento del Artículo 71 del Reg. LGPGIR se tendrán las bitácoras de generación debidamente llenadas, así como los manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos el cual será expedido por la empresa que, en su momento.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos de igual forma se implementaran bitácoras de seguimiento y medición. El almacenamiento de estos residuos, se llevará a cabo mediante la instalación de contenedores debidamente identificados con etiquetas y color adecuado para cada tipo de residuo. De tal forma que se cumplan con los preceptos que la LGPGIR establece.

Por último, en los artículos 7 al 14 Capítulo Segundo de esta ley, se establecen las facultades de los tres niveles de gobierno para su aplicación, por lo que el Proyecto Hidroeléctrica GAYA contempla la comunicación directa y vinculada con las autoridades competentes en la SEMARNAT, el Gobierno del Estado de Puebla y el Municipio de Zacapoaxtla.

III.1.6.1 Reglamento de la LGPGIR

En su artículo 7 indica que en la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos. El Proyecto Hidroeléctrica GAYA cumplirá con este requisito así como con las obligaciones del generador entre las que se incluye la documentación controlada de la generación de residuos peligrosos y cantidades en bitácoras, condiciones de envasado, etiquetado, clasificado, almacenamiento temporal, transporte, disposición final, manifiestos e informes a la SEMARNAT, en cada una de las etapas del proyecto, según los artículos 8, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34 y 42. Las características particulares del almacenamiento de residuos peligrosos en el Proyecto Hidroeléctrica GAYA cumplirán con los lineamientos indicados en los artículos 14 al 19 de este Reglamento.

III.1.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley tiene entre sus objetivos, según su artículo 2, contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos.

Esta Ley se vincula con el Proyecto Hidroeléctrica GAYA, debido a que el sitio requiere de la remoción parcial de vegetación. Por lo cual y con base en los artículos 58 fracción I y 117 de esta

Ley General Desarrollo Forestal Sustentable, es necesario obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal –Estudio Técnico Justificativo-- (Trámite SEMARNAT-02-001), establecido con la finalidad de controlar los cambios de uso de suelo en terrenos forestales y evitar una pérdida acelerada de los mismos. Con base en la política de cumplimiento legal del Proyecto Hidroeléctrica GAYA, la gestión y obtención de esta autorización está incluida en el Programa de Actividades del Proyecto. La solicitud de esta autorización y la gestión para obtenerla, se realizará conforme con los requisitos que la ley establezca.

III.1.7.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Se vincula al Proyecto Hidroeléctrica GAYA en su artículo 120 en donde se establecen los requisitos para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales. En este artículo, el Reglamento indica que la solicitud deberá presentarse con el Estudio Técnico Justificativo, datos y ubicación del predio o conjunto de predios, superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales. En este caso, debido a que los terrenos de la zona son propiedades privadas, se gestionará la autorización expresa de los propietarios para el acceso y/o ocupación de sus terrenos o la compra de las fracciones correspondientes. Paralelo al estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrica GAYA se está elaborando el Estudio Técnico Justificativo con base en los lineamientos establecidos en este Reglamento, y se presentará la Solicitud del permiso de cambio de uso de suelo en terreno forestal (SEMARNAT-02-001) cumpliendo con los requisitos preestablecidos.

III.2 Vinculación a Normas Oficiales aplicables al Proyecto

La Federación tiene entre sus atribuciones la emisión de las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales dictan las especificaciones técnicas de cumplimiento más detalladas en relación con las disposiciones generales establecidas en las leyes y las disposiciones particulares establecidas en los reglamentos.

Con base en el aprovechamiento de recursos, las emisiones contaminantes previstas y los impactos ambientales que se prevén, las Normas Oficiales Mexicanas vinculadas y/o aplicables al Proyecto Hidroeléctrica GAYA en sus actividades de construcción y la operación son las siguientes:

- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-053-SEMARNAT-1993 Procedimiento para llevar al cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-054-SEMARNAT-1993 Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies de riesgo.
- NOM-060-SEMARNAT-1994 Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.
- NOM-061-SEMARNAT-1994 Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
- NOM-085-SEMARNAT-1994. Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- NOM-113-SEMARNAT-1998 Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turística².
- Asimismo, deberá de observarse las disposiciones aplicables referidas en la norma NMX-AA-159-SCFI-2012, que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.

La aplicación específica y las acciones de cumplimiento de la legislación aplicable, incluyendo las Normas Oficiales Mexicanas, que son parte integral del proyecto, se describe en los Capítulos 2 y 5 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Cabe mencionar que entre las referencias técnicas de varias Normas Oficiales Mexicanas, se indican algunas Normas Mexicanas, las cuales se refieren principalmente a metodologías de medición o análisis de laboratorio, equipos o instrumentos de medición y procedimientos de control de calidad.

III.3 Vinculación de Ordenamientos Jurídicos a Nivel Estatal

La legislación estatal en materia ambiental vinculable al Proyecto, está representada por la Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, que se analiza a continuación.

III.3.1 Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.

La competencia de los estados en materia ambiental, para proyectos de generación de electricidad, se enfoca a la regulación y vigilancia del manejo de residuos y emisiones no peligrosas. Es responsabilidad del estado el desarrollar la infraestructura y lineamientos para la recolección, reúso, almacenamiento y disposición final de los residuos no peligrosos.

De esta manera, el Proyecto Hidroeléctrica GAYA, cumplirá con la obtención de los registros aplicables y el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en las diferentes etapas y actividades del proyecto.

Asimismo, el gobierno estatal es competente para la vigilancia del cumplimiento de la normatividad ambiental, cumplimiento de condicionantes de permisos o autorizaciones federales y estatales, y en general el cumplimiento de la regulación federal, incluyendo algunas sanciones complementarias las que pueda imponer la Federación en caso de incumplimiento legal ambiental, todo ello de acuerdo a los artículos 1, 96, 108, 110, 126 y 132 de la Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla. Por lo tanto, el cumplimiento de las condicionantes indicadas en permisos y autorizaciones del Proyecto Hidroeléctrica GAYA,

estarán debidamente documentados, para acreditar a las autoridades en inspecciones o visitas al sitio.

III.4 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Federal

Los instrumentos de planeación revisados a nivel federal para determinar su potencial vinculación con las obras y actividades del proyecto, incluyen 7 instrumentos, desde el Plan Nacional de Desarrollo vigente, el Plan Nacional Hídrico al 2018, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Estrategia Nacional de Energía al 2027, El Programa de Ordenamiento General del Territorio y los Programas de Áreas Naturales Protegidas.

III.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El fundamento constitucional de la planeación se encuentra en el Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley de Planeación. Por otro lado, el Artículo 3 de la Ley de Planeación define la Planeación Nacional del Desarrollo como: “[...] la ordenación racional y sistemática de acciones que, en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia constitución y la ley establecen”.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es importante ya que proporciona los lineamientos para el desarrollo y proporciona información sobre la manera en que el Gobierno Federal conducirá la implementación de los mismos.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, establece una serie de objetivos y estrategias en su contenido, el proyecto Hidroeléctrico GAYA se considera relacionado con varios de ellos, en el tema de agua, como recurso principal en este proyecto.

A continuación se presentan los objetivos vinculados al proyecto GAYA:

Desarrollo sustentable

Durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor

de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos (mmp).

El mundo comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población.

En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas. El costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2011 representó 6.9% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Ello implica retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar: i) el 12% de la superficie nacional está designada como área protegida, sin embargo 62% de estas áreas no cuentan con programas de administración; ii) cerca de 60 millones de personas viven en localidades que se abastecen en alguno de los 101 acuíferos sobreexplotados del país; iii) se debe incrementar el tratamiento del agua residual colectada en México más allá del 47.5% actual; iv) la producción forestal maderable del país es menor al 1% del PIB; v) para proteger los ecosistemas marinos se debe promover el desarrollo turístico y la pesca de manera sustentable; y vi) se debe incentivar la separación de residuos para facilitar su aprovechamiento.

En este sentido el Proyecto GAYA, propicia el uso de tecnología que no contamina el aire y el agua; no necesita de combustibles de ningún tipo para generar la energía. Y contribuirá para llevar a cabo un modelo de reforestación para evitar la degradación ambiental.

ENERGIA

El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.

En México, la producción de energía primaria registró una disminución promedio anual de 0.3% entre 2000 y 2011, mientras que el consumo de energía creció a un promedio anual de 2.1% en el mismo periodo. Por tanto, se deben redoblar los esfuerzos para que el país siga siendo superavitario en su balanza de energía primaria más allá del año 2020.

Respecto a la cobertura de electricidad, el servicio se ha expandido y actualmente cubre alrededor de 98% de la población. Si bien hoy en día existe capacidad suficiente respecto al consumo nacional de electricidad, hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la población y la planta productiva del país.

De manera adicional, en 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética. A pesar del potencial y rápido crecimiento en el uso de este tipo de energías, en el presente, su aportación al suministro energético nacional es apenas el 2% del total.

El Proyecto GAYA pretende aportar más suministro de energía a la región a un costo más accesible a la población y así contribuir en el desarrollo económico y social de las zonas; así como que la energía entregada será del tipo de Energías Renovables, en la cual no se utiliza ningún tipo de Hidrocarburo para su generación.

1. Objetivo 4.4: Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.
 - Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso”, la cual dentro de sus líneas de acción menciona las siguientes, que van en plena concordancia con este proyecto,

“Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo”.

- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.

2. Objetivo 4.6: Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva, el que tiene como estrategia asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país, bajo las siguientes líneas de acción relacionadas:

- Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas.
- Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos.
- Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto Hidroeléctrica GAYA, cumple con los lineamientos establecidos en este Plan, ya que participará en creación de una economía competitiva y generadora de empleos, mantendrá el estado de derecho, dará y formará parte en la igualdad de derechos y mantendrá en su diseño y operación el principio de sustentabilidad ambiental.

Al ser el proyecto Hidroeléctrica GAYA un proyecto amigable con el ambiente, se puede decir que el proyecto es totalmente congruente con estas estrategias ya que impulsa el uso y aprovechamiento racional del recurso hídrico con el fin de la generación eléctrica con el uso de tecnologías eficientes.

Es importante subrayar que la infraestructura energética permite la creación de oportunidades de desarrollo sustentable de México, la productividad y la eficiencia. Adicionalmente, el uso eficiente de energía y la diversificación de las fuentes de energía son consideradas como las estrategias más importantes en la lucha contra la pobreza.

Considerando la importancia del sector eléctrico en el desarrollo de la economía, el Proyecto Hidroeléctrica GAYA es consistente con la política económica marcada en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, como una inversión emprendedora para la optimización de recursos renovables altamente rentable y productivo. El desarrollo de este proyecto no solo sigue el cumplimiento integral de la regulación mexicana, sino que contempla la instalación de tecnología más moderna del sector y para beneficio regional. Para asegurar que éste sea un proyecto que contribuye al desarrollo sustentable, las políticas de cumplimiento con la legislación ambiental son parte medular del mismo.

III.4.2 Programa Sectorial de Energía 2013-2018

La capacidad instalada en el Sector Eléctrico Nacional al mes de septiembre de 2013 se ubicó en 64,860 megawatts (MW), de los cuales 64% correspondió a capacidad de la CFE y 36% de permisionarios. En esa misma fecha, la capacidad efectiva de generación en el servicio público de energía eléctrica ascendió a 53,601 MW, de los cuales 41,184 MW (76.83%) correspondieron a CFE (se excluye la capacidad derivada de la repotenciación de la central Laguna Verde) y 12,418 MW (23.17%) de los Productores Independientes de Energía (PIE).

De todas las modalidades de generación contempladas por la legislación actual, los PIE destacan por su mayor contribución al crecimiento de la capacidad instalada del Sector Eléctrico Nacional, lo que ha permitido obtener ganancias en eficiencia en el proceso de expansión y modernización del parque de generación. La capacidad instalada que no constituye el servicio público (permisionarios) observó, al mes de septiembre de 2013, un incremento de 632 MW respecto al cierre de 2012, ubicándose en 23,681MW, como resultado de incorporaciones principalmente de plantas para autoabastecimiento y de cogeneración.

En 2013 el margen de reserva de capacidad en demanda máxima del Sistema Interconectado Nacional, se presentó en junio y se ubicó en 21.6%. Mantener este margen de reserva brinda una mayor confiabilidad del sistema, haciendo posible disponer de un mayor tiempo para la planeación estratégica del subsector. En este sentido, si bien en la actualidad existe capacidad suficiente para el abastecimiento de fluido eléctrico en el país, la mayor incorporación de usuarios y el mayor acceso al suministro de energía significan un reto en la satisfacción de una población con necesidades de energía eléctrica de calidad, confiable y con la estabilidad requerida para el servicio público.

Para satisfacer el incremento de la demanda del sistema eléctrico en los próximos 15 años, se requerirán alrededor de 50 gigawatts (GW) de capacidad adicional (incluyendo al servicio público y al autoabastecimiento y cogeneración por parte de los privados); ya que, a pesar de que el sistema cuenta con un elevado margen de reserva, éste presenta limitaciones para cubrir fallas, indisponibilidad de combustibles y otros eventos críticos, además de que existe un elevado número de plantas de generación que rebasan su vida útil, por lo que la estabilidad y confiabilidad en la operación del sistema muestra fragilidad en algunos puntos.

En cuanto a los criterios y ordenamientos que constituyen el fundamento del plan de expansión del parque de generación de electricidad, debe señalarse que la planeación eléctrica se basa en el criterio de mínimo costo, conforme a lo estipulado en la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica. Lo anterior, considerando que las ventajas comparativas de cada tecnología, ha repercutido en la expansión de los ciclos combinados a base de gas natural en el parque de generación, en sustitución de otras tecnologías de menor eficiencia y por lo tanto de mayor costo.

En el proceso de sustitución de capacidad se debe tener especial cuidado en evitar una fuerte dependencia respecto a una sola fuente de energía, pues de lo contrario disminuiría la flexibilidad para responder a cambios externos derivados de la volatilidad en los mercados o interrupciones en el suministro. Por lo anterior, es necesario incorporar al valor económico, los riesgos de la seguridad de suministro y considerar el costo económico de cada opción de generación, junto con el valor de las externalidades ambientales.

Durante los primeros nueve meses de 2013, alrededor del 85% de la electricidad destinada al servicio público fue producida a partir de combustibles fósiles. Sin embargo, los precios de los hidrocarburos, principalmente combustóleo y diésel, han aumentado considerablemente en los últimos años, afectando el costo de generación de la electricidad y en consecuencia las tarifas a los consumidores.

Por otro lado, el Gobierno Federal apoya vía las tarifas eléctricas principalmente a los usuarios de los sectores doméstico y agrícola con el objetivo de proteger a las clases más necesitadas de la sociedad; sin embargo, los montos de estos apoyos se han venido elevando y generan una carga adicional a las necesidades financieras del país, por lo que hace necesario impulsar la reducción de los costos de suministro de la energía eléctrica como una medida más efectiva para disminuir las tarifas que pagan las empresas y familias mexicanas.

Un aspecto más a destacar, es el esfuerzo que el Gobierno Federal realiza, a través de CFE, para reducir las pérdidas en la transmisión y distribución de la energía eléctrica, pues si bien su nivel global descendió de 16.4% al cierre de 2012 a 15.7% en septiembre de 2013, resulta aún muy alto en comparación con los estándares internacionales (alrededor del 8%), por lo que se requiere redoblar esfuerzos, a efecto de elevar el nivel de ingresos de CFE por facturación evitada mediante usos ilícitos.

Actualmente, continúa la instrumentación del programa de reducción de pérdidas técnicas y no técnicas, haciendo énfasis en las regiones más problemáticas, mediante la inversión en infraestructura, la detección y eliminación de usos ilícitos, y la modernización de sistemas de medición. Al respecto, durante 2013 se ha puesto especial atención en mejorar y reforzar los circuitos eléctricos en la zona central, sustituyendo equipos de transformación y líneas obsoletas o saturadas, ya que el nivel de pérdidas en esta área continua siendo notablemente más elevado que en el resto del país.

Adicionalmente, se cuenta con un programa para la incorporación de nuevos usuarios y la regularización de aquellos que no cuentan con aparatos de medición, la instalación de redes inteligentes en la distribución de energía eléctrica y de medidores electrónicos digitales, que reducen los errores de medición y no permiten que se altere su mecanismo, estos instrumentos permitirán a futuro, la toma automática de lecturas y la facturación de consumos, mejorando por ende la productividad en la distribución de electricidad.

La presente administración ha buscado aprovechar los bajos precios del gas natural para reducir los costos de explotación en la generación de energía eléctrica, sustituyendo el combustóleo y diésel por gas natural en las instalaciones donde existe acceso y disponibilidad. En lo que va de 2013, destaca la puesta en operación de dos módulos reconvertidos de ciclo de vapor a ciclo combinado de la central Manzanillo I, reduciendo sensiblemente sus costos variables de generación, ya que el precio por unidad energética del combustóleo representó en promedio 3.6 veces el precio del gas natural.

La CFE en coordinación con PEMEX, ha buscado invertir en nuevos gasoductos con el objetivo de eliminar cuellos de botella, mejorar el abasto del energético, e incorporar nuevas centrales, lo que permitirá tener flexibilidad para utilizar un combustible más barato y apoyar a la disminución de los costos de generación.

Debe considerarse que, según lo establece la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en el año 2024 la generación a partir de fuentes fósiles no deberá rebasar el 65% del total, lo que representa un desafío significativo para el sector eléctrico, en el que se requerirá la incorporación de tecnologías de generación que utilizan fuentes renovables de energía, como la nuclear y la cogeneración, permitiendo enfrentar así los retos en materia de diversificación y seguridad energética.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar que a lo largo de las últimas dos décadas, la industria eléctrica ha visto un envejecimiento natural de sus cuerpos técnicos, por lo que el desafío ha sido atraer y desarrollar suficientes recursos humanos para sustituir al personal más experimentado que está por alcanzar la edad de retiro. La distribución de las edades del personal de las empresas paraestatales en el sector energía, muestra que una gran proporción de los empleados, son mayores de 45 años, lo que aunado a las prerrogativas de retiro a edades más tempranas que en otras ramas de la economía, implican que, durante los próximos años se generarán presiones de reemplazo de personal especializado. Esta situación representa un reto importante para el desarrollo de capital humano del sector energético.

Cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en el país

El incremento de la población con acceso a servicios energéticos, aporta grandes beneficios en términos de calidad de vida e inclusión social. El suministro de agua potable, iluminación eficiente, calefacción, cocción de alimentos, refrigeración, transporte y telecomunicaciones y de energía, tiene efectos que derivan en una mejor educación, salud, seguridad, igualdad de género y sostenibilidad del entorno y medio ambiente.

En los últimos años se han desarrollado diversos programas y proyectos, dirigidos para hacer efectivo el derecho social de los mexicanos al acceso al servicio básico de electricidad, tal y como lo establece el PND e incrementar la cobertura del servicio público de energía eléctrica. Al cierre de 2012, el 98.11% de la población cuenta ya con acceso a la electricidad, lo cual ubica a México como uno de los países con mayores índices de cobertura a nivel mundial; sin embargo, aún existen más de 2.3 millones de mexicanos que no tienen acceso a este servicio básico, cifra que se concentra en alrededor de 42,945 localidades.

Diversificación y transición energética

La generación de electricidad a partir de fuentes renovables y la diversificación de la matriz energética representan una prioridad para esta administración. Al cierre del primer semestre de 2013, el 84.6% de la generación de electricidad provino de combustibles fósiles. De esta participación, en el periodo que comprende del año 2000 al primer semestre de 2013, se ha registrado una recomposición al incrementar la participación de tecnologías que utilizan gas natural (ciclo combinado y turbogás) pasando de 12% a 50%, y una reducción en generación con combustóleo que pasó de 47% a 21%. Este hecho ha marcado una tendencia basada en la mayor eficiencia tecnológica, aunado a la introducción del esquema de Producción Independiente de Energía, bajo el cual se han realizado importantes inversiones y se ha facilitado el rápido incremento de la capacidad instalada para el servicio público.

En México existe un conjunto de instrumentos de política para la promoción de energías renovables; uno de ellos, de carácter fiscal, hace referencia a la depreciación acelerada para inversiones en energías renovables y la cogeneración eficiente (esta última a partir de 2014), este instrumento permite depreciar el 100% de las inversiones en maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables y de la cogeneración eficiente aplicable, siempre que la maquinaria y equipos se encuentren en operación durante un periodo mínimo de cinco años.

Con base en el artículo 27 de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), se creó el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, cuyo objetivo es impulsar el sector energético nacional a través de proyectos, programas y acciones, encaminadas al logro de un mayor uso y aprovechamiento de fuentes de energía renovable y tecnologías limpias.

Por otra parte y como una medida para hacer llegar la información del potencial y la posibilidad de desarrollo de proyectos de energías renovables a los desarrolladores interesados en el tema y al público en general, la SENER debe establecer y actualizar el Inventario Nacional de Energías Renovables, por lo que actualmente se trabaja en una herramienta que servirá como fuente de información para los proyectos de autoabastecimiento con energías renovables y dará cumplimiento al marco jurídico.

Uno de los principales retos para el aprovechamiento de las energías renovables es su envío a los centros de consumo, por lo que resulta necesario instalar líneas que transporten la electricidad generada a las redes de transmisión. Actualmente, un instrumento que es utilizado para contribuir

a expandir la red de transmisión en los últimos años, ha sido las temporadas abiertas de reserva de capacidad.

Una de las características que limitan el uso de la energía renovable es su intermitencia, motivo por el cual, en los últimos años se han desarrollado una serie de instrumentos que permiten compensar el consumo de electricidad y su generación irregular; entre estos instrumentos se ubica el banco de energía diseñado por la CRE, que se emplea a partir de 2010 y que es un mecanismo de intercambio y compensación de energía eléctrica que permite reducir la intermitencia en la generación de renovables, ya que los excedentes de generación que no son utilizados por el autoconsumo en el momento, se envían a una cuenta virtual (banco) que los acumula y los regresa cuando el permisionario los solicita; asimismo, permite registrar la energía eléctrica por un periodo móvil de 12 meses y ha sido incorporado a los contratos de interconexión entre los permisionarios de energías renovables y la CFE.

Sobre los instrumentos más usados para el estímulo de las energías renovables, destaca el porteo tipo estampilla, que es una metodología de la CRE para simplificar y transparentar los cálculos del costo de transmisión eléctrica que cobra la CFE a los particulares que requieren enviar su generación eléctrica a otros centros de consumo. En este porteo, se estimaron los costos por el uso de la infraestructura de transmisión en función del voltaje (alta, media o baja tensión) y se asignan esos costos en centavos por kilowatt transmitido en cada nivel de tensión; por ende, si el permisionario genera en alta tensión y consume en media tensión, se le suman los costos de transmisión para alta y para media tensión; pero, si consume en baja también se le agregan los costos de este tipo de tensión a su porteo. Conviene aclarar que estos costos solo se aplican a los permisionarios que desean o requieren transmitir sus excedentes de energía eléctrica para autoconsumo en otras localidades, para lo cual deben firmar un convenio de transmisión con CFE, mismo que incluye esta metodología de cálculo.

Actualmente se utilizan medidores bidireccionales en las instalaciones que cuentan con generación renovable a pequeña escala -como usuarios domésticos y comerciales. Estos medidores permiten hacer la medición de la energía eléctrica que entra o sale de la instalación particular hacia la red de transmisión, compensando las entradas y salidas y solo reporta el consumo neto, lo que ha permitido detonar proyectos de generación fotovoltaica.

La transición energética en México, debe lograr un balance adecuado entre mantener al país económicamente competitivo y tecnológicamente innovador y diversificado, contribuyendo de

manera permanente a mejorar la calidad ambiental local y al cumplimiento de los compromisos ambientales globales, presentes y futuros. Se debe considerar que, a lo largo de la cadena energética, desde su producción y hasta su consumo, se generan impactos al medio ambiente, como la contaminación atmosférica, lluvia ácida y contaminación por desechos, entre otros. Esto explica la prioridad que México adjudica a la generación eléctrica basada en recursos limpios.

Alcanzar mejores estándares de eficiencia resultará en ahorros económicos, así como en la conservación de los recursos naturales.

Por ende, resulta de gran importancia la aplicación de las mejores prácticas que permitan optimizar los procesos de producción y consumo de energía, internalizar los efectos sobre el medio ambiente y sobre la sociedad en la evaluación de los proyectos energéticos, así como desarrollar y hacer uso de tecnología de punta.

El Proyecto Hidroeléctrico GAYA, introducirá energía eléctrica de la denominada Energía Renovable, por su modo de generación que no incluye el uso de Hidrocarburos, y utilizara aparatos y tecnología de punta para lograr un Desarrollo Sustentable de la región. Conservara los recursos naturales tales como agua, aire, suelo entre otros.

III.4.3 Plan Nacional Hídrico 2014-2018

El proceso de integración del PNH 2014-2018 responde a los principios que emanan de varios ordenamientos legales, siendo el principal la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que señala primero en el artículo 25 que le corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

En segundo término, en el artículo 26 constitucional se establece que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. La planeación del desarrollo nacional debe ser de carácter democrático y los fines del proyecto de nación contenidos en la Constitución determinan los objetivos que se incorporan en el Plan Nacional y los programas de desarrollo.

Asimismo, los párrafos quinto y sexto del artículo 27 constitucional determinan que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la nación, que ese dominio es inalienable e imprescriptible, y la explotación, uso o aprovechamiento del recurso no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de conformidad a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

De acuerdo a lo señalado en el **Plan Nacional Hídrico 2013-2018**, la Hidroeléctrica GAYA es acorde al Plan ya que será una obra que hará uso del recurso hídrico de forma sustentable, al usar una cantidad para la operación de la planta y otra cantidad suficiente permanecerá en el cauce del río para mantener las interrelaciones ecológicas que se suceden el río Apulco. Por otra parte, esta obra será una inversión privada que coadyuvará al desarrollo de la infraestructura eléctrica nacional generando energía eléctrica para los usos requeridos en el desarrollo de la nación.

III.4.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

Durante el último siglo, la humanidad ha modificado su ambiente más intensa y extensamente que en cualquier otro periodo de la historia, fundamentalmente para atender las enormes demandas de recursos naturales y energéticos de una población y economía que creció aceleradamente. Los impactos que se produjeron en el ambiente, en sus inicios puntuales, hoy tienen carácter global, con importantes consecuencias sociales y económicas. México no ha sido ajeno a este proceder. (...) El uso del ambiente y sus recursos se ha orientado a satisfacer necesidades inmediatas y a obtener el mayor provecho económico a corto plazo, sin priorizar la eficiencia en su uso o transformación, lo que se ha traducido en un deterioro importante de su capital natural. (...) Este uso de los recursos naturales y de los ecosistemas, sin embargo, no se tradujo en niveles sostenidos de crecimiento económico y de bienestar para la mayoría de la población. El crecimiento económico se redujo de tasas promedio anuales cercanas al 6% entre 1940 y 1980 a tasas próximas al 2% en promedio en las últimas tres décadas. En 2012 cerca del 45% de la población se encontraba en pobreza, acentuándose en la población rural (61.6%) e indígena (72.3%), las cuales dependen en buena parte del uso de los recursos naturales de su entorno inmediato para sobrevivir.

En este contexto, el reto que enfrenta el país es establecer y seguir un modelo de desarrollo que permita alcanzar un crecimiento sostenido de la economía que reduzca los niveles de pobreza y que incremente el bienestar y la calidad de vida de todos los ciudadanos sin hipotecar la base de

recursos naturales para las generaciones venideras. Esto es básicamente lo que significaría transitar hacia una economía verde que incluya, por supuesto, la creación de los llamados “empleos verdes”. Las estimaciones sugieren que el número de estos empleos en el país oscila entre los 695 mil y los 1.8 millones, según el criterio que se use para definirlos. “Enverdecer” la ruta del crecimiento y desarrollo nacionales, reconociendo el valor del capital natural sobre la economía, será un componente indispensable para avanzar hacia el desarrollo sustentable.

Un medio ambiente sano, derecho constitucional de los mexicanos.

Un medio ambiente sano es un derecho constitucional en México; sin embargo, parte de la población está expuesta a mala calidad del aire y del agua o a la degradación de los suelos que afectan su salud y bienestar. Si bien mejorar la calidad del ambiente es un enorme reto, también ofrece una gran oportunidad para generar empleo, valor agregado y detonar el crecimiento económico que ayude a disminuir la pobreza.

Gran parte del territorio mexicano es vulnerable al estrés hídrico, situación que podría agravarse por el cambio climático. Dada la importancia de este recurso para las actividades humanas, así como para mantener la integridad de los ecosistemas (fuente de los bienes y servicios ambientales de los cuales dependemos), el manejo adecuado del agua es un tema capital para el país. No emprender acciones para solucionar los problemas de disponibilidad y calidad del recurso hídrico se traducirá seguramente en el corto y mediano plazos en un freno para el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad mexicana.

México es un país heterogéneo en cuanto a la disponibilidad natural del agua se refiere; si a esto se le suma la distribución espacial de la población y las actividades productivas, las diferencias geográficas sobre la presión de este recurso adquieren mayor relevancia. Mientras que las regiones norte y centro del país, que en 2009 albergaban al 77% de la población y generaron el 79% del PIB nacional, sólo tenían acceso al 32% del agua disponible, la región sureste gozaba del 68% de la disponibilidad nacional del líquido, asentaba al 23% de la población y contribuyó en ese mismo año con el 21% del PIB nacional. La presión sobre el recurso, evaluada en términos de la proporción del agua disponible que extraen también es contrastante: la región sureste extrae poco menos del 4% del recurso disponible, mientras que la norte y centro alcanzan el 47%, cifra que es calificada como de presión “fuerte” por la Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU; caso extremo es el de la región Aguas del Valle de México, que consume cerca de 33% más agua de la que dispone naturalmente.

- **Estrategia.** Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- **Estrategia.** Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.
- **Estrategia.** Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.
- **Estrategia.** Proteger el patrimonio natural.
- **Objetivo 1.** Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
- **Objetivo 2.** Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.
- **Objetivo 3.** Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.
- **Objetivo 4.** Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.
- **Objetivo 5.** Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.

De acuerdo con el **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018**, el proyecto Hidroeléctrica GAYA cumplirá con las estrategias y objetivos del mismo, ya que se considera a las minihidroeléctricas sin embalse, como proyectos de bajo impacto ambiental al ser considerados como una estrategia de desarrollo, visto de una manera integral y orientado hacia la valorización, manejo y acceso al recurso hídrico y la gestión sostenible de los recursos naturales comprendidos en las microcuencas. Son fuentes limpias haciendo compatible la rentabilidad, la sustentabilidad y la disponibilidad. Además de su naturaleza de bajo impacto ambiental, se tomarán las medidas preventivas, de mitigación y de restitución necesarias para dar el mayor efecto sustentable a las obras implícitas en el proyecto.

III.4.5 Estrategia Nacional de Energía 2013-2027

Con el propósito de dar cumplimiento al mandato legal y alcanzar los acuerdos que conjuguen una visión consensuada, la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE) toma como punto de partida el papel que el sector energético debe desempeñar para apoyar al crecimiento y al desarrollo económico y social del país. A través de esta Estrategia se propicia la inclusión social de la población a los beneficios que derivan del uso de la energía, la sustentabilidad a largo plazo

del sector, y la mitigación de los impactos negativos que la producción y el consumo de energéticos puedan tener sobre la salud y el medio ambiente, incluyendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta estrategia dispone de medidas de política energética, la medida política 2 se refiere a la refinación, procesamiento y generación, el que a su vez incluye una serie de temas estratégicos, el tema estratégico 10 incluye “Diversificar y optimar el parque de generación”, el cual entre sus objetivos menciona de manera textual que “Para dar cumplimiento a las atribuciones de la Secretaría de Energía que le fueron asignadas conforme a la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), será necesario establecer y actualizar el Inventario Nacional de las Energías Renovables con programas a corto plazo y planes y perspectivas a mediano y largo plazo, comprendidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables y en la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Al efecto, deberá mejorarse de manera permanente el conocimiento local o regional de los recursos renovables, no sólo de los proyectos potenciales de gran escala hidroeléctrica, sino también de los pequeños proyectos micro y mini hidroeléctricos e incrementar los conocimientos sobre el potencial asociado a la generación eoloeléctrica costa afuera (offshore)”. Es justo en este tema donde este proyecto se inserta al aumentar la capacidad de generación de energía eléctrica de manera sustentable.

III.4.6 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables

En el sector energía, el principal instrumento de planeación de largo plazo es la Estrategia Nacional de Energía (ENE), la cual se elabora con la participación del Consejo Nacional de Energía y su Foro Consultivo, para su posterior aprobación por parte del Congreso de la Unión. Por Ley se actualiza cada año con un horizonte de 15 años, y por su propia naturaleza el documento se aleja de los temas coyunturales y se enfoca en los temas estratégicos de largo plazo. A partir de la ENE y el Plan Nacional de Desarrollo (PND) es posible elaborar el Programa Sectorial de Energía. Estos documentos permiten a su vez la elaboración del Programa Especial y el mismo permite integrar las aportaciones de todas las dependencias de la administración pública federal, así como de los sectores privados, social y otras instancias gubernamentales.

III.4.7 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012).

El proyecto se localizará dentro de la **Región 18.32** donde las políticas ambientales son: “Restauración y Aprovechamiento sustentable”, políticas en plena concordancia con el proyecto hidroeléctrico GAYA.

La siguiente tabla muestra a detalle la ubicación de los componentes del proyecto dentro del POEGT:

Tabla III.3. Componentes del Proyecto dentro del POEGT

Componente	Región	Política	Unidad Ambiental Biofísica
Obra de Toma	18.32	Restauración y Aprovechamiento sustentable	117 “Karst Huasteco Sur”
Traza de la Tubería			
Casa de Maquinas			

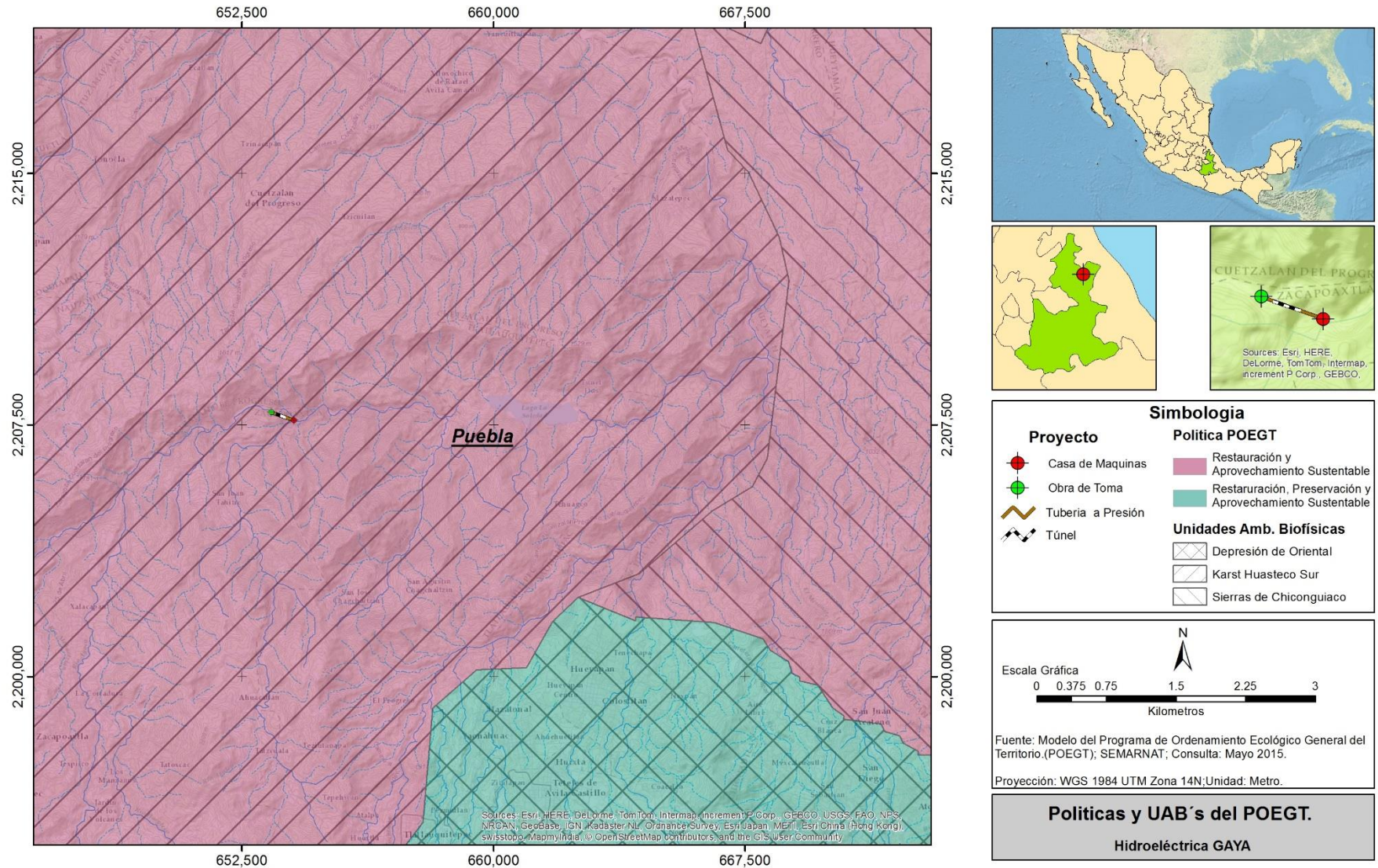


Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Tabla III.4. Características de la región del Proyecto en el POEGT

Clave Región	18.32
UAB	117
Nombre de la UAB	Karst huasteco sur
Rectores del Desarrollo	Preservación de flora y fauna
Coadyuvantes del desarrollo	Forestal; Minería
Asociados del Desarrollo	Agricultura; Ganadería; Poblacional
Otros sectores de interés	CFE; Desarrollo Social; Pemex; Turismo; Pueblos Indígenas
Política Ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Nivel de Atención Prioritaria	Media
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

III.4.7.1 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son Restauración Preservación y Aprovechamiento Sustentable, las cuales son consistentes con el desarrollo de Proyectos como el presente, puesto que la evaluación para su desarrollo identifica y plantea las acciones y medidas que deben aplicarse en las diferentes etapas del proyecto y en las correspondientes áreas ambientales que resulten intervenidas, tal como se han planteado en el presente estudio.

Ahora bien, en lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación:

Tabla III.5. Estrategias Aplicables y su Vinculación con el proyecto

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a Lograr la Sustentabilidad Ambiental del Territorio	
<p>A) Preservación</p> <p>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Previo al inicio de las etapas de Preparación del sitio y construcción se llevaran a cabo las siguientes medidas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Se deberá instruir a los trabajadores sobre la protección de los animales silvestres y sobre la minimización de la perturbación de la vegetación del área del proyecto, evitando atrapar especies de fauna y la sustracción de ejemplares de flora para cualquier propósito. ○ De forma previa a la fase de preparación y construcción se deberá poner en marcha un programa para el rescate de especies que se lleguen a observar en la parte del derecho de vía que será aprovechada para el proyecto, así como de las especies bentónicas en el área de intervención de la bocatoma. ○ Se deberá realizar el rescate de especies de flora local que puedan resultar afectadas por las obras, trasladándolas al sitio indicado para su reubicación. ○ Ahuyentar a las especies de fauna de rápido desplazamiento y rescate y traslado de aquellas que tengan un desplazamiento lento a sitios que no serán intervenidos. ○ Quedará totalmente prohibida la caza, pesca, el aprovechamiento y la sustracción de la flora y fauna local. ○ Se llevaran a cabo actividades de reforestación en una proporción 3 a 1.
<p>B) Aprovechamiento Sustentable</p> <p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidro agrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>Los criterios 5 y 6 no le resultan aplicables al proyecto en virtud de que el proyecto no contempla realizar actividades agrícolas, ni pecuarias.</p> <p>Por otro lado, el proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través de la utilización de la energía potencial y cinética del agua, lo cual constituye en sí mismo un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, al ser una fuente de energía renovable.</p> <p>Finalmente, por sus propias características, el proyecto no requiere un uso intensivo de los recursos naturales</p> <p>Por lo anterior, teniendo en cuenta las actividades de reforestación que se tienen contempladas realizar, es posible afirmar que el proyecto contribuye en su conjunto a realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p> <p>12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	<p>Con el fin de NO afectar la calidad del suelo, las actividades de preparación del sitio y construcción se llevaran a cabo de la manera más eficiente posible.</p> <p>Teniendo en cuenta las actividades de reforestación que se</p>

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	<p>tienen contempladas realizar, se evitara la desertificación del área así como la erosión del suelo.</p> <p>El criterio 13 no le resultan aplicables al proyecto en virtud de que el proyecto no contempla el uso de agroquímicos.</p>
<p>D) Restauración. 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.</p>	<p>El proyecto propone una reforestación en relación 3 a 1 de la superficie a ser removida.</p>
<p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticas bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del</p>	<p>Los criterios 15, 15BIS, 16, 17,18, 21, 22 y 23 no le resultan aplicables al proyecto.</p> <p>El proyecto es congruente con las estrategias ambientales establecidas en los criterios 19 y 20, al ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir del uso de energías limpias y el empleo de un recurso renovable (agua), lo cual, reduce en la red del Sistema Eléctrico Mexicano la dependencia de combustibles fósiles, con la consecuente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana.	
<p>A) Suelo Urbano y Vivienda 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	<p>El proyecto ha apoyado a las localidades aledañas, con asistencia técnica para la mejora de su infraestructura y aumentar su calidad de vida.</p>
<p>C) Agua y saneamiento 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>Si bien es cierto que por la naturaleza del proyecto se usara agua para generar la energía eléctrica, esta no verá alterada su calidad ni cantidad debido a que solo se utilizara para mover las turbinas y posteriormente volverá a su cauce natural sin haber alterado sus características.</p>
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	<p>Las estrategias no son del alcance del proyecto en virtud de que no se trata de un proyecto de infraestructura vial ni carretera.</p>
<p>E) Desarrollo Social 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector</p>	<p>El proyecto contribuirá en las estrategias planteadas en este rubro, mediante la contratación de mano de obra local, en las etapas de preparación del sitio y construcción, privilegiando el consumo de productos locales, contribuyendo a la economía de las comunidades vecinas y favoreciendo la generación de economías de escala.</p> <p>El proyecto ha apoyado a las localidades aledañas, con asistencia técnica para la mejora de su infraestructura y aumentar su calidad de vida.</p> <p>El proyecto no tiene incidencia en las estrategias 35 a 41.</p>

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<p>agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
<p>A) Marco jurídico</p> <p>42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>	El proyecto no tiene incidencia en esta estrategia ambiental.
<p>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>	El proyecto se desarrollará en estricto apego a los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables a su ámbito de incidencia.

III.4.8 Programas de Áreas Naturales Protegidas

El proyecto no se encuentra ubicado dentro de ningún ANP Federal, Estatal ni Municipal. Sin embargo se encontró que el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Rio Apulco y de la Región Terrestre Prioritaria Cuetzalan.

Asimismo se encontró que el proyecto se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Cuetzalan, en la siguiente figura se puede apreciar la ubicación del proyecto con respecto a las Zonas de Importancia Ecológica antes mencionadas.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).⁵

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

En este sentido, es pertinente mencionar que el proyecto Hidroeléctrico GAYA se encuentra inmerso en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves No. 38, denominada “Cuetzalan”.

Esta AICA se encuentra inmersa en los municipios de Cuetzalan del Progreso, Zacapoaxtla, Tlatlauquitepec, Yaonáhuac, Ayotoxco de Guerrero, Hueyapan, Tezuitlán, Hueytamalco en el estado de Puebla y Tlapacoyan y Jalacingo en el estado de Veracruz. Se sitúa dentro de la Sierra Norte del estado de Puebla y parte del estado de Veracruz, está formado por cadenas montañosas, cañadas, valles y tierras bajas que permiten la existencia de tipos de vegetación muy variados.

Cuenta con una superficie de 26,001.9 Ha, con una vegetación predominante de bosque mesófilo de montaña y la presencia de aproximadamente 300 especies, muchas de ellas bajo algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Está catalogada como un sitio con especies de aves amenazadas, por lo que durante la construcción del Proyecto Hidroeléctrico GAYA, se pondrá especial atención en este sitio, con el fin de no perturbar las especies faunísticas que ahí habitan.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).⁶

⁵ <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/C-47.html>

⁶ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_105.pdf

La acelerada pérdida y la modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas, requiere con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Específicamente el proyecto de RTP, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además se tenga una oportunidad real de conservación.

En este sentido, el proyecto hidroeléctrico GAYA se encuentra ubicado dentro de la Región Terrestre Prioritaria No. 105, denominada Cuetzalan. Esta RTP cuenta con una superficie de 1,284 km² y se encuentra situada en los estados de Puebla, principalmente, y Veracruz. Está constituida por distintas geformas, como sierras, lomeríos, laderas y cañadas, mismas donde se pueden encontrar algunas unidades de suelo como Vertisol éutrico y Cambisol crómico.

Esta zona se definió como prioritaria para la conservación por la existencia de bosque mesófilo de montaña presentes en las cañadas y la selva alta perennifolia en las partes bajas. Sin embargo, dados los requerimientos ambientales de ambos tipos de vegetación hay un nivel de fragmentación muy grande y la coexistencia con bosques de encino y de éste en asociación con pino, así como grandes extensiones perturbadas. Los principales tipos de vegetación y uso de suelo representes en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Agricultura, pecuario y forestal 78% (Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.)
- Bosque mesófilo de montaña 10% (Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. Sólo se presenta en laderas superiores a los 800 m)
- Bosque de pino 7% (Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías.)
- Otros 5%

Si bien este proyecto, realizará un cambio de uso de suelo en la zona donde éste se pretende edificar, afectando así, en cierta medida, el medio natural presente en la zona, éste también realizará algunos programas ambientales como medida de mitigación y/o compensación, con el fin de minimizar, compensar y amortizar el impacto generado al mismo medio natural. Además de que el proyecto contribuirá a reducir la dependencia hacia los hidrocarburos en el sector eléctrico, lo que resulta conveniente, ya que se ampliará la producción de energía eléctrica sin emitir gases de efecto invernadero hacia la atmósfera en el país.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).⁷

La CONABIO inició en 1998 el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que puede ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Con base en lo señalado, es importante mencionar que el Proyecto Hidroeléctrico GAYA se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 76, denominada “Río Tecolutla”. Esta RHP cuenta con una extensión de 7,950.05 Km², está situada en los estados de Puebla y Veracruz, siendo sus principales recursos hídricos el río Tecolutla, la presa y río Necaxa, río Laxaxalpa, río Apulco, río Tejocotal, estuarios, lagunas costeras, marismas y arroyos. Está rodeada por las sierras de Huachinango al este y Zacapoaxtla al sur; posee suelos pobres, poco profundos con pendientes pronunciadas, donde se pueden encontrar las siguientes unidades edáficas: Regosol, Luvisol, Feozem, Vertisol y Cambisol.

Esta Región se caracteriza por tener un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la parte alta de la cuenca; cálido húmedo y subhúmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la cuenca baja, con una temperatura media anual de 14-26 °C y una precipitación anual de 1,200 a más de 4,000 mm. La vegetación presente es esta RHP es de bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación

⁷ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_076.html

halófila y palmar en la cuenca baja, con una alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca, lo que se ve reflejado en una gran diversidad de flora y fauna.

La problemática que presenta dicha Región es la modificación del entorno, como la deforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Así como la contaminación por agroquímicos.

Con base en lo anterior mencionado, hay que recalcar que el proyecto denominado “Sistema Hidroeléctrico Río Apulco” no pretende llevar a cabo un aprovechamiento extractivo del caudal de dicho río, únicamente se contempla la utilización de la energía cinética contenida en el caudal para impulsar las turbinas hidráulicas instaladas en las casas de máquinas de cada una de las presas hidroeléctricas de baja capacidad. Posterior a este paso, el volumen de agua utilizado para impulsar dichas turbinas será reincorporado al cauce del mismo río para que éste prosiga su curso aguas abajo.

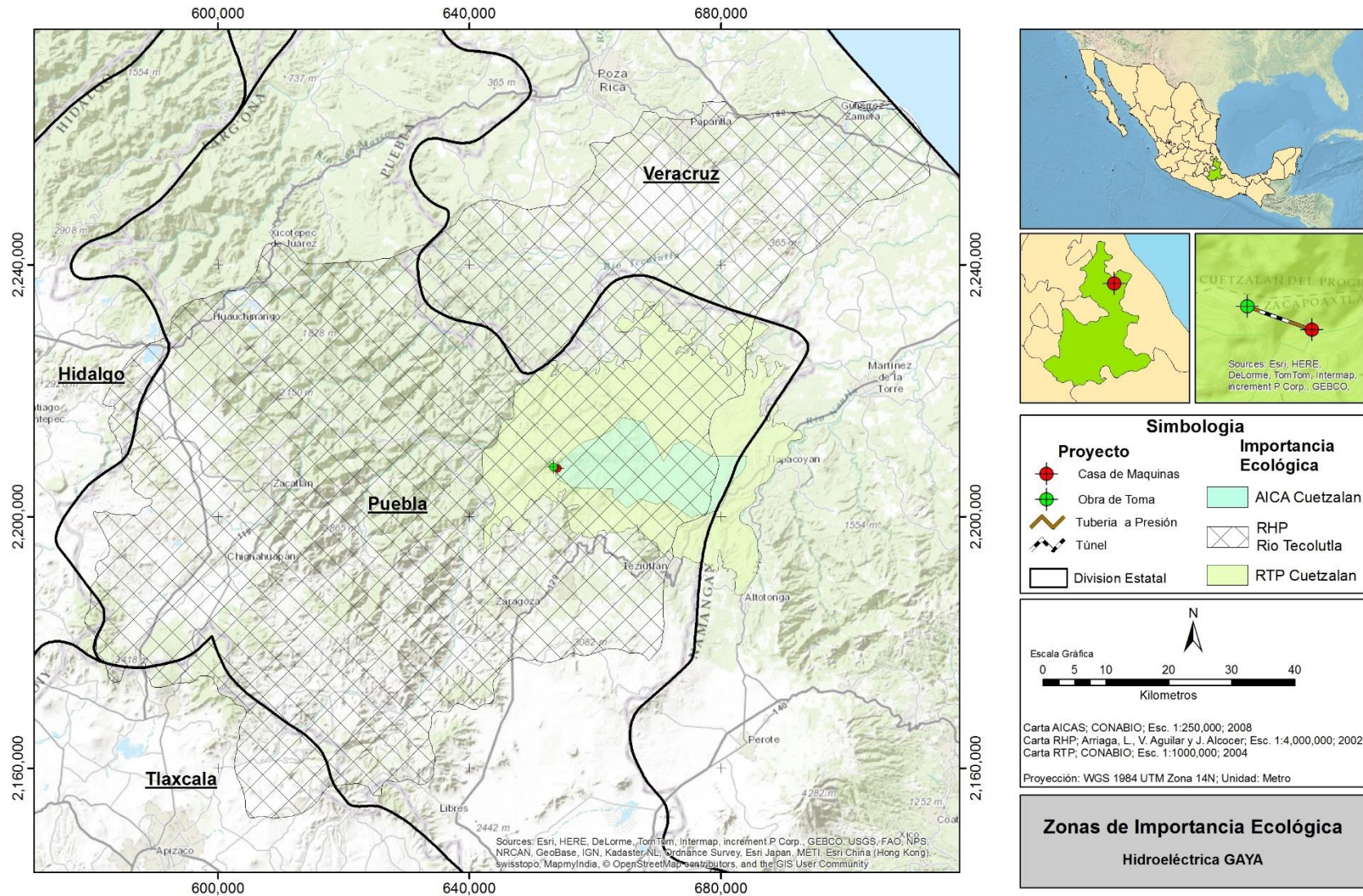


Figura III.3. Zonas de Importancia Ecológica Cercanas al Proyecto

III.5 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Estatal

A nivel estatal se encuentra el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla en el periodo vigente de 2011-2017, el cual es el instrumento rector que establece las políticas y acciones públicas del gobierno del estado, así como líneas estratégicas y prioridades programático-presupuestales. Se parte de un diagnóstico que evidencia los retos y debilidades que enfrenta la entidad al tiempo que reconoce las oportunidades, fortalezas y capacidades con las que cuenta, para superar con responsabilidad y equidad sus graves carencias.

III.5.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2011-2017

El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 es un instrumento de política pública que atiende las necesidades y refleja las aspiraciones de los poblanos, y busca detonar el enorme potencial que tiene el estado.

Este documento está basado en una estrategia de Transformación, sustentada en cuatro ejes fundamentales: Más Empleos y Mayor Inversión; Igualdad de Oportunidades Para Todos; Gobierno Honesto y al Servicio de la Gente y Política Interior, Justicia y Seguridad.

Reconoce que más empleos y mayor Inversión implican que es necesario generar las condiciones adecuadas para que los empresarios nacionales y extranjeros inviertan con seguridad sus capitales, porque la pobreza se combate con la generación de riqueza.

Con una visión de sustentabilidad, propone modernizar el ambiente general para hacer negocios, con el fin de que logremos un crecimiento económico sostenido y sustentado sobre bases sólidas, como lo es la seguridad jurídica, un buen entorno laboral, la seguridad pública, el desarrollo de la infraestructura adecuada, un transporte más eficiente, una agresiva promoción turística, un campo dinámico, integrado y tecnificado, así como innovación en la industria, el comercio y los servicios.

El objetivo principal del Plan, es que Puebla ofrezca más oportunidades de desarrollo personal y colectivo a sus habitantes en un entorno de libertades y justicia social al ofrecer un futuro de certidumbre, legalidad y desarrollo económico.

Para lograrlo se establecen cuatro ejes:

- Más empleo y mayor inversión.

- Igualdad de oportunidades para todos.
- Gobierno honesto y al servicio de la gente.
- Política interna y seguridad.

El Plan es flexible, incluyente y dinámico. Por eso, establece mecanismos de revisión y ajuste, para actualizarse en función de nuevas condiciones. Además de considerar tendencias históricas y las condiciones prevaletientes, toma en cuenta las investigaciones prospectivas, orientadas a explorar y determinar escenarios posibles, con el objeto de proporcionar proyecciones e información con una perspectiva de largo plazo, que apoye una mejor toma de decisiones.

El Proyecto Hidroeléctrica GAYA se vincula directamente con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla al responder a la promoción de la atracción de recursos –nacionales y del exterior- destinados a financiar los mecanismos existentes en la infraestructura e incremento de empleo, así también apoya la infraestructura estatal y nacional al conectarse al Sistema Eléctrico Nacional para la distribución y abasto de energía eléctrica, contribuyendo al desarrollo social y económico de las comunidades cercanas a la zona del proyecto.

Medio Ambiente

En su capítulo XV Medio Ambiente, el Plan menciona que: “El deterioro de los recursos naturales en el estado, obedece fundamentalmente a un desbalance entre lo que el medio ambiente provee de insumos a las actividades agroalimentarias y lo que dichas actividades retornan como beneficios al medio ambiente. Así, éste provee los insumos para todas las actividades económicas, tales como nutrientes, agua, sistemas reguladores que evitan inundaciones y degradación de la tierra; además, de otros beneficios no materiales como la recreación y el turismo. Es decir, la actividad económica humana utiliza los recursos naturales, tanto para crear beneficios económicos como para producir alimentos y otros bienes.

Sin embargo, las actividades económicas pueden generar daños ecológicos como la sobreexplotación de los recursos naturales que dañan los ecosistemas; por lo que es necesario un adecuado balance entre el desarrollo de las actividades que contribuyen al crecimiento económico y la sustentabilidad de los recursos naturales, con la finalidad de garantizar la disponibilidad de éstos a las futuras generaciones.

Objetivos

- *Impulsar la sustentabilidad ambiental.* Vamos a construir un Estado diferente; por ello, promoveremos el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como palanca del desarrollo económico y social.
- *Facilitar la gestión del desarrollo urbano.* Mediante planes y programas de desarrollo impulsaremos una mejoría en la calidad del hábitat y el entorno ambiental de los asentamientos humanos.
- *Proteger los mantos acuíferos y corrientes naturales.* En Puebla, estamos convencidos de que la única manera de transformar al Estado, es a través de la corresponsabilidad, por ello, propiciaremos el uso sustentable del agua entre la población.
- *Aprovechar el potencial de las zonas forestales.* Diversificaremos el aprovechamiento de las áreas forestales, impulsando la conservación y la reforestación en el estado para armonizar el desarrollo económico con el ambiente.
- *Cuidar el medio ambiente.* Disminuiremos el impacto hacia el ambiente, derivado de las actividades humanas, con políticas estrictas, el establecimiento de medidas compensatorias y de mitigación que reduzcan al mínimo posible estas alteraciones.

Respecto a los objetivos de medio ambiente del Estado de Puebla que se establecen en su Plan Estatal de Desarrollo, el Proyecto Hidroeléctrica GAYA es consistente porque tomará en cuenta la tecnología y conocimiento disponible para proteger los componentes del medio ambiente en la zona de ubicación del proyecto, pero principalmente, aprovechará de forma sustentable el agua del río Apulco tomando pero restaurando su flujo y la calidad del agua de acuerdo al volumen autorizado.

III.6 Vinculación de Instrumentos de Planeación a Nivel Municipal

A nivel municipal se encuentra el Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan del Progreso en el periodo vigente de 2014-2018, el cual es el instrumento rector que establece las políticas y acciones públicas del gobierno municipal, así como líneas estratégicas y prioridades programático-presupuestales. Se parte de un diagnóstico que evidencia los retos y debilidades que enfrenta el municipio reconociendo las oportunidades, fortalezas y capacidades con las que cuenta, para superar con responsabilidad y equidad sus graves carencias.

II.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso.

Desde un punto de vista genérico, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio, conforme con la LGEEPA, es un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales. Su finalidad es lograr un mejor aprovechamiento del territorio de los recursos naturales que lo conforman.

Así el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla, (POET Cuetzalan)**, publicado por el Gobierno del Estado de Puebla el 3 de diciembre de 2010 en su Periódico Oficial, es una base para la regulación de las actividades productivas de acuerdo a la aptitud de uso de suelo, tomando en consideración los intereses de los sectores productivos y la ponderación de los impactos ambientales que sus actividades producen en la región que **cubre**, que es de **aproximadamente 18,165.87 ha.**

Los tipos de vegetación predominantes en la región ordenada por el POET Cuetzalan son: bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña y selva perennifolia, como parte de estos ecosistemas, existe una multitud de plantas, todas con un valor ambiental, y muchas útiles para la alimentación, medicina, cosmética y ornamentales.

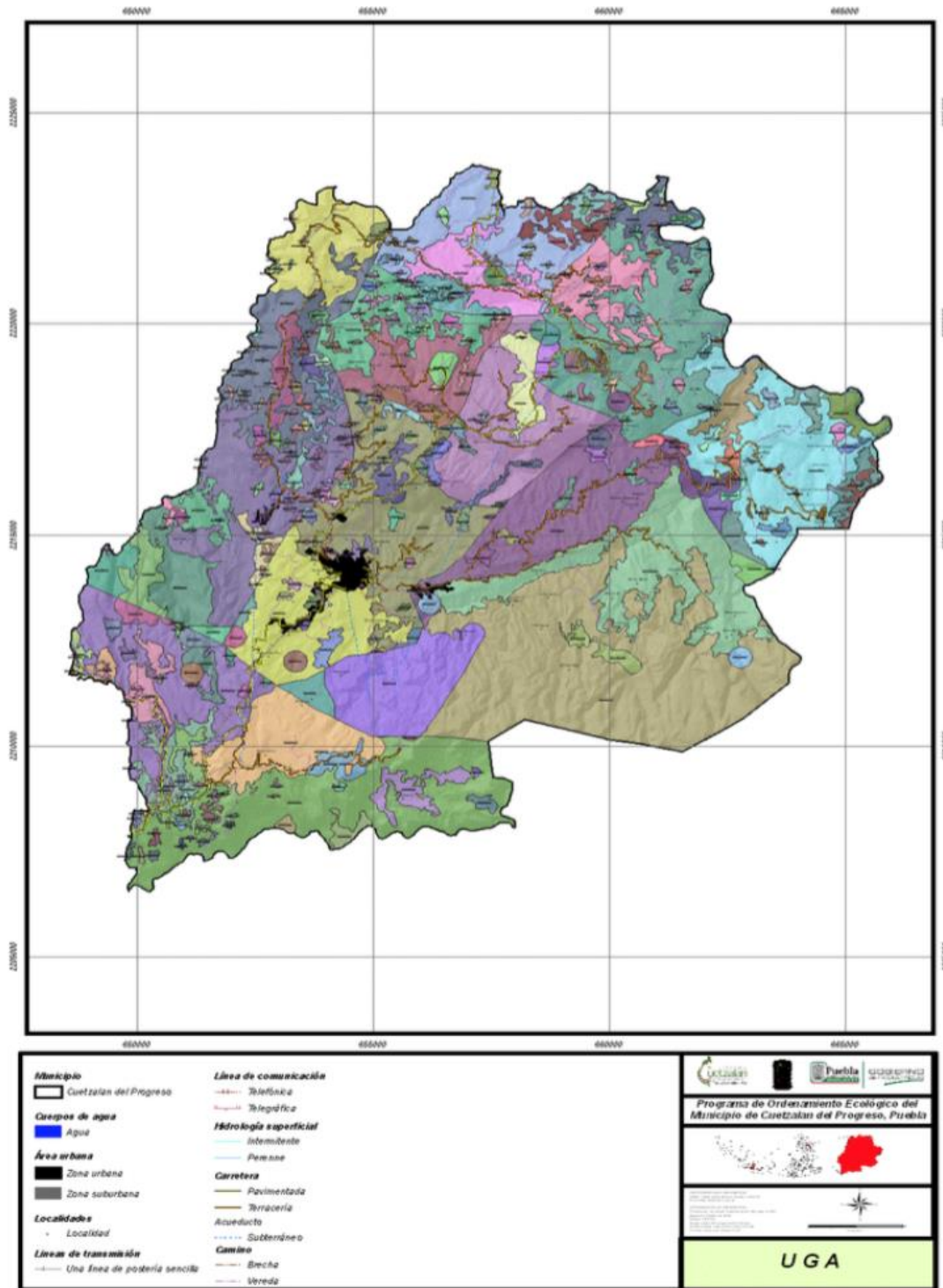


Figura III.4. Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuetzalan.

El POET Cuetzalan reporta que el Municipio constituye un hábitat de más de 572 especies de vertebrados y una cantidad aún no determinada de invertebrados y otras formas de vida, que

también constituyen parte del mundo natural de la región. Sin embargo, durante las últimas décadas los elementos de la naturaleza se han visto severamente mermados por la acción productiva del hombre, reduciendo de manera drástica los ecosistemas naturales presentes en la zona.

La precipitación pluvial registrada en dicho municipio, da cuenta de que éste es uno de los sitios más lluviosos de México, precipitando en promedio hasta 4,000 mm anuales, gracias a todos los sistemas que se forman en el Caribe, el Golfo de México y el norte del continente, encontrando en la Sierra Madre Oriental un freno a su camino hacia el sur y el oeste, precipitándose, a veces de manera tormentosa.

La vegetación existente en la región está estrechamente vinculada a estos procesos climáticos, aunque también debe considerarse que las mismas poblaciones vegetales permiten la retención de humedad, la creación de importantes escurrimientos superficiales, el surgimiento de manantiales y embalses de agua y la infiltración a estratos subsuperficiales y subterráneos.

Debido al crecimiento del volumen de desechos humanos corporales y de otros tipos, pero sobre todo por el uso de blanqueadores, limpiadores e insecticidas, las descargas que se hacen están alterando la flora y fauna de la región. Caben mencionar que algunas grutas, barrancas y corrientes superficiales son utilizadas actualmente como basureros, en donde prácticamente toda la población arroja millones de unidades de envases y muebles del hogar convertidos en basura, lo que modifica negativamente la composición del agua con los residuos que contiene y éstos se convierten en tapones de los conductos hidrológicos como ríos o grutas, produciendo en estas últimas obstrucciones y elevamiento en los tirantes de agua en su interior que aceleran el proceso erosivo en el municipio de Cuetzalan.

Cabe mencionar que una de las actividades más importantes dentro de este municipio es el turismo, tanto para la población local como para los inversionistas externos. Aprovechando así dos elementos muy distintivos de la región, la geografía llena de paisajes únicos y la cultura ancestral que integra tanto tradiciones totonacas como nahuas, lo que le ha servido al municipio en cuestión para ser catalogado como patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

Por si no fuera poco el impacto negativo generado por los habitantes de este municipio al medio natural por las diversas actividades que se llevan a cabo en la región y la falta de educación ambiental de los mismos, se le suman los impactos que generó el turismo a la misma zona, es por ello que este POET se establece como marco normativo ambiental para las actividades y/o proyectos que se pretendan desarrollar en el municipio de Cuetzalan del Progreso, estableciendo lineamientos y estrategias de regulación ecológica para orientar en todo momento acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y protección al ambiente.

El POET Cuetzalan establece diferentes Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), y para cada UGA tiene asignada su respectiva Política Ambiental, usos (predominantes, compatibles, incompatibles y condicionados), así como criterios y lineamientos ecológicos aplicables.

Para el Proyecto Gaya, sólo una fracción del terreno de la Obra de Toma, 0.21 ha, ocuparía territorio de una única UGA del POET Cuetzalan, la UGA 01-XOCO-02, la cual tiene una extensión de superficie de 98.69 ha; es decir, la fracción del predio de la Obra de Toma ocupará 0.002% de la UGA 01-XOCO-02 del POET Cuetzalan. Ver figura III.5

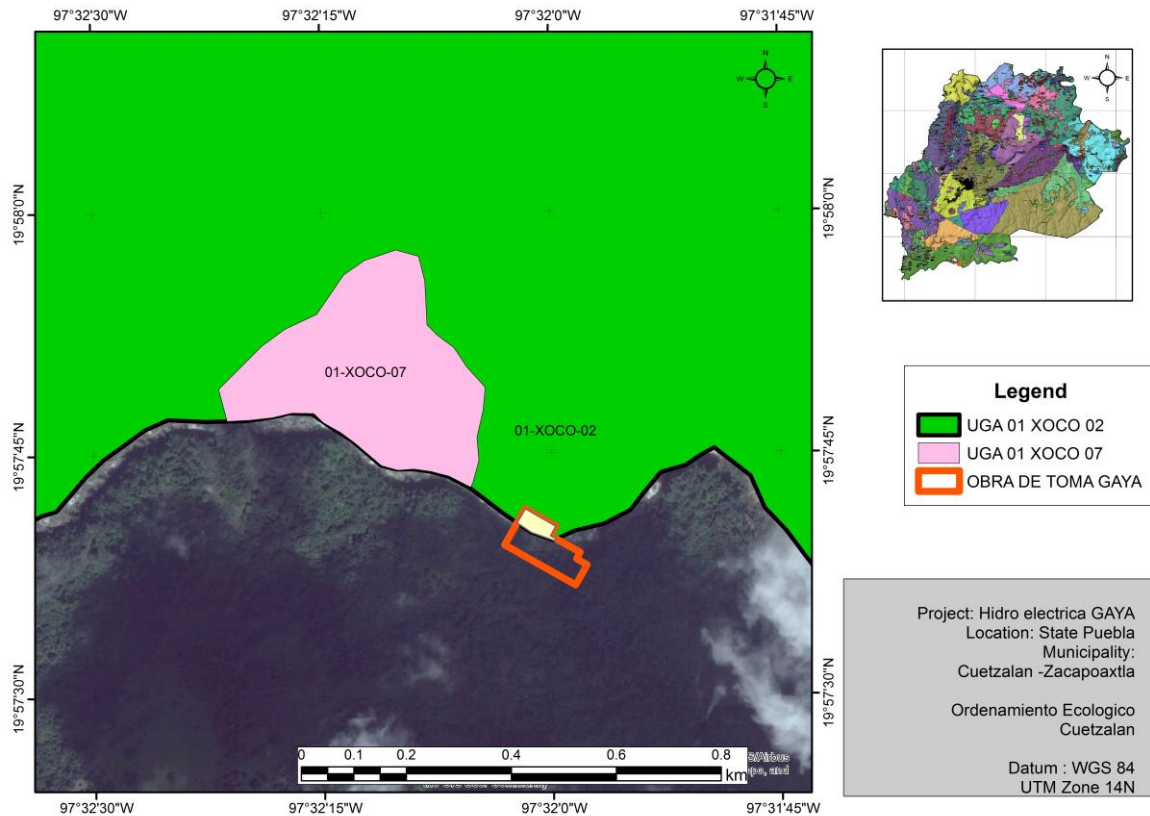


Figura III.5.Ubicación de la Obra de Toma con respecto a la UGA 01-XOCO-02

A continuación se presenta una tabla que indica los lineamientos que le aplican a la UGA 01-XOCO-02; desde la Política Ambiental de **Aprovechamiento**, con el uso predominante de **Cafetal bajo sombra**, 15 usos compatibles entre los que se encuentra la **Infraestructura**, como único uso incompatible el **Pecuario intensivo**, y un uso condicionado, el de la **Minería**. Asimismo se indican los criterios ecológicos aplicables para **15 sectores productivos incluyendo los de Infraestructura**.

Posteriormente se presenta la vinculación del proyecto GAYA con respecto a cada uno de los sectores productivos y los criterios ecológicos establecidos.

Política	Uso Predominante	Usos compatibles	Usos incompatibles	Uso condicionado	Criterios	Lineamientos ecológicos
Aprovechamiento	Cafetal bajo sombra	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Agroforestal • Pecuario de traspatio • Estabulado • Apicultura • Acuicultura • Turismo • Flora y fauna • ANP • Corredor natural • Manantiales • Industria • Asentamientos humanos • Infraestructura • Patrimonio cultural 	Pecuario extensivo	Minería	<p>AC: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p> <p>AG: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17</p> <p>AF: 1, 2</p> <p>F: 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29</p> <p>AH: 1, 2, 3, 6, 9</p> <p>IN: 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13</p> <p>IS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15</p> <p>MI: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13</p> <p>PE: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10</p> <p>TU: 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34</p> <p>VS: 1, 2, 3, 4, 5, 7</p> <p>PA: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9</p>	<p>LE-4</p> <p>LE-10</p> <p>LE-12</p>

Tabla III. 6. UGA 01-XOCO-02: Política ambiental, usos, criterios y lineamientos ecológicos.

Tabla III.7. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Acuicultura y Pesca.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector acuicultura y pesca			
AC1	Las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación son contraproducentes.	Proteger del abatimiento y la contaminación a los escurrimientos y manantiales y las obras de protección a la comunidad.	Aunque el proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, tampoco generara modificación en el cauce del río Apulco de manera permanente y promoverá el mantenimiento de flujos de escurrimientos perennes y temporales.
AC2	Se permitirá el empleo de especies exóticas solamente en estanquería controlada, siempre y cuando se asegure que éstas no invadirán cuerpos de agua naturales, en los cuales únicamente se fomentarán las especies nativas. El OT deberá autorizar este tipo de proyectos.	Evitar la introducción de especies que alteren a las originarias.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que no pretende construir ningún tipo de estanquería, en la cual se pueda desarrollar la crianza de especies exóticas de pesca.
AC3	El empleo de agua potable de la red primaria y secundaria de actividades de acuicultura para fines comerciales o de autoconsumo debe ser autorizado por el OT y las autoridades correspondientes.	Proteger del abatimiento y la contaminación a los escurrimientos y manantiales.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que no pretende no utilizara agua potable proveniente de la red primaria y secundaria, además de que éstos servicios no existen en la zona del proyecto.
AC4	La utilización de manantiales, escurrimientos o pozos para su empleo en acuicultura estará sujeta a la normatividad en la materia y a la aprobación del OT.	Proteger del abatimiento y la contaminación a los escurrimientos y manantiales	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto.
AC5	El agua residual de la actividad acuícola deberá ser tratada hasta contar con la calidad mínima indispensable, según lo dicte la norma oficial respectiva.	Evitar la contaminación de cuerpos de agua.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto.
AC6	Todo residuo orgánico e inorgánico, producto de las actividades de acuicultura para fines comerciales o de autoconsumo, deberá ser manejado y dispuesto en forma sanitaria.	Proteger del abatimiento y la contaminación a los escurrimientos y manantiales.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto.
AC7	Queda estrictamente prohibido utilizar explosivos o sustancias venenosas para la captura de especies fluviales u otros cuerpos de agua, incurriendo quienes lo hagan en delitos de los fueros municipal, estatal y federal.	Evitar la destrucción de especies acuáticas y la contaminación de los cuerpos de agua.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto.
AC8	Toda actividad acuícola y pesquera queda sujeta al registro y permiso ante las autoridades municipales incurriendo quienes no lo hagan en delitos de los fueros municipal, estatal y federal.	Incrementar la vigilancia de los procesos de captura de especies acuícolas.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Acuicultura y Pesca, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto.

Tabla III.8. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Agrícola.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector agrícola			
AG1	Las actividades de fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y todo tipo de uso de pesticidas que aparecen como prohibidos y restringidos en el Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CICLOPLAFEST, aquellas clasificadas como nocivas a nivel internacional y en general los productos que dañen en medio ambiente deberán ser reguladas por el OT, quien informará a los productores y autoridades correspondientes que estén usando estos productos que deben sustituirlos por sustancias no agresivas; el OT del COEC deberá contar con información suficiente al respecto y proporcionárselas.	Revertir el daño que se ha ocasionado en los suelos, agua y los ecosistemas en general con el uso de sustancias nocivas.	El proyecto Hidroeléctrico Gaya, no pertenece al Sector de Agrícola, por lo que este criterio no le aplica y no tiene vinculación al respecto, por lo que no contempla el uso ni generación de algún tipo de pesticida, En el caso de las actividades de desmonte estas realizaran de manera manual; esto con el fin de rescatar el máximo de especies.
AG2	No se permite la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y todo tipo de uso de los pesticidas que se enlistan como NO autorizados dentro del Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CICLOPLAFEST, y que las autoridades correspondientes, previa justificación técnica, determinen que provocan daño al ambiente, la salud humana y de los recursos naturales. Con el fin de fomentar en forma paulatina el uso de sustancias equivalentes sin los efectos anteriores, la propuesta entrará en vigencia después de tres años de haberse decretado el presente ordenamiento.	Revertir el daño que se ha ocasionado en los suelos, agua y los ecosistemas en general con el uso de sustancias nocivas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por la naturaleza de su actividad no contempla el uso, fabricación, generación de algún tipo de pesticida.
AG3	En este territorio es incompatible la entrega de plaguicidas de síntesis química, tales como herbicidas, insecticidas o fungicidas, por cualquier dependencia de los tres órganos de gobierno (federal, estatal y municipal). En caso de que para alguna campaña específica contra plagas se detecte la necesidad de ocupar algún producto, su uso deberá ser propuesto a consideración y aprobación del OT, en donde se definirá claramente el motivo, la zona de aplicación y se presentará la ficha técnica del	Revertir el daño que se ha ocasionado en los suelos, agua y los ecosistemas en general con el uso de sustancias nocivas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por la naturaleza de su actividad no contempla el uso ni entrega de algún tipo de pesticida, hacia los pobladores.

	producto a aplicar. Todo paquete tecnológico promovido por los diferentes programas de gobierno, deberán considerar el uso de tecnologías acordes a un manejo orgánico, en donde los productores puedan ser los productores de sus propios insumos.		
AG4	Se emplearán métodos culturales como las prácticas agrícolas, policultivos, rotación de cultivos, reciclaje de desechos y plantas hospederas, trampas, plantas atrayentes y surcos de plantas repelentes; además de métodos físicos, mecánicos, control biológico y aplicación de insecticidas etnobotánicos, entre otros, para el control de plagas agrícolas, frutícolas, hortícolas y de ornato.	Revertir el daño que se ha ocasionado en los suelos, agua y los ecosistemas en general con el uso de sustancias nocivas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de sus instalaciones y actividad, no contempla las prácticas agrícolas, de policultivos, de rotación de cultivos, de reciclaje de desechos y plantas hospederas, trampas, plantas atrayentes y surcos de plantas repelentes; únicamente se contempla la reforestación de una parte de la zona; el alcance se plasma en el documento "Programa de Reforestación".
AG5	Se desarrollarán estrategias para eliminar paulatinamente el uso de fertilizantes químicos, para lo cual se instrumentará la siembra de abonos verdes, el uso de abonos orgánicos, la incorporación de microorganismos al suelo.	Revertir el daño que se ha ocasionado en los suelos, agua y los ecosistemas en general con el uso de sustancias nocivas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por la naturaleza de sus instalaciones y actividad no contempla el uso de fertilizantes químicos.
AG6	Se procurará evitar las prácticas de cultivo que aceleren los procesos de erosión (por ejemplo, los trazos de siembra a favor de la pendiente, la remoción de la cobertura vegetal, entre otros). Además deberá instrumentarse paulatinamente obras de conservación de suelos, tales como trazos en curvas de nivel, establecimiento de barreras de muro vivo y/o muerto, terrazas, entre otros.	Reducir la erosión eólica y pluvial, recuperar suelos y evitar la configuración de riesgo a desastre por inestabilidad de taludes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de sus instalaciones y actividad no contempla las prácticas de cultivo y en el caso de la remoción de cobertura vegetal en la etapa de construcción, se contempla al término de la misma la recuperación del suelo a través del Programa de manejo de suelos.
AG7	Se deberá canalizar a las áreas de producción agrícola la información y los recursos técnicos y financieros suficientes que apoyen la producción sustentable, pero igualmente se deberá gestionar seguros contra siniestros para los cultivos principales.	Mejorar las condiciones para lograr una producción amable con el medio ambiente y ayudar a los productores en caso de siniestros.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la producción agrícola dentro de sus instalaciones.
AG8	Se deberá crear un banco de germoplasma y viveros de plantas silvestres locales en la localidad de que se trate y se deberá crear con un registro de la biodiversidad local que permita su defensa contra los caso de bioprospección y biopiratería.	Contribuir a la conservación de las especies nativas a través de su reproducción asistida y evitar el saqueo de las mismas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza e instalaciones podrá contribuir a la reforestación de las zonas afectadas por la obra y una zona de reforestación a manera de compensación.
AG9	Deberán hacerse programas	Limitar la frontera	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por

	para regular la expansión de la superficie agrícola a costa del área forestal, y el desmonte de la vegetación, el cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, ni la afectación a la vegetación natural o al paisaje.	agrícola con la finalidad de preservar y aún ampliar la superficie boscosa se busca.	su naturaleza de instalaciones y tipo de actividad no contempla realizar actividades de tipo agrícola.
AG10	No es compatible con la vocación territorial de Cuetzalan el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, frutícolas, de ornato y pecuarios, en todas las zonificaciones.	Cuidar que las especies vegetales vernáculas, especialmente el maíz, se preserven y procurar la mayor autosuficiencia alimentaria posible.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas.
AG11	No es compatible con la vocación territorial de Cuetzalan el establecimiento de cultivos monoespecíficos en plantaciones compactas. Deben respetarse los sistemas tradicionales para la diversificación de especies, por ejemplo: asociación intercalada, cultivo en franjas perimetrales (linderos), mosaicos, etcétera.	Evitar la disminución de las superficies con diversidad productiva y biodiversidad ambiental.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla el establecimiento de cultivos monoespecíficos en plantaciones compactas
AG14	Es incompatible con las condiciones naturales y sociales del territorio la utilización de maquinaria motorizada en la actividad agrícola.	Además de resultar impropio en la orografía de Cuetzalan, se busca evitar la pérdida de suelos y la inestabilidad de taludes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la utilización de maquinaria motorizada en la actividad agrícola.
AG15	Se deberá elaborar y mantener actualizado un padrón de agricultores, y que quienes adopten los criterios ecológicos en las prácticas de cultivo tendrán prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.	Contribuir a la reconversión sustentable de la agricultura.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar actividades agrícolas dentro de sus instalaciones.
AG16	Para la introducción de cualquier nueva especie para el aprovechamiento agrícola, deberá contarse con la aprobación de OT, quien tendrá que examinar un estudio técnico para la evaluación con costo a quien pretenda sembrar una especie de este tipo.	Debe cuidarse la biodiversidad existente, pero en caso de no verse amenazada podrían incorporarse determinados cultivos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar actividades agrícolas dentro de sus instalaciones.
AG17	Las propuestas de acciones y programas agrícolas de los gobiernos en sus tres niveles y de empresas agrícolas deberán ser conocidas y aprobadas por el OT.	Evitar la planeación y programación desde las capitales que suelen afectar los intereses locales mayoritarios.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar actividades agrícolas dentro de sus instalaciones.

Tabla III.9. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Agroforestal.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector agroforestal			
AF1	Se aceptan los sistemas y métodos agrosilvícolas, silvipastoriles y agrosilvipastoriles, y especialmente el jardín productivo (kuoujtakiloyan)	Es positiva la combinación de actividades no destructivas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar actividades de tipo agrosilvícolas, silvipastoriles y agrosilvipastoriles.
AF2	Los sistemas y métodos agrosilvícolas se basarán en la producción simultánea en la misma superficie de especies forestales, frutícolas y agrícolas, bajo la forma de hileras forestales y surcos intercalados.	La biodiversidad puede alcanzarse a través de los policultivos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar actividades de tipo agrosilvícolas.

Tabla III.10. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Forestal.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Forestal			
F1	Se permite la extracción de leña para uso propio y comunitario, siempre que esto no signifique el detrimento de la masa forestal. Para lo anterior, el uso de leña debe provenir de las actividades propias del manejo agroforestal, tales como podas de frutales y desrames de árboles.	La extracción de partes de los elementos boscosos no necesariamente es dañina, pero es indispensable para los habitantes del lugar.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de su actividad no contempla la extracción de leña; en la etapa de desmonte se contempla la reubicación de la mayoría de las especies.
F3	Las plantaciones forestales comerciales se permiten con prácticas agrosilvipastoriles y para privilegiar la regeneración natural del bosque, conservar y proteger el hábitat de especies de flora y fauna silvestre. No deberán hacerse en vegetación primaria.	Es aceptable combinar actividades agropecuarias con prácticas no dañinas al ambiente.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla las prácticas agrosilvipastoriles; únicamente se contempla la etapa de reforestación plasmada en un documento con el mismo nombre.
F4	Debe evitarse el desmonte y quedan restringidas a la normatividad vigente las actividades de roturación en terrenos forestales o preferentemente forestales.	Debe cuidarse la superficie boscosa por ser estratégica para el ecosistema.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, restringirá las actividades de desmonte durante la etapa de construcción al cumplimiento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, minimizando la ocupación de terrenos forestales y con la implementación de Medidas de

			mitigación, incluyendo un programa de reforestación y de compensación en la zona.
F5	Se considera incompatible con los propósitos del ordenamiento la extracción de suelo, tierra de monte o tierra de hoja.	Hay que propiciar la presencia de elementos indispensables para la reproducción de las especies localizadas en el suelo, así como su función en la retención de agua y creación a nutrientes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la extracción del suelo y/o obtención de tierra de monte o de hoja con fines forestales productivos.
F7	Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para fines de autoconsumo y en concordancia con los usos y costumbres de la población rural.	Es una actividad compatible con la vegetación natural en estas condiciones.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la recolección de especies destinadas al consumo humano; esto es derivado de que dentro de las instalaciones se contempla el consumo de comida elaborada.
F8	Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para la reproducción en viveros con fines de producción y restauración, condicionada rigurosamente a la normativa local y federal correspondiente y a la autorización derivada de los estudios técnicos necesarios para garantizar el mantenimiento de las poblaciones de las especies seleccionadas.	Es conveniente la intensificación en la reproducción de este tipo de especies.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de reforestación con especies nativas, por lo que contribuirá al cumplimiento de este criterio ecológico.
F9	La reforestación y las actividades de restauración ecológica de los agroecosistemas y de los ecosistemas forestales se realizarán únicamente con especies nativas o propias de los ecosistemas de la región.	Debe cuidarse que se mantengan las especies originarias.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de compensación y reforestación con especies nativas, por lo que contribuirá al cumplimiento de este criterio ecológico.
F10	Las medidas de prevención de incendios forestales, tales como las brechas cortafuego y las líneas negras, quemadas prescritas y controladas, se complementarán con técnicas de chaponeo, deshierbe y cajeteo, siempre bajo la autorización y supervisión de las autoridades competentes.	Observar la prevención frente a los incendios forestales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contemplará las medidas de seguridad necesarias para evitar incendios y que estos se propaguen.
F11	Las actividades para el control y combate de plagas y enfermedades forestales	Debe cuidarse la contaminación química en los bosques y selvas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad

	se realizarán a través de métodos mecánicos y físicos, los cuales serán: el derribo, descortezado de árboles, enterramiento y quema de material contaminado, así como otro tipo de técnicas dependiendo de la plaga o enfermedad de que se trate. Como último recurso, se autoriza el uso de químicos y el control biológico de plagas forestales con base en los estudios técnicos y científicos correspondientes y la autorización del OT.		contempla actividades que permitan el monitoreo de las especies para su conservación.
F12	Las quemas no controladas afectan seriamente a los bosques y deben evitarse.	Prevenir los incendios forestales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar ningún tipo de quema durante toda la vida útil del proyecto.
F13	Sólo podrá llevarse a cabo los aprovechamientos forestales comerciales con métodos no intensivos (según norma de Semarnat), para mantener la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad en general.	Administrar adecuadamente los recursos forestales	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla utilizar los productos maderables de la región.
F16	Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales no maderables, no celulósicas con especies exóticas previo estudio técnico justificativo y con estricta vigilancia de las autoridades.	Puede aprovecharse determinados polígonos para aprovechamientos adicionales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla establecer plantaciones de tipo forestal.
F17	Podrán llevarse a cabo los aprovechamientos forestales comerciales con métodos intensivos que mantengan la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad originaria en general, y en superficies que no colinden con áreas de atención prioritaria.	En determinados predios pueden extraerse especies maderables con la debida regulación y siempre que no afecten áreas estratégicas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla llevar prácticas de tipo forestal.
F18	Los habitantes de las comunidades locales podrán efectuar aprovechamientos forestales para autoconsumo, siempre y cuando éstos no sean intensivos, y deberán informarlo al OT y a las	Pueden extraerse individuos de especies forestales en caso de las personas lo hagan para las necesidades de sus hogares y sin atentar contra la salud del bosque.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla efectuar aprovechamientos de tipo forestal.

	autoridades correspondientes.		
F19	Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales con especies nativas.	En algunas áreas puede aprovecharse de esta madera la superficie arbórea.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla realizar plantaciones de tipo forestal comercial.
F21	Se permitirá el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, previo estudio técnico justificativo.	Hay polígonos capaces de aceptar esta técnica.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla la realización de un Estudio Técnico Justificativo para realizar el Uso de Cambio de Suelo.
F24	El cambio de uso del suelo en superficies con vocación forestal o de valor estratégico para el ecosistema debe ser evitado.	Debe procurarse mantener la cobertura forestal.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla la realización de un Estudio Técnico Justificativo para realizar el Uso de Cambio de Suelo en cumplimiento con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
F25	Se estimulará la conversión de tierras de cultivo y pastizales en boscosas, silvopastoriles o agrosilvopastoriles en territorios con vocación forestal.	Debe estimularse la ampliación de la zona forestal.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de reforestación y conservación del suelo.
F26	Se permite el derribo de árboles para uso propio o comercial en caso de ser dueños del predio o contar con permiso del mismo, pero siempre que se tenga un plan de manejo autorizado por las dependencias correspondientes y el OT.	La extracción de partes de los elementos boscosos no necesariamente es dañina, pero es indispensable para los habitantes del lugar.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla la realización de un Estudio Técnico Justificativo para realizar el Uso de Cambio de Suelo en cumplimiento con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la implementación de un programa de reforestación.
F27	La llamada pesma en sus especies denominadas <i>Cyathea bicrenata</i> , <i>C. fulva</i> y <i>C. mexicana</i> , se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059-2002, bajo el concepto de especies sujetas a protección especial, las dos primeras, y la última como amenazada o en extinción(*). Cualquier utilización de estas plantas deberá ser autorizada por la Semarnat y el OT tendrá la función de ver que así sea.	Se trata de especies con alto valor ambiental cuya existencia y crecimiento debe asegurarse.	En el sitio del proyecto hidroeléctrico GAYA, no se encontraron las especies que refiere este Criterio ecológico; sin embargo si durante las actividades del Proyecto se encontraran se cumplirá con la obtención de la autorización respectiva.
F28	Debe propiciarse que las reforestaciones se lleven a cabo con especies propias del predio en cuestión y deberá observarse en esta	Hay muchos predios que se han reforestado con especies de un solo tipo, muchas veces no correspondientes a los que	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de reforestación con especies

	<p>actividad la siembra de individuos pertenecientes a las especies que correspondan a su diversidad, al menos en su parte más importante. El OT se asesorará debidamente para establecer las especies y proporciones en que estas deben plantarse y las dará a conocer a los interesados. Los viveros promovidos por las dependencias gubernamentales y otros deberán producir en cantidad suficiente las especies de la región y entregarán para las tareas de reforestación los porcentajes adecuados para cada predio según su vegetación originaria.</p>	<p>antes de la deforestación se encontraban allí, lo cual es perjudicial para el desarrollo de los ecosistemas y sus aportaciones ambientales.</p>	<p>nativas y acordes con su distribución y diversidad de referencia.</p>
F29	<p>El OT y el COEC deberán exigir a las autoridades federales y estatales del ramo que apliquen programas de compensación para el cuidado de la zona boscosa o selvática, tales como el pago de servicios ambientales, otras opciones productivas, asistencia técnica y financiamientos diversos. Los Comités del Ordenamiento por junta auxiliar serán los responsables directos de gestionar estos recursos, pero siempre coordinados con el comité general del OEC.</p>	<p>Hay discrepancias entre las necesidades de cuidar los ecosistemas, los programas y las personas que reciben las prestaciones para hacerlo.</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de reforestación y de compensación ambiental, por el área de cambio de uso de suelo forestal que se solicite, y para ello se seguirá lo establecido en este Criterio ecológico para su debido cumplimiento.</p>

Tabla III.11. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Asentamientos Humanos

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector asentamientos humanos			
AH1	<p>No es adecuado el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, reservas urbanas, o instalaciones que los propicien.</p>	<p>Hay polígonos que por su importancia estratégica no deben tener una cantidad mayor de asentamientos</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla propiciar el establecimiento de asentamientos humanos o reservas urbanas.</p>

		humano.	
AH2	Sólo deberá permitirse la construcción de vivienda unifamiliar de dos plantas a lo sumo dentro del núcleo urbano existente (ZU).	Debe regularse los sitios de nuevos asentamientos por las características socio-ambientales de la superficie en cuestión.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la construcción de viviendas de ningún tipo.
AH3	Sólo se permiten casas unifamiliares en la zona catalogada como suburbana en predios de 500 m2 como mínimo para cada una, con edificaciones del 30 por ciento únicamente.	Debe regularse los sitios de nuevos asentamientos por las características socio-ambientales de la superficie en cuestión.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la construcción de viviendas de ningún tipo.
AH6	Se promoverá el uso eficiente del agua en los asentamientos humanos, así como el tratamiento y adecuada disposición de desechos sólidos y líquidos según recomendaciones del OT.	Es necesario normar el uso y disposición de agua y desechos debido a la fragilidad existente.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la instalación de asentamientos ni zonas urbanas, pero el personal temporal y permanente durante todo el proyecto hará un manejo adecuado del agua y de los residuos.
AH9	Toda construcción deberá respetar los criterios arquitectónicos del INAH y en general de la versión vernácula y tradicional.	Uno de los valores culturales más importantes de Cuetzalan es su arquitectura.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, se apegara a los criterios arquitectónicos que establezca el INAH en caso de que ocurran hallazgos culturales durante las etapa de preparación del sitio y construcción.

Tabla III.12. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Industria, artesanías y comercio.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector industria, artesanías y comercio			
IN1	Se podrá autorizar la instalación de micro industrias (hasta 14 trabajadores por cada una), observando todas las medidas anticontaminantes de agua, aire, suelo, subsuelo, y el resto del entorno ambiental establecidas	Es conveniente estimular este tipo de industrias, pero con las condicionantes necesarias.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, cumple con este criterio ecológico en virtud de que el presente documento corresponde al Manifiesto de Impacto Ambiental, que especifica el cumplimiento de las condicionantes necesarias, y se

	en los objetivos del presente ordenamiento y las disposiciones reglamentarias municipales, estatales y federales correspondientes; siempre contarán con un manifiesto de impacto ambiental avalado por el OT.		pondrá a disposición del OT para obtener el aval.
IN3	Se estimulará la creación de agroindustrias observando todas las medidas anticontaminantes de agua, suelo, subsuelo, y el resto del entorno ambiental establecidas en los objetivos del presente ordenamiento y las disposiciones reglamentarias municipales, estatales, federales correspondientes y los órganos del presente ordenamiento; siempre contando con un manifiesto de impacto ambiental avalado por el OT.	Es conveniente estimular este tipo de industrias, pero con las condicionantes necesarias en los lugares adecuados.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la actividad agroindustrial.
IN4	Se estimulará el establecimiento de la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos excesivos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos contaminantes, polvo ni olores; que sea de bajo consumo de agua y altamente eficiente en consumo de energía, descartando combustibles forestales.	Es conveniente estimular este tipo de industrias, pero con las condicionantes necesarias en los lugares adecuados.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no corresponde a la actividad artesanal, pero no contempla la generación de humos excesivos y ni niveles de ruido elevados, porque se cumplirán con las normas oficiales mexicanas.
IN5	No deberá permitirse la creación de ningún parque industrial.	Por su valor ambiental y cultural estratégicos, este municipio no debe crear una instalación semejante.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no es un parque industrial.
IN7	Para la utilización de especies naturales para la actividad artesanal, como la pesma, el jonote y otras, deberá informarse y pedirse autorización al OT y a las autoridades correspondientes.	Se encuentran enlistadas en la NOM-059 algunas especies utilizadas para la actividad artesanal, por lo que debe observarse su utilización.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no es artesanal, por lo que contempla el uso de especies naturales.
IN8	Todas las industrias están obligadas a tratar sus aguas y desechos.	Es indispensable esta medida para toda nueva construcción.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla la recolección y el manejo adecuado de desechos (sólidos y líquidos) en todas sus actividades y etapas.
IN10	Sólo se podrá realizar actividad comercial como la venta de productos artesanales y comida, sin establecimiento fijo, con la autorización del dueño del predio.	Por sus características de valor ambiental, en esta zona no deben favorecerse los asentamientos humanos ni la instalación de infraestructura afín a ellos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la venta de ningún tipo de producto en terreno de Cuetzalan, aunque es posible en Zacapoaxtla la comunidad de San Juan Tahitic se beneficie con la actividad comercial que permite este criterio ecológico.
IN11	Se permite la instalación de	En centros de	El proyecto hidroeléctrico GAYA,

	establecimientos comerciales con ocho empleados o menos.	población es necesario y factible este tipo de establecimientos.	por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla ser un establecimiento comercial, por lo que este Criterio ecológico no es vinculable.
IN12	Se permite la instalación de infraestructura para mercados públicos en localidades de más de 5,000 habitantes con requerimiento de este servicio, no más de 30 locales en un terreno máximo de 920 m2, o bien la instalación de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de tianguis periódicos según los criterios de usos y costumbres y los criterios que considera Sedesol al respecto en la normatividad vigente.	En centros de población mayores a 5,000 habitantes es necesario y factible este tipo de establecimientos y servicios.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no instalara ningún tipo de infraestructura para llevar a cabo actividades de mercadeo, por lo que este Criterio ecológico no es vinculable.
IN13	De acuerdo con las características siconaturales del municipio, las instalaciones de tiendas y centros comerciales del tipo módulo 1 o mayores son incompatibles, según la clasificación de Sedesol.	La fragilidad vegetal del sistema, edáfica y del sistema kárstico, así como el número de habitantes y su capacidad adquisitiva, hacen incompatibles las instalaciones comerciales grandes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la instalación de tiendas ni centros comerciales, por lo que este Criterio ecológico no es vinculable.

Tabla III.13. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Infraestructura y Servicios.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Infraestructura y Servicios			
IS1	En la realización de construcciones de infraestructura pública se deberá considerar la preeminencia de valor de los ecosistemas, del respeto a la cultura local y los intereses de las comunidades, así como, en su caso, la autosuficiencia en los servicios de agua potable y el manejo y disposición final de las aguas residuales y de los desechos sólidos.	Es indispensable esta medida para toda nueva construcción.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se contempla como una construcción de tipo pública, el promovedor se apegará a la preeminencia de valor de los ecosistemas, del respeto a la cultura local y los intereses de las comunidades.
IS2	Las construcciones de infraestructura se deberán instalar en zonas SIN vegetación natural o valor ambiental estratégico.	Las instalaciones de infraestructura suelen no observar esta disposición.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad, se instalara en zonas sin un valor ambiental estratégico. Y en particular, el área con vegetación natural que ocupará el Proyecto en el Municipio de Cuetzalan, está delimitada dentro de la zona federal del río, por lo que se cumplirá con los requerimientos de la CONAGUA y en su

			caso con los de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable si corresponde a cambio de uso de suelo en terreno forestal.
IS3	Serán permitidas obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente coincidente con las normas del presente ordenamiento. Podrá instalarse o ampliarse la infraestructura que cubra las necesidades de los habitantes: redes eléctricas, telefónicas, drenaje, agua potable, así como el mejoramiento de las vialidades locales, siempre con las autorizaciones del OT y las dependencias correspondientes. Deberá restringirse al máximo la construcción de infraestructura que propicie el desarrollo urbano o industrial.	Pueden desarrollarse estas instalaciones por ser necesarios para el mejoramiento social, pero deben observarse las condicionantes planteadas.	Debido a que los documentos legales de los propietarios de los predios del proyecto hidroeléctrico GAYA acreditan que éstos se encuentran dentro del municipio de Zacapoaxtla, además de que el Proyecto no propicia el desarrollo urbano o industrial en la zona, por lo que este criterio no es vinculable al Proyecto.
IS4	Sólo se autorizará la construcción o ampliación de carreteras tipo c, d y e (según norma de la SCT) utilizando el actual derecho de vía, nunca ocupando terrenos nuevos, y observando perfectamente las medidas de estabilización de taludes y respeto a la vida silvestre y de las comunidades, y siempre con el permiso del OT y el Ayuntamiento.	Las carreteras son la obra de infraestructura que mayores daños propicia a la vegetación, la estabilidad geológica y los cursos de agua, tanto en su trazo como en el impacto que propicia en su derredor. La mayor cantidad de deslizamientos de tierra, muchos de ellos calamitosos, se asocian a las carreteras.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se contempla la construcción de ningún tipo de camino y/o carretera dentro del municipio de Cuetzalan del Progreso.
IS5	El revestimiento de las vías de comunicación por necesidades de paso vehicular se deberá realizar con obras que aseguren la estabilidad geológica y con materiales que permitan la infiltración del agua al subsuelo para la recarga del acuífero, excepto carreteras principales existentes.	Hay que propiciar la infiltración de agua al subsuelo y evitar el excesivo escurrimiento sobre pavimentos y empedrados.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla el revestimiento de vías de comunicación dentro del municipio de Cuetzalan del Progreso.
IS6	Se respetará la topografía, el arbolado, los escurrimientos, superficiales, las vías naturales de drenaje y el paso de fauna silvestre en el trazo y construcción de	Las carreteras son la obra de infraestructura que mayores daños propicia a la vegetación, la estabilidad	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la construcción de carreteras dentro del municipio de Cuetzalan del Progreso.

	vialidades.	geológica, y los cursos de agua, tanto en su trazo como en el impacto que propician en su derredor. La mayor cantidad de deslizamientos de tierra, muscos de ellos calamitosos, se asocian a carreteras.	
IS7	Es incompatible con las condiciones de este polígono la creación de caminos nuevos para vehículos motorizados	Hay algunos polígonos que por su importancia socio-ambiental estratégica no deben contar con nuevas vías para vehículos de combustión interna.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la construcción de caminos nuevos de ningún tipo dentro del municipio de Cuetzalan del Progreso
IS9	Las instalaciones en barrancas y franjas laterales de los escurrimientos serán reguladas, por ser sistemas fundamentales para mantener la hidrodinámica y la biodiversidad del territorio.	Las barrancas son estructuras estratégicas para los bienes ambientales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, que se instala en una barranca y franja lateral, está diseñado para mantener la hidrodinámica y la biodiversidad del terreno, con base en un Estudio hidrológico, y la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
IS10	No deberá autorizarse la construcción de infraestructura o servicios que propicien el cambio de uso natural o agrícola del territorio, fomenten los desarrollos urbanos o macro industriales, pongan en peligro a los pobladores, las instalaciones públicas o privadas, o al ecosistema.	En polígonos decretados como no aptos para los asentamientos humanos deben observarse las medidas pertinentes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla la construcción de infraestructura o servicios que propicien el cambio de uso natural o agrícola del territorio, fomenten los desarrollos urbanos o macro industriales, pongan en peligro a los pobladores, las instalaciones públicas o privadas, o al ecosistema.
IS12	Es contraindicado autorizar la utilización de esta superficie para la disposición final de desechos sólidos.	Hay polígonos incompatibles con el uso de este tipo.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no contempla utilizar las áreas de construcción como depósitos de desechos sólidos.
IS14	Por sus características sociales o naturales, en esta zona no se permite la instalación de estaciones de gasolina, diesel o gas carburante, ni instalaciones que almacenen sustancias explosivas o contaminantes.	Hay polígonos que no deben tener instalaciones de este tipo, debido a su importancia natural estratégica o sus condiciones sociales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se contempla como estaciones de gasolina, diésel o gas carburante; ni como almacén de sustancias explosivas o contaminantes.
IS15	Se podrán construir obras de infraestructura destinadas al control, defensa, o aprovechamiento	Hay sitios que permiten obras necesarias de infraestructura,	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad contempla un programa de reforestación y conservación de suelos, los cuales podrán

	de los recursos naturales de la región, o para la investigación científica y prevención frente a la amenaza de desastres. En estos casos, se requerirá permiso expreso y por escrito a las dependencias competentes	pero de manera regulada,	ser la base de estudios científicos.
--	---	--------------------------	--------------------------------------

Tabla III.14. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Minería

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector minería			
MI1	<i>Las actividades que beneficien o pretendan beneficiar minerales o sustancias asociadas estarán sujetas a la aplicación de la Ley Minera, y están obligadas a sometidas a las disposiciones generales y normas técnicas específicas en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.</i>	<i>La actividad minera puede afectar el equilibrio edafogeológico y otros elementos naturales y actividades socioeconómicas.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI2	<i>Cuando se quiera realizar el aprovechamiento de un talud, el ángulo de inclinación deberá garantizar que no se provoque mayor pérdida de suelo por erosión ni se propicie un desplazamiento de tierra que se convierta en un peligro en un peligro para la población o sus instalaciones.</i>	<i>La dirección de la inclinación del talud es fundamental para determinar peligros potenciales.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI3	<i>El corte del talud podrá ser vertical, pero no se permite el contra talud.</i>	<i>La dirección de la inclinación del talud es fundamental para determinar peligros potenciales.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI4	<i>Son inconvenientes las modificaciones a los cauces de los escurrimientos superficiales, con el objeto de asegurar el drenaje superficial de las aguas de lluvia, y de evitar erosiones o encharcamientos.</i>	<i>Esta actividad puede afectar los cauces de agua.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI5	<i>No deberá autorizarse el uso de explosivos ni maquinaria pesada.</i>	<i>Es peligroso emplear estos recursos en la zona.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI6	<i>Una vez finalizado el aprovechamiento, se deberá prever y aplicar las medidas necesarias para evitar su explotación clandestina y se garantizará su equilibrio</i>	<i>Evitar el uso inadecuado del predio.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.

	<i>estructural.</i>		
MI7	<i>La actividad minera deberá contar con una concesión del ramo otorgada por la Dirección de Minería de la Secretaría de Economía y el OT.</i>	<i>Evitar actividades fuera de la norma.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI8	<i>La actividad minera deberá contar con un manifiesto de impacto ambiental emitido por la SEMARNAT o la autoridad estatal o municipal competente y el OT.</i>	<i>Evitar el daño a ecosistemas y actividades humanas.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI9	<i>El derecho de realizar trabajos de exploración y explotación se suspenderá cuando éstos:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Pongan en peligro la integridad física de los trabajadores o los miembros de la comunidad.</i> • <i>Causen o puedan causar daños a bienes de interés público, afectos a un servicio público o de propiedad privada.</i> 	<i>Observar el desarrollo de la explotación para mitigar los riesgos.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no pertenece al Sector minería, por lo que este criterio no es vinculable.
MI10	<i>Las actividades de investigación y prospección de todo tipo, sobre recursos minerales deberán estar sujetas a las leyes Minera, de Medio Ambiente y otras relacionadas y contar con el permiso del OT.</i>	<i>Impedir abusos y afectaciones a la población.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se considera como industria de tipo minera.
MI11	<i>La actividad extractiva de minerales puede generar riesgos cuando se desestabilizan cerros y suelos en general, propiciando situaciones de desastre, según la Ley General de Protección Civil o el OT.</i>	<i>Controlar la configuración de riesgos a desastres.</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se considera como industria de tipo minera. Sin embargo, serán observados debidamente los requerimientos de la Ley General del Protección Civil.
MI13	<i>El traslado y almacenamiento de explosivos para uso civil deberá estar autorizado por las normas nacionales y contar con el permiso del OT.</i>	<i>Controlar la configuración de riesgos a desastres</i>	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no se considera como industria de tipo minera, y no se prevé el traslado y almacenamiento de explosivos dentro del Municipio de Cuetzalan del Progreso. Sin embargo, en caso que esto se requiera en el Municipio de Zacapoaxtla, en la etapa de construcción, se contará con la autorización de las autoridades competentes cumpliendo con la normatividad aplicable.

Tabla III.15. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Pecuario.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Pecuario			
PE1	El pastoreo afecta las zonas boscosas primarias, pero podrá realizarse fuera de estos polígonos preferiblemente en las modalidades silvopastoriles y agrosilvopastoriles. El OT deberá ofrecer a los productores pecuarios alternativas programáticas en esta opción.	Manejo de la biomasa vegetal. Prevención de y control de la erosión.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario dentro de sus instalaciones, por lo que este criterio no es vinculable.
PE2	Se utilizarán los sistemas de estabulación y semiestabulación para el manejo del ganado.	Estimular que la actividad ganadera reduzca su índice de agostadero.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario dentro de sus instalaciones, por lo que este criterio no es vinculable.
PE3	Se podrá producir especies forrajeras exóticas con alto valor nutricional, como las leguminosas, entre ellas, la veza de invierno y el ébol, bajo las formas de achicalameinto, ensilamiento o pastoreo, además de la utilización de esquimos agrícolas y la producción agrícola tradicional, para lograr un adecuado manejo pecuario y reducción de las superficies de libre pastoreo.	Aprovechar los recursos vegetales existentes o compatibles para la actividad ganadera intensiva.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario dentro de sus instalaciones, por lo que este criterio no es vinculable.
PE4	Se permitirán los deshierbes con fines pecuarios, siempre y cuando sean tierras de uso agrícola.	Controlar el exceso en el empleo de hierbas para uso pecuario.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario, por lo que este criterio no es vinculable.
PE5	Están condicionadas las quemas no prescritas en todo tipo de suelos agrícolas, pecuarios, forestales, agropecuarios y silvopastoriles.	Prevenir incendios forestales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario dentro de sus instalaciones; por lo que no se realizará ningún tipo de quema.
PE7	Se estimulará el aprovechamiento de la abeja nativa (Escaptotrigona mexicana), por encima del de la abeja euroafricana ya que ésta impide el desarrollo de la nacional.	Propiciar el empleo de fauna local con alto valor nutricional.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario, por lo que este criterio no es vinculable.
PE8	Se estimulará el aprovechamiento de especies menores.	Propiciar el empleo de fauna local para el autoconsumo y la comercialización.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario, por lo que este criterio no es vinculable.

PE9	Los adquirentes de productos tóxicos para desparasitar al ganado deberán registrarse con el proveedor y el proveedor tendrá la obligación de informar al OT y al municipio con el fin de evitar que se utilicen para la pesca.	Controlar el uso indebido de productos químicos que dañan seriamente elementos de los ecosistemas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario, por lo que este criterio no es vinculable..
PE10	Las autoridades del sector pecuario deberán realizar un proceso de reconversión de la ganadería extensiva y el libre pastoreo a estabulada o semiestabulada con procedimientos orgánicos y sustentables, o bien en sustitución de la actividad ganadera por otra u otras igual o más rentables en términos económicos o socioculturales.	Propiciar la reducción del índice de agostadero.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo pecuario, por lo que este criterio no es vinculable.

Tabla III.16. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Turismo.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Turismo			
TU1	El desarrollo turístico deberá beneficiar directamente a las comunidades y pobladores de la región, quienes tendrán que ser los propietarios absolutos, socios mayoritarios u obtener ingresos significativos por el uso del territorio con fines turísticos. La actividad turística en Cuetzalan se define como de Turismo con identidad y de bajo impacto.	Evitar la degradación de cultura indígena por los efectos nocivos del turismo convencional y de alto impacto.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU2	Deberá impedirse la extracción directa o alteración de cualquier recurso natural, sus productos o sus partes en el desarrollo de toda actividad turística.	Evitar el daño que el turismo hace a los ecosistemas al sustraer de sus hábitats elementos necesarios para su reposición.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU4	Se permite la construcción de senderos interpretativos, caminos, veredas, brechas, infraestructura básica de servicios, con fines comerciales, recreativos, ecoturísticos y de	Cuidar los espacios de desplazamiento de viajeros para garantizar su seguridad y la del ambiente natural.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. No es necesaria la construcción de infraestructura con fines

	esparcimiento, debiendo minimizar los impactos ambientales negativos a los ecosistemas naturales conforme lo dicte la normatividad del OEC y las demás de carácter estatal o nacional.		turísticos.
TU6	Deberán impedirse las prácticas deportivas o recreativas mediante vehículos motorizados.	En polígonos de alta fragilidad ambiental o social no debe permitirse esta actividad.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. No se realizarán actividades deportivas o recreativas.
TU7	Se permite el tránsito de bicicletas.	En zonas urbanas, suburbanas o con poca fragilidad ambiental es posible desarrollar esta actividad.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU9	Queda estrictamente prohibido el uso de explosivos, venenos o cualquier sustancia que facilite la pesca o captura de especies acuáticas, y se respetarán los periodos de veda establecidos por las autoridades correspondientes.	Se ha extendido el uso de veneno y explosivos en la captura de crustáceos y peces, lo que daña seriamente el ambiente.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. No se realizaran actividades de pesca en las zonas del rio.
TU10	Los sitios turísticos utilizados dentro de esta UGA deberán contar con un estudio de capacidad de carga financiado por el prestador de servicio y autorizado por el Ayuntamiento y el OT.	Hay polígonos estratégicos que deben aislarse de esta utilización.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU12	La actividad turística en las grutas que puedan visitarse deberá realizarse por un guía espeleólogo acreditado por el Ayuntamiento y el OT.	Las grutas presentan un peligro para el visitante y para la conservación de las mismas, por lo que deban regularse las visitas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU13	Queda estrictamente prohibida la actividad cinegética deportiva.	No existen espacios para esta actividad y hay muchas especies preferidas de los cazadores en la NOM-SEMARNAT-059.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU16	En zonas de conservación se permite la construcción de hasta seis cabañas rústicas o palafitos (como total de piezas edificadas) por hectárea, dando un espacio de al menos 30 metros	Puede combinarse en esta zona la actividad de los viajeros con el entorno ambiental, cuidando las densidades de ocupación y las actividades.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.

	entre una y otra (excepto en la parte administrativa), y cada proyecto no podrá abarcar más de dos hectáreas; no podrán desarrollarse proyectos de este tipo de manera continua, debiendo dejar un espacio de mil metros entre uno y otro. El OT y el Ayuntamiento observarán que el conjunto de las instalaciones de este tipo no alteren la vida silvestre y las condiciones ambientales general, y observen todas las medidas establecidas en el presente ordenamiento.		
TU17	Se permite dar hospedaje, alimentación y servicios al viajero en hogares locales, pero deberá contarse con un permiso del Ayuntamiento y el OT.	Conveniente estimular el turismo rural, pero los prestadores campesinos deben recibir una capacitación, recursos e instrucciones para su regulación.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU18	Se permitirá en las nuevas autorizaciones la construcción de hoteles con hasta 15 habitaciones en dos plantas como máximo y cinco piezas de servicio no mayores de 25 m ² , siempre y cuando no se instalen en zonas de atención prioritaria, cuenten con estacionamiento suficiente para autos, sistemas de tratamiento de residuos humanos y los permisos correspondientes del Ayuntamiento y el OT. A los hoteles ya instalados se les respetará el proyecto original anterior a la fecha de promulgación del presente ordenamiento ecológico, pero deberán de registrarlo como tal en el OT.	La fragilidad y viabilidad de los ecosistemas naturales, así como la demanda de preservación de la cultura local indican que el turismo debe autorizarse si es de bajo impacto.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU19	No se permite la construcción de centros nocturnos, prostíbulos, casa de citas, bares o cantinas. En cuanto a los dos últimos conceptos, se respetarán las existentes pero deberán someterse ante las reglas del ayuntamiento.	Los representantes de las organizaciones locales establecen su deseo de no propiciar un turismo que no respete la cultura y la estabilidad de los pobladores.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.
TU20	Todos los centros de	Para elevar la calidad de los	El proyecto hidroeléctrico

	servicios alimenticios deberán contar con los permisos correspondientes del Ayuntamiento y el OT.	servicios y permitir la mejora económica de los prestadores.	GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.
TU21	Deberá respetarse el estilo arquitectónico propio de la región (INAH); el Ayuntamiento y el OT deberán emitir permisos y sancionar las existentes para que se ajusten a esta disposición.	Uno de los valores culturales más importantes del municipio es su arquitectura.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.
TU22	Los senderos y miradores para visitantes deberán contar con un estudio de capacidad de carga o manifiesto de impacto ambiental para determinar el número y la regularidad de visitantes a la vez, según sus características de fragilidad ambiental y peligro a los viajeros que dicho manifiesto establezca.	Cuidar los espacios de desplazamiento de viajeros para garantizar su seguridad y la del ambiente natural.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.
TU23	Los materiales destinados a la construcción de los senderos deberán ser grava, arena, troncos, piedras acomodadas, ecocreto regulado y otros materiales estables que no dañen el medio ambiente tanto en su extracción como en su colocación y utilización. Siempre deberá asegurarse la estabilidad de las laderas.	Procurar no se pierda la dinámica natural de los ecosistemas por la acción de los viajeros.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU24	La Ley General de Aguas Nacionales, establece con precisión que los cuerpos y corrientes de agua, así como los lechos que los albergan pertenecen a la nación. Por ello el uso de las cavernas, los escurrimientos, los embalses, lagunas, etc.; deberá ser regulado por dicha legislación, así como por las disposiciones de carácter municipal. El aprovechamiento privado de dichos espacios deberá estar constreñido a las disposiciones legales establecidas.	Evitar la contaminación de los cuerpos de agua y de que se produzcan daños en sus lechos, sean superficiales o pertenecientes a las grutas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. Sin embargo, el Promovente está realizando las gestiones para obtener los permisos a CONAGUA para la ocupación y construcción en la zona federal del río; asimismo se cumplirá con las disposiciones de carácter municipal que sean indicadas.
TU25	Deberá instalarse toda la señalética necesaria para indicar las características	Indicar las características peligrosas y condicionantes de uso de espacios turísticos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no

	del uso de suelo en el sitio y las que correspondan a las disposiciones de seguridad y cuidado del medio ambiente que sean necesarias a juicio del permiso del Ayuntamiento y el OT.		considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. Sin embargo, cumplirá con la señalética que correspondan a las disposiciones de seguridad y cuidado del medio ambiente que sean necesarias de las autoridades.
TU26	Existirán todas las facilidades establecidas en el Reglamento de Turismo de Cuetzalan para niños, mayores de 65 años y personas discapacitadas.	Permitir la mayor seguridad a personas con capacidades diferentes a la media.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU27	Los residuos orgánicos deberán ser reaprovechados como composta u otros abonos verdes y sustratos.	Propiciar que los viajeros y los prestadores de servicios del ramo contribuyan al reciclaje de desechos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones. La recolección y aprovechamiento de los residuos orgánicos se manejaran de acuerdo al programa de Manejo de Residuos.
TU28	Los establecimientos turísticos existentes contarán con un plan de trabajo consensuado con el OT (sobre la base de un listado de requisitos elaborado por este último) para adaptarse a las condiciones establecidas en el ordenamiento, que se presentarán al OT en los seis meses siguientes a la promulgación del OEC, y que deberán cumplirse en los plazos en él establecidos mismos que no deberá exceder los dos años a partir de su entrega. A juicio del Ayuntamiento y el OT habrá prorroga a estas disposiciones siempre con una justificación aceptable.	Los establecimientos turísticos ya instalados no representan el mayor problema para la cultura o medio ambiente locales, por lo que se debe contar con ellos en las reformas necesarias para el buen desempeño de esta actividad.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.
TU29	Por tratarse de una zona estratégica para el medio ambiente y las comunidades del municipio, su uso turístico se ajustará a todas las disposiciones del Reglamento de Turismo de Cuetzalan que no están contenidas en esta relación de Criterios de regulación del uso de suelo.	Establecer la posibilidad de que otros aspectos de la actividad sean regulados por instrumentos específicos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas dentro de sus instalaciones.

<p>TU30</p>	<p>La construcción y uso de albercas o embalses de agua para el baño humano deberá estar autorizado por el OT y las dependencias del Ayuntamiento con base en los siguientes criterios: no podrá utilizarse el sistema de agua potable para su llenado o reposición; se debe utilizar el agua de lluvia para ello mediante obras de captación; no se podrá instalar en los cursos de escurrimientos regulares de agua que sirvan después para el uso humano o si representan un peligro de contaminación ; y cuidarán de utilizar los productos químicos de purificación no agresivos para el ecosistema; en ningún caso excederán de 150 mil litros y profundidades máximas de 1.30 m; deberán contar con un reglamento de uso y la señalética necesaria.</p>	<p>La enorme precipitación pluvial en Cuetzalan permite abastecer y reabastecer las albercas y depósitos de agua similares sin echar manos a la red local de agua potable.</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico GAYA, por la naturaleza de sus instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.</p>
<p>TU32</p>	<p>La poligonal de cualquier proyecto no deberá obstruir con cercas, bardas u otros recursos el libre paso sobre los caminos reales, veredas y pasos de servidumbre; así como el libre desplazamiento de la fauna silvestre.</p>	<p>Es necesario permitir un mejor tránsito de las especies de flora y fauna así como respetar las veredas tradicionales aunque se encuentren en predios privados.</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.</p>
<p>TU34</p>	<p>Para zonas de campamento se deberán establecer áreas específicas y registradas ante el Ayuntamiento con el aval del OT, cumpliendo previamente con un estudio de capacidad de carga y servicios básicos de infraestructura que el OT determine.</p>	<p>Actualmente en vacaciones existen lugares donde la presencia de campamentistas agrede al entorno natural y expone al propio vacacionista en riesgo.</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo turísticas.</p>

Tabla III.17. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector de Acuicultura y Pesca.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Vida Silvestre			
VS1	Se permite la cacería con fines alimenticios, practicada únicamente por miembros y para consumo de las familias de la comunidad que se trate, siempre y cuando no se maten animales de especies amenazadas (registradas en la NOM-059-SEMARNAT); las autoridades correspondientes y el OT verificarán que así sea. Se prohíbe la cacería comercial, deportiva y por ocio. Se estimulará que en las escuelas y los hogares se informe para que los niños y jóvenes no utilicen por ocio el charpe (resortera), rifle y otro instrumento contra los animales silvestres, por el enorme impacto nocivo que tienen sobre la fauna.	La población ha complementado su alimentación con animales silvestres pero hay abusos que deben controlarse.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de cacería dentro de sus instalaciones.
VS2	Deberá impedirse la libre introducción de especies que no sean nativas o propias de cada localidad. Las reintroducciones en sus hábitats naturales se podrán realizar siempre y cuando se cuenten con los estudios que las justifiquen, bajo la supervisión de la SEMARNAT y los órganos de ordenamiento.	Está comprobado que la introducción de especies ajenas al ecosistema puede alterarlo significativamente.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar la introducción de especies no nativas dentro de sus instalaciones.
VS3	Deberá regularse la extracción de especies animales, vegetales y su productos, incluidas las que se han destinado para fines de investigación, reproducción, propagación, reintroducción, para las que deberán contar siempre con la autorización de la SEMARNAT y el OT.	Evitar alteraciones impropias en los individuos.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de tipo extractivas de especies dentro de sus instalaciones.
VS4	Se permitirá el establecimiento de viveros y criaderos de especies nativas con fines comerciales, de autoconsumo, investigación, restauración, y ecoturismo, con el respectivo permiso de la SEMARNAT, autoridad competente y el OT.	Es necesario producir especies para estimular su recuperación y conservación.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de instalación de viveros o criaderos de ningún tipo dentro de sus instalaciones.
VS5	Deben estar sujetas a	Preservar el patrimonio	El proyecto hidroeléctrico GAYA,

	observación las actividades de protección biológica con objetivos comerciales o estratégicos de material genético, semillas, frutos, partes vegetativas y organismos completos o para la bioprospección no autorizada, siendo los dueños de los terrenos los únicos beneficiarios de su manejo y aprovechamiento, siempre que no los saquen del territorio.	biocultural de los pueblos mexicanos.	por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades que alteren la vida silvestre dentro de sus instalaciones.
VS7	Se permitirá el aprovechamiento de flora y fauna silvestres con fines de autoconsumo y comerciales con la autorización y supervisión de la SEMARNAT y el OT.	En determinadas UGA's es posible aprovechar comercialmente las especies naturales.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de aprovechamiento de flora y fauna dentro de sus instalaciones.

Tabla III.18. Vinculación de Criterios Ecológicos del Sector Preservación de Manantiales y Acuíferos.

Criterio (Clave)	Descripción	Justificación Técnica	Vinculación
Sector Preservación de Manantiales y Acuíferos			
PA1	Es inconveniente que en la zona de acuíferos sea ampliada la infraestructura humana en cualquiera de sus variantes, en virtud de ser de importancia estratégica para la capacitación y distribución de agua para consumo humano.	Los centros de captación de agua para uso humano deben ser cuidados al máximo, pero respetando las viviendas existentes.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades de construcción que afecten al nivel freático de los acuíferos.
PA4	Deberán tomarse medidas necesarias para construir un proyecto para la captación, canalización y tratamiento correctivo de las aguas negras en un plazo no mayor a un año a partir de la fecha de promulgación del presente ordenamiento y bajo la supervisión del OT.	Los estudios indican que se ésta afectando seriamente a la flora y la fauna de las grutas por efecto de que se arrojan las aguas negras.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad considera realizar actividades de reforestación dentro de sus instalaciones reforzando así la captación de agua y no generara aguas negras.
PA5	Deberá realizarse un proyecto para analizar las condiciones de las grutas en su carácter de sistema geológico kárstico para conocer las condiciones de la calidad del agua, conductividad de flujos y acumulación de basura y proponer las soluciones necesarias.	Se desconoce la mayor parte de los componentes cuantitativos y cualitativos del sistema de grutas, y es importante para el socio-ecosistema de	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades dentro de grutas.

		la región.	
PA6	La utilización del agua potable o industrial deberá estar restringida por el Comité Central del Agua, los comités locales, el OT y las autoridades correspondientes.	De inmediato deben conocerse los receptores de agua potable para iniciar la corrección de los problemas.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera realizar actividades con agua potable dentro de sus instalaciones y se solicitó a CONAGUA el permiso para uso del agua de Cauce del Río.
PA7	El entubamiento, la desviación, la contaminación, desecamiento, obstrucción de cauces, ríos o manantiales, lagunas y otros cuerpos de agua deben ser regulados estrictamente.	Los actos individuales o sin estudios de respaldo están afectando la captación, disponibilidad, distribución y calidad del líquido.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad considera utilizar el agua necesaria respetando el caudal ecológico necesario.
PA8	La utilización de nuevos manantiales, cuerpos de agua o perforación de pozos para la extracción de agua sólo deberá ser autorizada para aprovechamientos básicos para las comunidades y no para los particulares, tomando en cuenta la disponibilidad actual y proyectada del acuífero y siempre con las autorizaciones de las dependencias correspondientes.	Los actos individuales o sin estudios de respaldo están afectando a la captación, disponibilidad, distribución y calidad del líquido.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad no considera utilizar el agua proveniente de los acuíferos.
PA9	Se refrenda que la Ley de Aguas Nacionales establece con precisión que los cuerpos y corrientes de agua, así como los lechos que los albergan pertenecen a la nación. Por ello el uso de las cavernas, los escurrimientos, los embalses, lagunas, etcétera, deberán ser regulados por dicha legislación, así como por las disposiciones de carácter municipal. El aprovechamiento privado de dichos espacios deberá estar	Los actos individuales o sin estudios de respaldo están afectando la captación, disponibilidad, distribución y calidad del líquido y los lechos que lo albergan.	El proyecto hidroeléctrico GAYA, por su naturaleza de instalaciones y actividad considera utilizar el agua necesaria respetando el caudal ecológico necesario

A su vez esta Unidad de Gestión Ambiental tiene asignados distintos lineamientos ecológicos, los cuales se enlistan a continuación; también se indican las acciones con las que el Proyecto GAYA se compromete al cumplimiento:

Tabla III.19. Lineamientos Ecológicos aplicables a la UGA 01-XOCO-02.

Clave	Tipo de lineamiento	Lineamiento Ecológico	Acciones para cumplimiento
LE04	Conservación	Mantener la Calidad del Suelo	Implementación de los Programas de Conservación de Suelos, de Reforestación y Compensación Ambiental, que incluyen las medidas de mitigación y compensación con las que se contribuirá a la conservación de la calidad del suelo en la región, incluyendo área del Municipio de Cuetzalan como sea permitido.
LE10	Aprovechamiento y Conservación	Mejoramiento de los agroecosistemas	Aunque el Proyecto Gaya no pertenece al sector productivo de agricultura, la gestión del Proyecto puede tener alcances de colaboración a proyectos productivos de este tipo.
LE12	Aprovechamiento y Conservación	Mantener la agricultura existente	

Proyecto Hidroeléctrico GAYA, se planea realizar una modificación del ecosistema en el sitio donde pretende desarrollarse, éste también plantea el compromiso de realizar e implementar diversos programas ambientales con las medidas de prevención, control, mitigación y compensación ambiental que garanticen el manejo ambiental responsable del Proyecto, tales como el programa de reforestación, de conservación de suelos, y los programas de rescate y reubicación de flora y fauna; esto con el fin de contrarrestar y compensar el daño generado al ambiente por la realización del mismo.

Es por ello que tomando en cuenta todo lo anterior, se puede indicar que el proyecto de generación de energía eléctrica no se contrapone con ningún lineamiento establecido en el POET del municipio de Cuetzalan del Progreso, compensando con los programas ambientales aquellos lineamientos donde pudiera considerarse condicionado.

III.6.2 Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan del Progreso, Puebla 2014-2018.

La visión del Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan del Progreso es proyectar el liderazgo de Cuetzalan al ámbito estatal y nacional, a través de una corresponsabilidad social, superando los rezagos en materia de servicios, mejorando la seguridad, la atención a la salud, la educación y el cuidado del medio ambiente, haciendo de las costumbres y tradiciones ancestrales el eje central de la oferta turística del municipio, y con ello se generen empleos, y desarrollo en nuestras comunidades indígenas.

Dentro de este Plan se plasman cinco ejes estratégicos, en los cuales el proyecto en cuestión se vincula con los siguientes: Desarrollo Económico Sostenible, Desarrollo Municipal con Responsabilidad Ambiental y el de Infraestructura y Servicios para el Desarrollo, los cuales se alinean al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en sus metas: México Incluyente, México Próspero y México con Responsabilidad Global.

Lo que busca el eje denominado Desarrollo Económico Sostenible, es un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, contemplando así la responsabilidad social del gobierno con el medio ambiente y con la dignidad del ser humano. Dentro de este eje se plasman diversas estrategias, las cuales se vinculan directamente con el proyecto aún cuando éste ocupará tan solo 0.21 ha de las 18,166 ha que aproximadamente tiene el Municipio.

A continuación se enlistan las estrategias del Plan de Desarrollo Municipal las cuales son compatibles con el Proyecto:

- Fomentar la competitividad de los sectores primario y terciario del municipio;
- Fomentar la diversificación de las actividades productivas en el medio rural para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales;
- Generar las condiciones necesarias para atraer inversiones al municipio, que se traduzcan en nuevos empleos y desarrollo.

A su vez, a través del eje Desarrollo Municipal con Responsabilidad Ambiental se pretende orientar la búsqueda del desarrollo municipal y el bienestar de la población mediante una administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera que sea posible mejorar las condiciones de vida de los pobladores del municipio, sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Asimismo se busca incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social de Cuetzalan.

Por último, el eje estratégico quinto denominado “Infraestructura y Servicios para el Desarrollo” se proyecta crear las condiciones necesarias de infraestructura y servicios de calidad para incidir en el desarrollo municipal y el bienestar de sus habitantes. Para

conseguir este término, deberán seguirse diversas estrategias, las cuales se relacionan estrechamente con el proyecto, estas estrategias son:

- Crear las condiciones de infraestructura para ofrecer con calidad los servicios que por ley corresponden al Ayuntamiento, en beneficio de la ciudadanía;
- Generar un esquema de corresponsabilidad en la prestación de los servicios públicos que permita garantizar la continuidad y calidad de los mismos.

Si bien el proyecto ocuparía una superficie mínima del Municipio de Cuetzalan (apenas 0.21 ha de las 18,166 ha que tiene el Municipio), y considerando que la documentación legal de los propietarios de los predios acreditan que éstos se ubican en el Municipio de Zacapoaxtla, también es cierto es que las obras y actividades están alineadas a los principios y políticas del Plan de Desarrollo Municipal de Cuetzalan.

III.7 Cumplimiento y gestión de permisos

Como parte de la Planificación del Proyecto, la identificación de permisos y obligaciones legales en materia ambiental ha sido una prioridad para el Proyecto GAYA, de tal manera que a la fecha, no solo ha realizado una cantidad importante de estudios técnicos y ambientales para la elaboración del presente documento, también se ha tenido un acercamiento con las autoridades federales y locales del sector eléctrico, se han obtenido ya algunos importante permisos, tales como:

- Permiso de generación de electricidad. Oficio de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), Diciembre 2013.
- Prefactibilidad de interconexión eléctrica. Oficio del Centro Nacional de Control de Energía. (CENACE). Abril 2015
- Autorización de Gasto Ecológico. Oficio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Enero 2016.

Asimismo se tiene una importante gestión realizada con la comunidad que se encuentra cercana al sitio del Proyecto, en su zona de influencia desde hace más de 3 años; aunque se reconoce la presencia de representantes y grupos sociales con actividad regional y nacional que se oponen al desarrollo de proyectos de infraestructura para la generación de electricidad, aunque sean procesos renovables, limpios y de baja escala, cuyos impactos negativos tanto sociales como ambientales sean de baja extensión y mitigables.

En todo caso, el promovente del Proyecto Gaya declara su compromiso de responsabilidad social, técnica y legal para con las comunidades y autoridades, tanto municipales, estatales y federales, en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

CAPITULO IV**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN****CONTENIDO**

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y AREA DEL PROYECTO, ASÍ COMO SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .	1
IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....	1
IV.2 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO.....	5
IV.2.1. Clima	5
IV.2.2. Geología y geomorfología.....	17
IV.2.3. Sismicidad	25
IV.2.4. Edafología	28
IV.2.5. Hidrología superficial	31
IV.2.6. Hidrología subterránea	34
IV.2.5. Calidad del agua del río Apulco	36
IV.2.5.1 Análisis de la calidad del agua según NOM-001-SEMARNAT-1996.	36
IV.2.5.2 Indicadores de Calidad del Agua de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	40
IV.2.5.3. Análisis de la calidad del agua por parámetros biológicos (Estudio Limnológico)	45
IV.2.5 Aprovechamientos hidráulicos	51
IV.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO	53
IV.3.1 Vegetación	53
IV.3.1.1 Tipos de vegetación en la superficie del predio.....	57
IV.3.1.2. Análisis y conclusiones de la vegetación en el sitio	71
IV.3.2. Fauna silvestre terrestre	72
IV.3.2.1 Composición de especies en el predio.....	73
IV.3.2.2- Análisis y conclusiones de la fauna en el sitio	85
IV.3.3 Caracterización ictiológica (peces)	86
IV.3.3.1 Metodología.....	86
IV.3.3.2 Resultados.....	87
IV.3.4 Paisaje.....	89
IV.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	92
IV.4 1. Ubicación de Localidades.....	93

IV.4.2. Datos Demográficos	96
IV.4.3. Población Indígena	100
IV.4.4. Religión	105
IV.4 5. Índices de marginación	107
IV.4 6. Salud	109
IV.4 7. Educación.....	111
IV.4 8. Servicios en viviendas	116
IV.4 9. Situación Económica	117
IV.4.10. Economía Municipal	120
IV.4.11. Actividades con la comunidad.....	121
IV.4.12 Conclusión sobre el medio socioeconómico	123

LISTA DE TABLAS

Tabla IV.1. Características de la estación climatológica Zacapoaxtla.....	8
Tabla IV.2. Temperatura máximas en la estación Zacapoaxtla SMN.	8
Tabla IV.3. Temperatura mínima en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN	9
Tabla IV.4. Días con niebla registrados en la estación Zacapoaxtla.....	10
Tabla IV.5.. Precipitación total mensual en la estación Zacapoaxtla.	11
Tabla IV.6. Lluvias máximas mensuales en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN.....	12
Tabla IV.7. Identificación de muestras y puntos de muestreo de agua.....	36
Tabla IV.8. Resultados del monitoreo de la calidad del agua Río Ochiateno y río Apulco	39
Tabla IV.9. Escala de Clasificación de Calidad del Agua DBO ₅	41
Tabla IV.10. Escala de Clasificación de Calidad del Agua DQO	41
Tabla IV.11. Escala de Clasificación de Calidad del Agua SST.....	42
Tabla IV.12. Concentración de DBO ₅ para cada punto muestreado en Río Ochiateno	42
Tabla IV.13. Concentración de DBO ₅ para cada punto muestreado en Río Apulco.....	43
Tabla IV.14. Concentración de DQO para cada punto muestreado en Río Ochiateno	43
Tabla IV.15. Concentración de DQO para cada punto muestreado en Río Apulco.....	43
Tabla IV.16. Concentración de SST para cada punto muestreado en el Río Ochiateno.....	43
Tabla IV.17. Concentración de SST para cada punto muestreado en Río Apulco.....	44
Tabla IV.18. Macroinvertebrados	49
Tabla IV.19. Evaluación de calidad ambiental usando como bioindicadores a la comunidad de Macroinvertebrados	50
Tabla IV.20. Tipos de Vegetación	53
Tabla IV.21. Especies arbóreas registradas en el Inventario Nacional Forestal 2007 para la microcuenca Zacapoaxtla.	55

Tabla IV.22. Especies de flora observadas en el área del proyecto.	64
Tabla IV.23 Número de individuos observados en el estrato arbóreo.	64
Tabla IV.24. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato arbóreo.	65
Tabla IV.25. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato arbóreo.	66
Tabla IV.26. Especies de flora observadas en el estrato arbustivo.	67
Tabla IV.27. Número de individuos observados en el estrato arbustivo.	67
Tabla IV.28. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato arbustivo.	67
Tabla IV.29. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato arbustivo.	68
Tabla IV.30.. Especies de flora observadas en el estrato herbáceo.	69
Tabla IV.31. Número de individuos observados en el estrato herbáceo.	69
Tabla IV.32.. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato herbáceo.	69
Tabla IV.33. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato herbáceo.	70
Tabla IV.34. Especies de la avifauna observada.	75
Tabla IV.35.. Frecuencia, dominancia y densidad de la avifauna.	76
Tabla IV.36. Índice de diversidad de Shannon calculado para la avifauna.	77
Tabla IV.37. Especies de mastofauna observadas.	79
Tabla IV.38. Frecuencia, dominancia y densidad de la mastofauna observada.	80
Tabla IV.39. Índice de diversidad de Shannon calculado para la mastofauna observada.	81
Tabla IV.40.. Especies de herpetofauna observada.	83
Tabla IV.41. Frecuencia, dominancia y densidad de la herpetofauna observada.	83
Tabla IV.42. Índice de diversidad de Shannon para la herpetofauna observada.	84
Tabla IV.43. Especies colectadas y estatus de conservación por sitio. Se incluyen los números de catálogo correspondientes de la CNPE-IBUNAM.	88
Tabla IV.44 Localidades en el municipio de impacto del proyecto.	93
Tabla IV.45 Localización geográfica del municipio y sus localidades.	94
Tabla IV.46 Población por género de las localidades.	97
Tabla IV.47. Localidades por grupo de edad.	98
Tabla IV.48 Población infantil por género.	99
Tabla IV.49. Presencia indígena en el municipio de Zacapoaxtla.	100
Tabla IV.50. Principales lenguas indígenas en las localidades del área de estudio.	101
Tabla IV.51. Población indígena lengua hablante, monolingüe y bilingüe las localidades del área de estudio.	103
Tabla IV.52. Religión en las localidades del área de estudio.	106
Tabla IV.53. Índices de marginación municipal y local.	108
Tabla IV.54. Servicios de salud.	110
Tabla IV.55. Niveles de escolaridad.	111
Tabla IV.56. Porcentajes de Niveles de escolaridad.	112

Tabla IV.57. Niveles de alfabetismo y escolaridad	115
Tabla IV.58. Niveles de marginalidad de servicios en las viviendas	116
Tabla IV.59. Situación socioeconómica.....	118
Tabla IV.60. Economía municipal.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura IV.1. Polígono del Sistema Ambiental Regional	4
Figura IV. 2. Climas	7
Figura IV. 3. . Temperatura y precipitación de la estación Zacapoaxtla.....	10
Figura IV.4. . Días con nubosidad en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN.	11
Figura IV.5. Precipitación total mensual en la estación Zacapoaxtla	12
Figura IV. 6. Lluvias máximas mensuales en la estación Zacapoaxtla.	13
Figura IV.7. Peligro por Ciclones Tropicales	14
Figura IV.8. Peligro por viento.....	15
Figura IV.9. Tormentas electricas	16
Figura IV.10. Topografía del Proyecto.....	21
Figura IV.11. Carta Geológica.....	22
Figura IV.12. Deslizamiento de Laderas	23
Figura IV.13. Fallas y fracturas geológicas.....	24
Figura IV.14. Regiones Sísmicas en México	25
Figura IV.15. Escala de Mercalli.....	27
Figura IV.16. Edafología del proyecto Gaya.....	30
Figura IV.17. Hidrología superficial del Proyecto Gaya	35
Figura IV.18. Ubicación de los puntos de muestreo	37
Figura IV.19. Aprovechamientos Superficiales.....	52
Figura IV.21. Forma de sitio para muestreo del estrato arbustivo	59
Figura IV.22. Forma de sitio para muestreo del estrato herbáceo.	60
Figura IV.23. Trabajo de campo para el inventario florístico del proyecto.	61
Figura IV.24. Midiendo DAP en campo	61
Figura IV.25. Valor de importancia para las especies del estrato arbóreo.....	66
Figura IV.26. Valor de importancia para las especies del estrato arbustivo.....	68
Figura IV.27. Valor de importancia para las especies del estrato herbáceo	70
Figura IV.28. Especies de flora y fauna en el ecosistema del país según el Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad.	72
Figura IV.29.. Diagrama ilustrativo del método de punto de conteo.	74
Figura IV.31. Valor de importancia para las especies de la mastofauna observada.	80

Figura IV.32. Valor de importancia para las especies de herpetofauna.....	84
Figura IV.32. Relación de ejemplares colectados por especie y sitio de muestreo.....	87
Figura IV.33. Localidades Cercanas al Proyecto Gaya	95

INDICE DE ANEXOS

Anexo IV.1. Coordenadas UTM del Sistema Ambiental (archivo electrónico)	
Anexo IV.2. Reporte de análisis físico-químico de agua	
Anexo IV.3. Estudio Limnológico	
Anexo IV.4. Estudio Ictiológico	
Anexo IV.5. Anexo Fotográfico	
Anexo IV.6. Trabajos realizados con la comunidad	

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y AREA DEL PROYECTO, ASÍ COMO SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Con fundamento en Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (LGEEPA), por la naturaleza de este Proyecto, que requiere el aprovechamiento de agua de un tramo del río Apulco para la generación de electricidad, puede clasificarse inicialmente como un proyecto que alterará la cuenca hidrológica, según el Artículo 11, fracción I, es por este motivo que el Sistema Ambiental está delimitado con base en criterio de cuenca hidrológica, a nivel microcuenca, y así esta Manifestación de Impacto Ambiental se presenta como Modalidad Regional, independientemente de que también se presenta un análisis del sitio del proyecto, y en la evaluación de los impactos ambientales se define el alcance de la influencia que puede tener el Proyecto en Sistema Ambiental y viceversa.

Así, en este capítulo presenta la Descripción del Sistema Ambiental Regional (microcuenca hidrológica) en donde se ubicará el Proyecto como espacio geográfico de referencia dentro del cual se inserta el sitio del Proyecto, y a partir del cual se caracterizan y comparan las condiciones socio-ambientales del sitio del Proyecto antes de su ejecución.

El Sistema Ambiental Regional como espacio geográfico, es el área de referencia en el que se encuentra inserto el sitio del proyecto para su estudio y análisis ambiental. Su caracterización se refiere a la descripción y análisis integral de sus elementos bióticos y abióticos, con el objeto de hacer la identificación de sus condiciones ambientales antes de la ejecución del Proyecto y de sus principales tendencias de desarrollo y/o deterioro; esto con base en las premisas del comportamiento sistémico del medio ambiente, tal que dentro del SAR se delimitan y estudian los elementos que interactúan de forma dinámica en procesos de desarrollo y conservación ambiental.

IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El método aplicado para la identificación y delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), toma en cuenta la naturaleza del Proyecto y el aprovechamiento del agua del río Apulco como recurso eje o bien ambiental, por lo que se determinó el criterio de delimitación de cuenca, sub-cuenca y microcuenca hidrográfica, como unidades territoriales aceptadas para estudiar, planear y ejecutar proyectos y políticas de manejo ambiental (Cotler y col, 2013).

El concepto de microcuenca se base en el hecho de que cada cuenca o microcuenca está fisiográficamente delimitada por una barrera natural del relieve topográfico tal que su morfología territorial genera un espacio geográfico diferenciado; es decir, una cuenca hidrográfica es una unidad morfográfica superficial, delimitada por divisorias (parteaguas) desde las cuales escurren aguas superficiales.

Basado en la ubicación geográfica del sitio del proyecto, el primer elemento tomado en cuenta para la definición del SAR es la Región hidrológica en la que el Proyecto se inserta, resultando la RH-27 Norte de Veracruz, cuya superficie cubre parte de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, y la conforman cuatro cuencas hidrológicas: la del río Tuxpan, río Cazones, río Tecolutla, y río Nautla. El sitio del proyecto se ubica dentro de la cuenca del río Tecolutla.

En siguiente orden, se identificó la subcuenca del río Apulco, y finalmente se consideró a la microcuenca, que es el área de cuenca más pequeña donde se inserta el proyecto y es parcialmente ocupada por el municipio de Zacapoaxtla, estado de Puebla, por lo que para términos de este documento se denomina Microcuenca Zacapoaxtla y corresponde así al Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

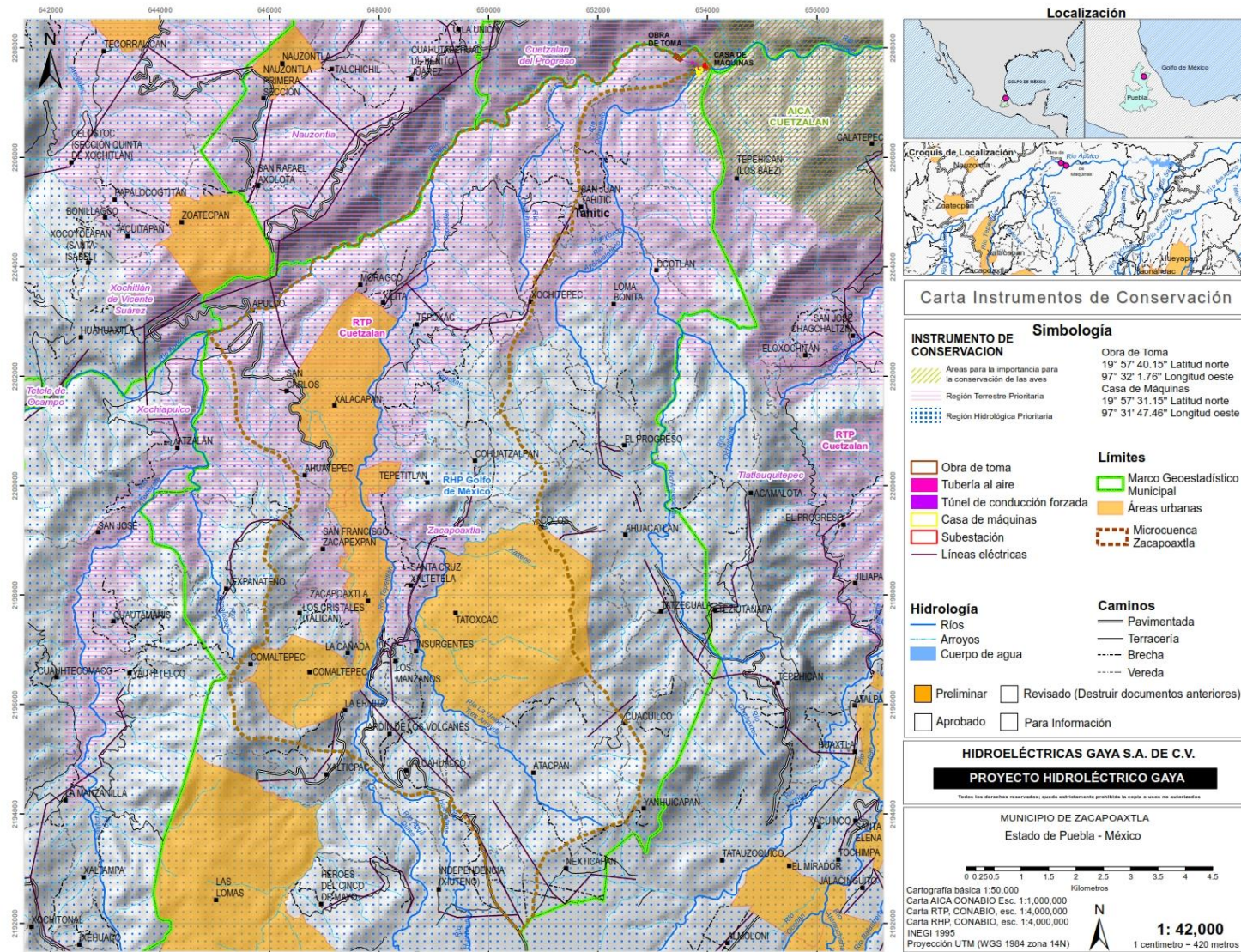
- **RH-27, Tuxpan-Nautla,**
 - **Cuenca del río Tecolutla.**
 - **Subcuenca de río Apulco.**
 - **Microcuenca Zacapoaxtla.**

De esta manera, el Sistema Ambiental Regional del Proyecto queda delimitado por el polígono que se muestra en la Figura IV.1, denominado microcuenca Zacapoaxtla del río Apulco, con límite superior en la parte alta de la cuenca, aguas arriba del sitio del Proyecto, y como límite inferior aguas abajo del sitio del Proyecto, después de la casa de máquinas y canal de desfogue, tal que se extiende desde el sur de la ciudad de Zacapoaxtla, a unos 6.5 km, en la coordenada 19° 48'57.81" N – 97°33'42.97" O, hasta su extremo norte en donde se ubica la obra de la casa de máquinas del Proyecto (ultima instalación del Proyecto, aguas abajo). La superficie de la microcuenca del SAR es de 6,572.99 ha aproximadamente.

En anexo IV.1 se presentan las coordenadas geográficas correspondientes a la delimitación del Sistema Ambiental Regional. Esta microcuenca se analizó con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) publicado por la SEMARNAT.

Si bien la superficie de las dimensiones del proyecto (3.1065 ha) son considerablemente menores en proporción con la superficie del SAR (6,572 ha), se ha considerado el funcionamiento sistémico de la microcuenca en donde se insertan las obras y actividades del Proyecto que es evaluado, aun tratándose de una mini central, y sus ventajas ambientales particulares tales como: hilo de agua, sin presa de almacenamiento, con mantenimiento de caudal ecológico, sin uso de sustancias químicas, sin consumo o transformación química del agua, y con reintegración del agua en la misma microcuenca.

Figura IV.1. Polígono del Sistema Ambiental Regional



Una vez delimitado el Sistema Ambiental Regional, se procedió a la sobreposición de mapas temáticos de acuerdo con los elementos ambientales característicos de los ecosistemas en el área y el tipo de proyecto, tales como: estaciones climáticas, clima, temperaturas mínimas y máximas, precipitación, edafología, geología, provincias fisiográficas, subprovincias fisiográficas, topoformas, uso de suelo y vegetación, cuencas y subcuencas.

A través del análisis de esta cartografía, las consultas en fuentes bibliográficas y los estudios de campo, se definieron las características del medio físico y biológico en sus dos niveles de escala geográfica: Sistema Ambiental Regional y Sitio de Proyecto, así como la variabilidad de los componentes ambientales en el sistema, con el propósito de determinar el grado de deterioro o conservación de los mismos, y reflejar su comportamiento y sus tendencias. El análisis de estos componentes se presenta en las siguientes secciones.

IV.2 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

Como aspectos abióticos se describen y analizan a continuación el clima, temperaturas, fenómenos climatológicos extremos (nortes, tormentas tropicales y huracanes), precipitación, vientos, geología y geomorfología, suelos, hidrología superficial y subterránea, hidrología subterránea, aprovechamientos hidráulicos y concesiones de agua.

IV.2.1. Clima

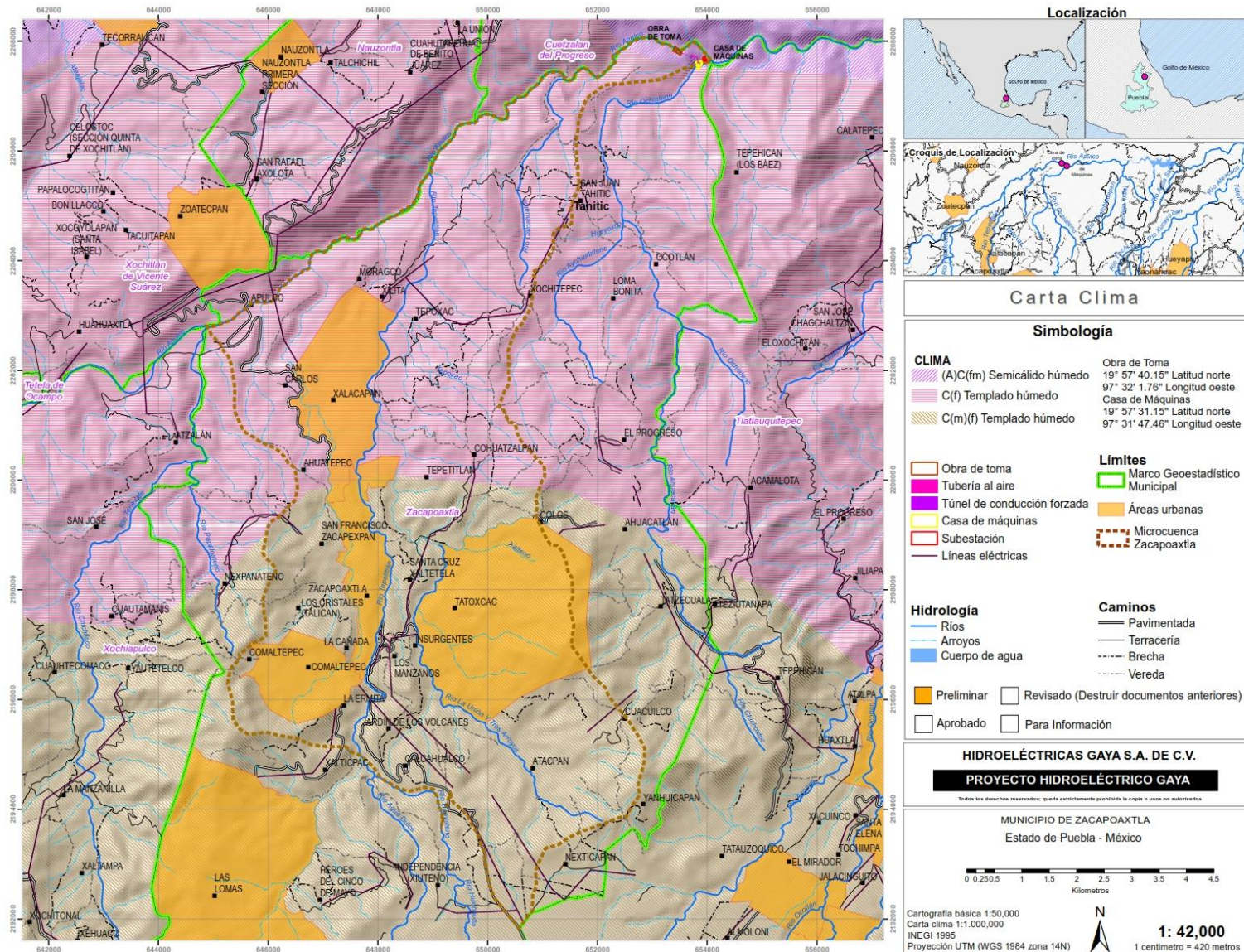
En la microcuenca Zacapoaxtla, se presentan los siguientes climas:

- Templado húmedo con abundantes lluvias en verano. C(f)(m). Con lluvias todo el año, precipitación del mes más seco superior a 40 mm, % de lluvia invernal mayor de 18. Temperatura media anual entre 12° y 18° C. Temperatura media del mes más frío entre -3° y 18° C. Esta unidad climática se encuentra ubicada en la parte sur del Sistema Ambiental Regional.
- Templado subhúmedo C(f) con lluvias en verano, de mayor humedad. Lluvias de verano y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Temperatura media anual entre 12° y 18° C. Temperatura media del mes más frío entre -3° y 18° C. Los más húmedos de los subhúmedos con un coeficiente P/T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual ° C) mayor a

55.0. Esta unidad climática cubre la parte central del Sistema Ambiental Regional extendiéndose hasta la parte norte del mismo

- Semicálido húmedo (A)C(fm), donde la temperatura media anual fluctúa entre 18° y 24°C y la precipitación total anual entre 1 200 y 4 500 mm; en todas ellas la lluvia invernal corresponde a menos del 18% de la precipitación total anual. Esta unidad climática se localiza al noreste del Sistema Ambiental Regional y se asientan las instalaciones del Proyecto Hidroeléctrico. Ver Figura IV.2. Climas

Figura IV. 2. Climas



Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación 21103 Zacapoaxtla del Servicio Meteorológico Nacional, la localización y distancia al proyecto de dicha estación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV.1. Características de la estación climatológica Zacapoaxtla

No. Identificación	Nombre	Localización	Coordenadas Geográficas	Altitud	Distancia al punto medio del trazo del proyecto
00021103	Zacapoaxtla	Zacapoaxtla, Puebla	19°52'18" latitud norte 97°35'18" longitud oeste	1,828.0 msnm	11.5 km

Los datos de temperaturas máximas y mínimas obtenidas de la estación climática, corresponden al periodo 1971-2010 y se presentan en las siguientes tablas:

Tabla IV.2. Temperatura máximas en la estación Zacapoaxtla SMN.

Elementos °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura Media Normal	12.9	13.6	16.4	18.0	19.2	18.1	16.8	16.9	15.7	14.5	14.5	13.7
Años con datos	25	25	24	25	26	27	27	24	27	26	28	27
Temperatura Máxima Normal	19.2	19.8	22.9	24.3	25.4	23.4	22.0	22.3	21.8	20.8	20.4	19.8
Máxima mensual	23.4	25.3	26.4	27.5	28.1	28.2	23.6	24.2	24.5	24.2	25.4	25.1
Año de Máxima	1982	1997	1997	1984	1998	1998	1989	1997	1997	1979	1996	1996
Máxima Diaria	34.0	32.0	34.0	35.0	35.5	34.0	28.5	29.0	28.5	30.5	31.0	32.0
Fecha Máxima Diaria	09/77	20/80	18/77	22/83	27/73	07/98	18/93	09/80	27/76	10/77	08/77	19/77
Años con datos	25	25	24	25	27	27	27	24	27	26	28	27

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000. Estación Zacapoaxtla

Tabla IV.3. Temperatura mínima en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN

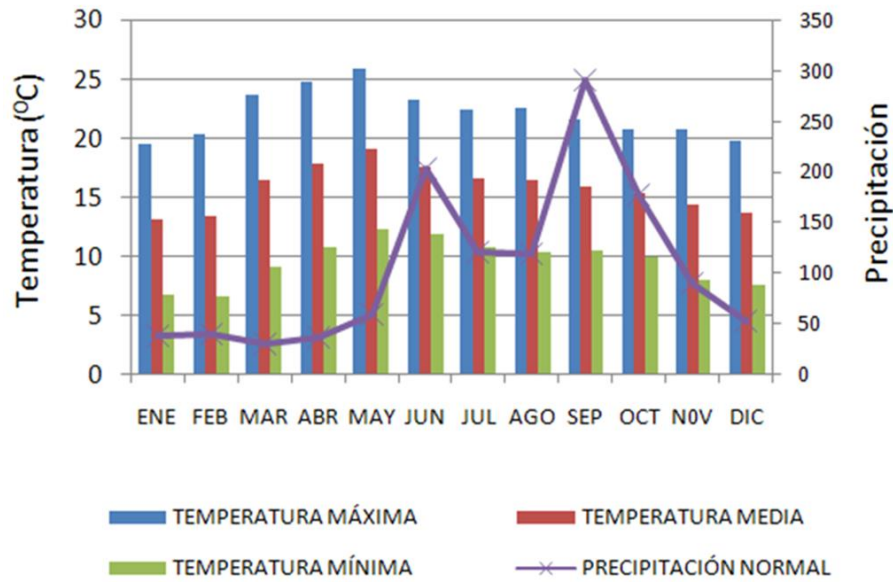
Elementos °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura Mínima Normal	6.7	7.3	9.9	11.7	13.1	12.7	11.6	11.5	11.9	10.5	8.7	7.6
Mínima mensual	3.5	4.8	6.4	6.9	9.1	6.9	8.1	8.6	9.2	8.2	3.3	5.
Año de mínima	1999	1999	1999	1999	1997	1999	2000	1998	1989	1999	1999	1998
Mínima diaria	-5.0	-2.5	0.0	3.0	5.0	0.5	5.0	4.0	4.0	0.0	-2.0	-11.0
Fecha Mínima de Diaria	03/79	24/76	13/93	08/71	24/99	17/88	15/99	15/99	01/89	18/97	29/99	31/97
Años con datos	25	25	24	25	26	27	27	24	27	26	28	27

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000. Estación Zacapoaxtla

De acuerdo con los datos anteriores, la zona presenta una temperatura anual media normal de 16.1°C, una temperatura anual máxima normal de 21.8 y una temperatura anual mínima normal de 10.3°C.

Los meses con máximas temperaturas en el periodo de 1971-2000, corresponden a los meses de abril, mayo y junio, siendo éste último el mes en donde se presentó la mayor temperatura; los meses que presentaron menores temperaturas fueron diciembre, enero y febrero, siendo el mes más frío enero.

En la figura IV.3 se muestran las características del clima de la región donde pretende desarrollarse el proyecto:



Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000.

Figura IV. 3. Temperatura y precipitación de la estación Zacapoaxtla.

La presencia de niebla se manifiesta de forma constante, debido a las características morfológicas y climáticas de la región, favorecen se mantengan las condiciones de formación de niebla en cualquier época del año, aunque las condiciones climáticas se modifican notablemente durante la primavera, y generan que la niebla se reduzca en dicho periodo.

Tabla IV.4. Días con niebla registrados en la estación Zacapoaxtla.

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días con niebla	10.7	8.6	8.7	9.5	8.3	10.2	12.4	9.9	11.4	11.5	11.7	12.1
Años con datos	26	26	25	26	27	27	27	24	27	26	28	27

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000. Estación Zacapoaxtla

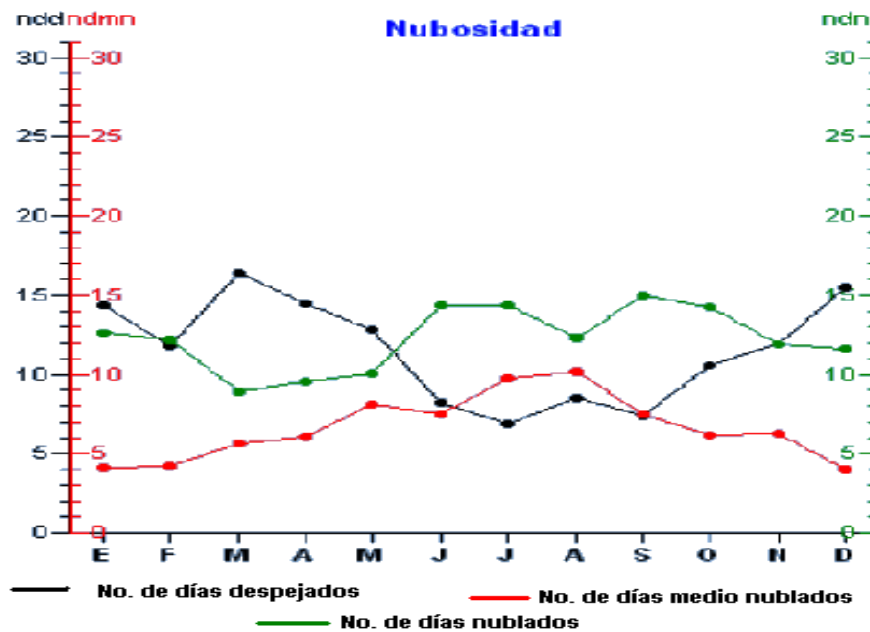


Figura IV.4. . Días con nubosidad en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN.

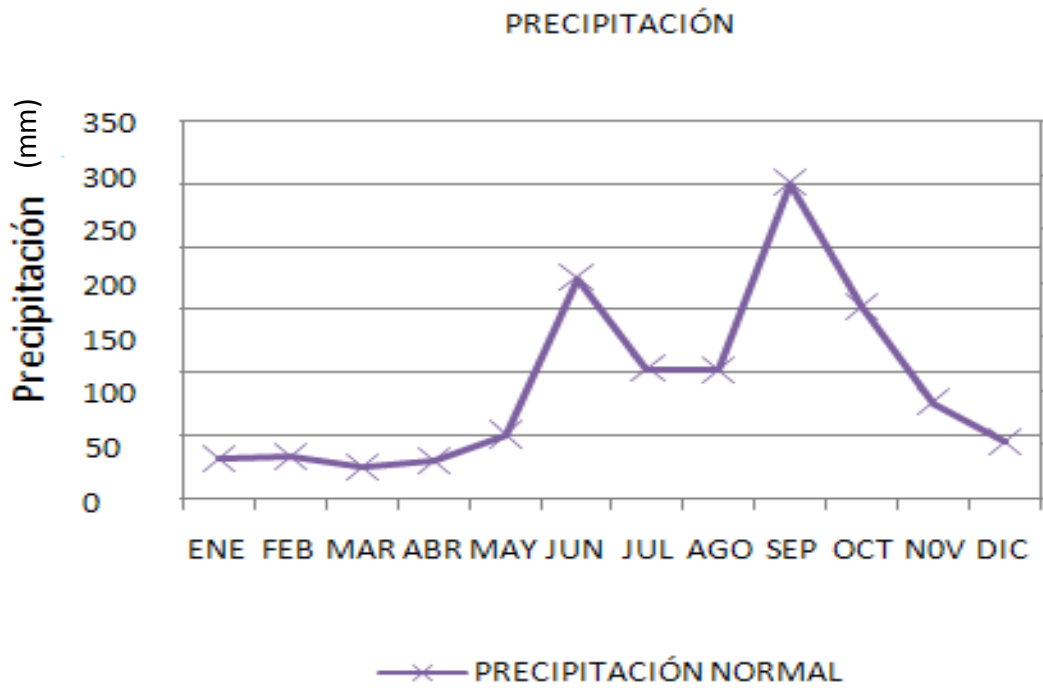
En relación con los registros de lluvia total mensual, es posible apreciar que el mes de mayor precipitación es septiembre, seguido por junio, agosto y julio; los meses restantes presentan una precipitación de menos de la mitad que los meses antes señalados

Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm)

Tabla IV.5. Precipitación total mensual en la estación Zacapoaxtla.

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación normal	38.7	27.8	36.2	45.9	70.4	179.3	125.3	133.2	317.8	225.9	103.0	45.9
Máxima mensual	131.5	85.5	110.7	117.5	377.0	516.5	237.6	387.0	843.5	1043.1	294.5	124.5
Año de máxima	1976	1999	1997	1988	1984	1974	1987	1981	1984	1999	1971	1973
Máxima Diaria	60.1	48.8	50.0	61.2	142.0	143.3	92.2	155.0	316.0	343.0	132.0	58.5
Fecha Máxima Diaria	25/90	11/99	19/97	21/93	08/84	11/00	03/91	05/79	20/74	05/99	12/86	07/73
Años con datos	26	26	25	26	27	27	27	24	27	26	28	27

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000. Estación Zacapoaxtla



Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000.

Figura IV.5. Precipitación total mensual en la estación Zacapoaxtla

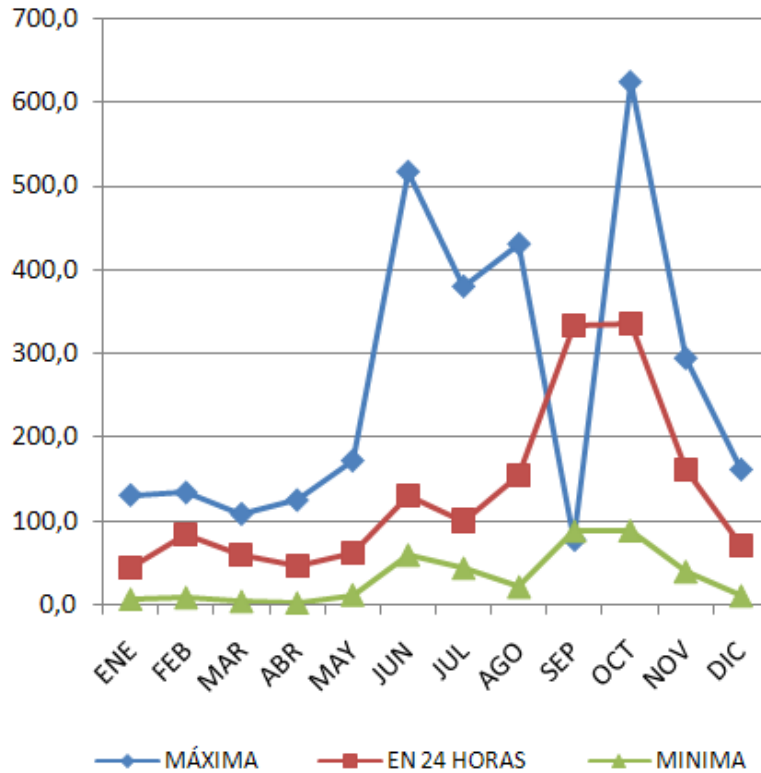
Como se puede observar en la tabla anterior, el promedio anual de precipitación es de 1,359.4 mm presentándose lluvias todo el año, siendo más abundantes entre los meses de junio a octubre y más escaso de diciembre a abril. El mes con más lluvia es septiembre y el mes con menos lluvias es marzo.

Con relación a los registros de lluvias máximas, se muestra que existe una mayor frecuencia en los meses de octubre y junio (tabla IV.7 y Figura IV.6.). Existe, asimismo se presenta una temporada con una frecuencia menor de lluvia para los meses de mayo y junio.

Tabla IV.6. Lluvias máximas mensuales en la estación Zacapoaxtla. Fuente: SMN.

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MÁXIMA	131.5	134.5	109.0	125.5	172.5	516.5	380.0	430.5	78.0	623.5	294.5	162.0
EN 24 HORAS	44.0	84.0	59.0	46.0	61.0	130.5	100.0	155.0	333.2	335.0	160.0	69.5
MINIMA	6.0	8.0	3.5	1.5	11.5	59.5	43.5	21.0	88.5	88.8	39.5	10.0

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000.



Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional período 1971-2000.

Figura IV. 6. Lluvias máximas mensuales en la estación Zacapoaxtla.

En lo referencia a riesgo por fenómenos asociados al clima, también denominados hidrometeorológicos, se ha consultado los mismos en el Atlas Nacional del Riesgos (<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>) elaborado por Centro Nacional de Prevención de Desastres, dado que no existe un Atlas de mayor detalle ni a nivel estatal ni a nivel municipal.

Riesgo asociado a Ciclones Tropicales.

Dentro del Sistema Ambiental Regional y en particular en el área de proyecto, se observa que existe un grado bajo de ser afectado por Ciclones Tropicales, Ver Figura IV.7 Peligro por Ciclones Tropicales.

Peligro por Vientos

Dentro del Sistema Ambiental Regional y en particular en el área de proyecto, se observa que existe un grado moderado de ser afectado por la acción de los vientos; Ver Figura IV.8 Peligro por Viento.

Figura IV.7. Peligro por Ciclones Tropicales

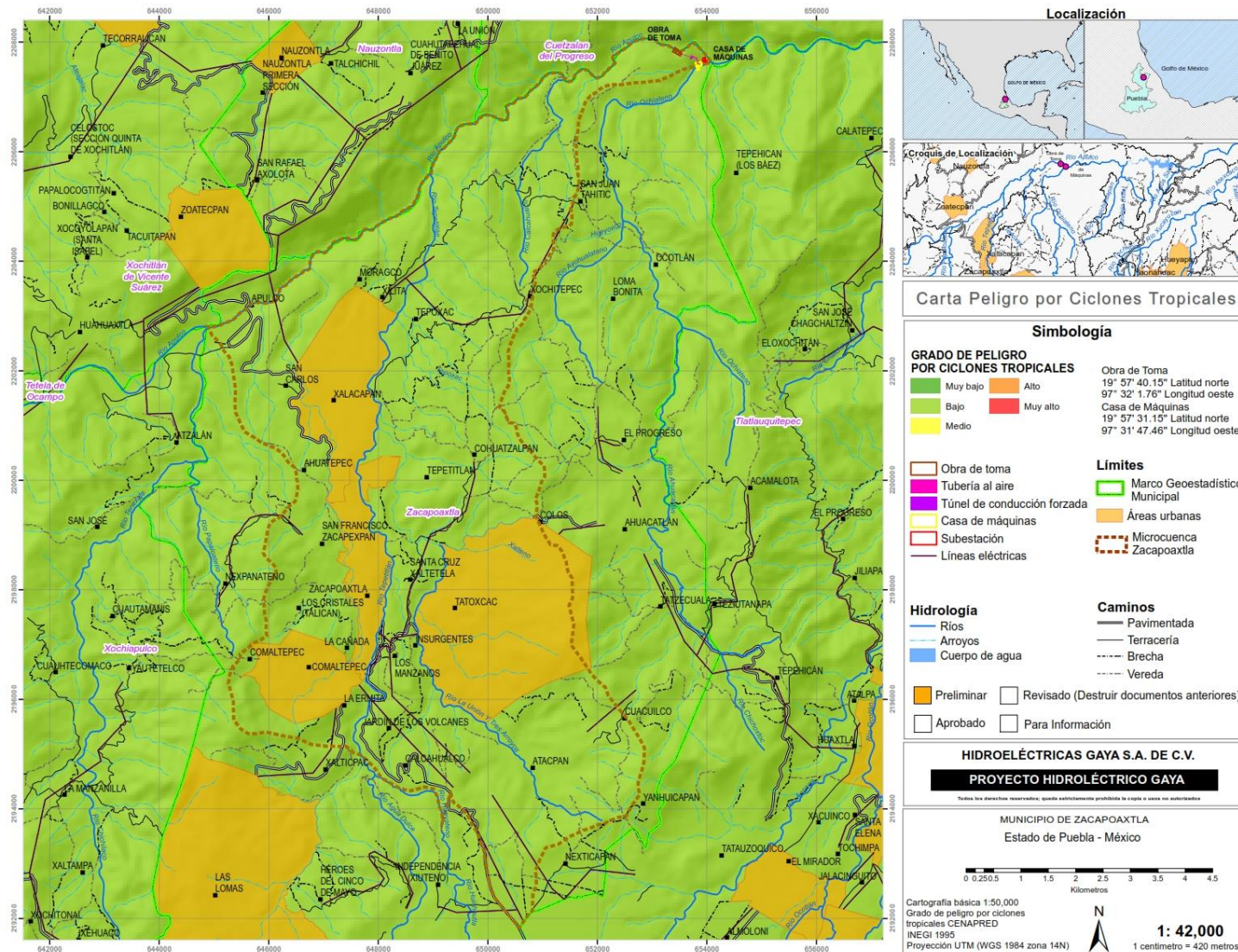


Figura IV.8. Peligro por viento

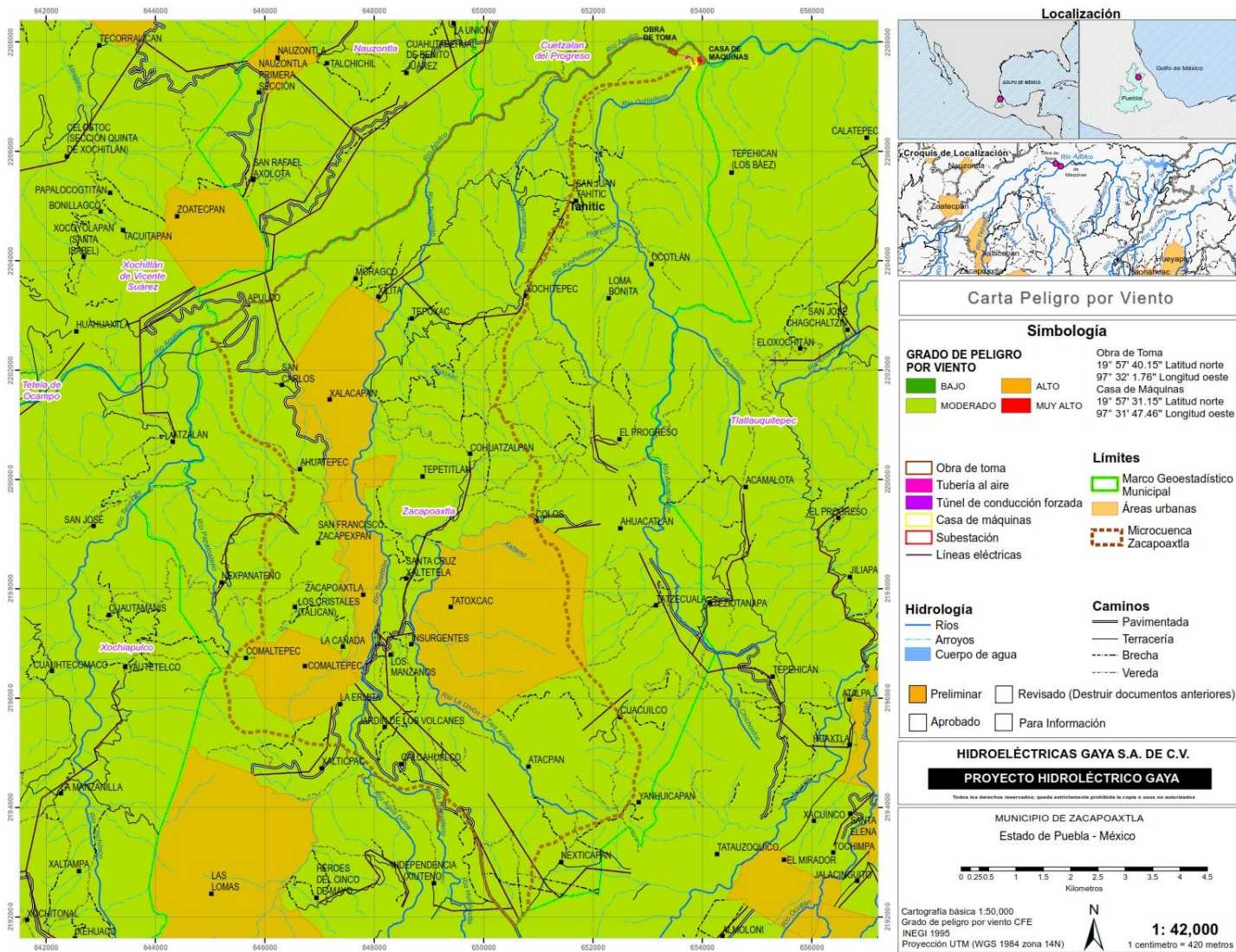
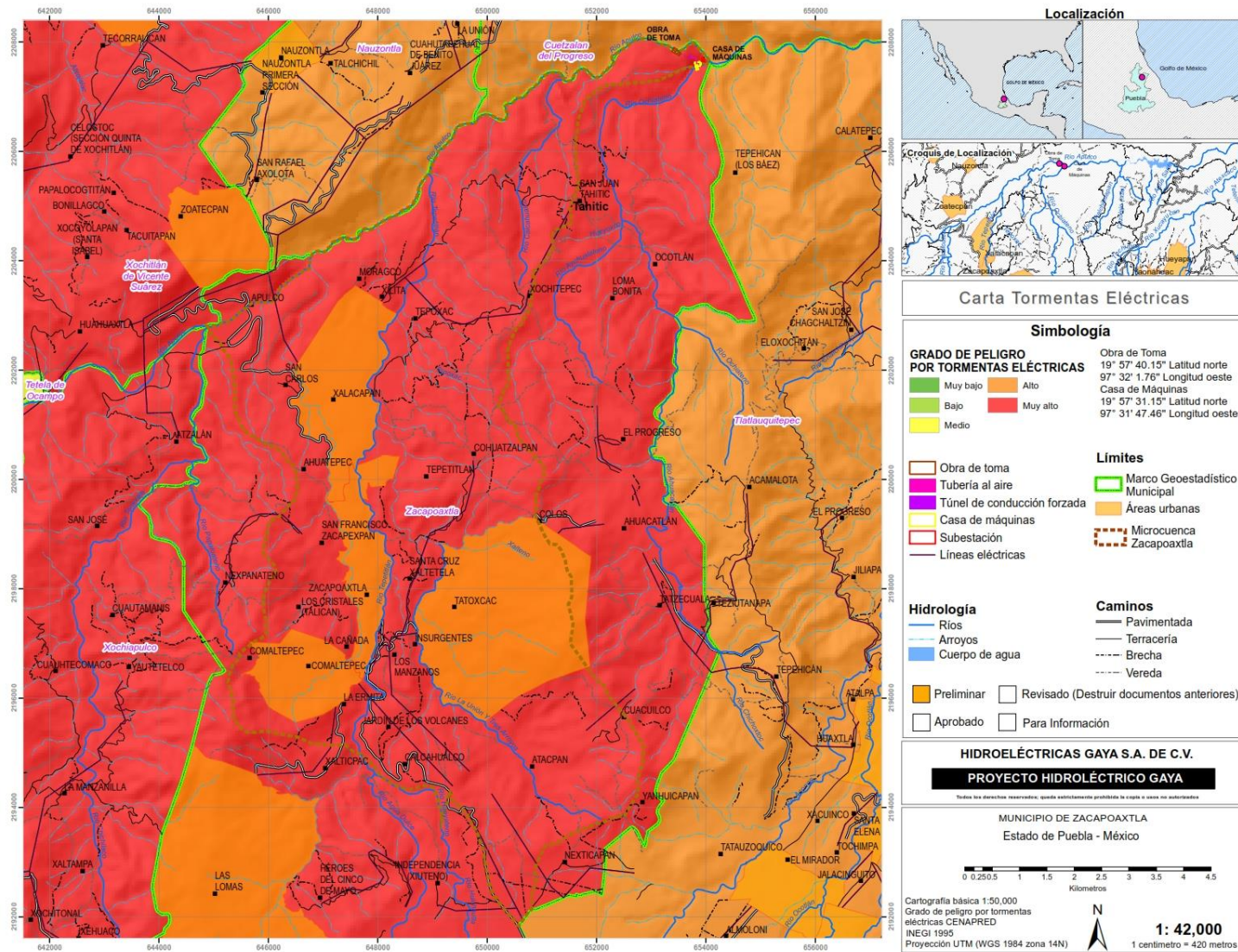


Figura IV.9. Tormentas electricas



Dentro del Sistema Ambiental Regional y en particular en el área de proyecto, se observa que existe un grado muy alto de ser afectado por Tormentas Eléctricas, Ver Figura IV.9 Tormentas Eléctricas.

IV.2.2. Geología y geomorfología

La microcuenca Zacapoaxtla, se encuentra dentro de la provincia geológica de la Sierra Madre Oriental. Esta provincia consiste fundamentalmente en un conjunto de sierras formadas por estratos plegados. Dichos estratos están constituidos de rocas sedimentarias calcáreas y arcillosas de edad mesozoica, predominantemente de origen marino. Las rocas ígneas son poco abundantes; éstas cubren a algunas de las estructuras plegadas situadas en las proximidades del Eje Neovolcánico, así como a otras zonas de poca extensión ubicadas a lo largo de la sierra. En general, las altitudes de las cumbres de la Sierra Madre Oriental varían entre 2 000 y 3 000 m; en el borde suroccidental de la misma, a lo largo de una faja que se extiende desde la altura de Zacatlán hasta Xonacatlán, Puebla, las mayores elevaciones tienen entre 2 500 y 3 000 m.

La Sierra Madre Oriental está representada dentro de territorio poblano por la subprovincia Carso Huasteco, que constituye la región más meridional de esa gran provincia.

Subprovincia Carso Huasteco

El área que comprende el Carso Huasteco dentro de territorio poblano pertenece a la región conocida como Sierra Norte de Puebla. Se ubica en la porción septentrional del estado. Limita al norte y noreste con la subprovincia Llanuras y Lomeríos, de la Llanura Costera del Golfo Norte; al este, con la subprovincia Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al sureste, sur y oeste, con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, también del Eje Neovolcánico; hacia el noroeste se interna en territorios veracruzano e hidalguense. Se extiende desde las poblaciones de Pantepec y Pahuatlán del Valle hasta la altura de las localidades de Cuyoaco, Zaragoza y Hueyapan. Ocupa 11.58% de la superficie estatal; abarca 33 municipios completos, entre ellos Tlacuilotepec, Pahuatlán, Naupan, Olintla, Huehuetla, Jonotla, Cuetzalan del Progreso, Xochiapulco y Tetela de Ocampo; así como parte de los de Pantepec, Jalpan, Xicotepec, Zihuateutla, Jopala, Tuzamapan de Galeana, Hueyapan, Yaonáhuac, Tlatlauquitepec, **Zacapoaxtla**, Zautla, Cuyoaco, Ixtacamaxitlán, Aquixtla, Zacatlán, Huauchinango y Honey. En esta zona se encuentran materiales sedimentarios calcáreos y no calcáreos, que han sido sepultados parcialmente por rocas volcánicas. Varias de las cumbres de las

sierras tienen altitudes superiores a los 1 000 m, pero la mayor, cerro Tenisteyo, llega a los 3 200 m. Los principales ríos que surcan esta parte de la entidad son: Necaxa, San Marcos y **Apulco**.

Orografía

El municipio se localiza dentro de la región morfológica de la Sierra Norte o Sierra de Puebla, que está formada por Sierras más o menos individuales, paralelas, comprimidas y que suelen formar grandes o pequeñas altiplanicies intermontañas que aparecen frecuentemente escalonadas hacia la costa. El relieve del municipio es bastante accidentado; presenta numerosas y largas sierras, aunque no siempre bien definidas, que le confieren una topografía muy irregular, destacando las siguientes: La sierra de más de 15 kilómetros de largo que se inicia en el cerro Tomaquilo y termina en el cerro Infiernillo, recorriendo el oriente de Sur a Norte; destacan en ella otros cerros como el Cuacuico, Tomaquilo, Aguatepec, Nexpan, Zacatamingo, Xochiltepec y Tepetzintan. La larga Sierra que se levanta al poniente, de unos 15 kilómetros y que tiene muchas ramificaciones sobre una de las cuales se asienta Zacapoaxtla, presenta numerosos cerros: La Loma, Coyoco, Peña Blanca, Chicharozco, San Pedro, Tonancingo, Caxtetecuaco, Aguatépetl, Ocatepec, Ixmioacan, Chismoso, Teopantepeich, Taxinoltépet y Xihuancuaco. Una sierra más bien corta formada por lomas, se levanta al oriente del poblado de Zacapoaxtla.

El sistema de topofomas que domina el área del proyecto, es el de sierra alta escarpada, que cubre prácticamente toda la zona.

Con respecto a la morfología donde se ubica el Proyecto, éste se localiza dentro del anfiteatro o fosa que conforma a las barrancas del río Apulco, que se caracteriza por presentar paredes abruptas.

Geología

El tipo de material presente en la región es de suelo del Cuaternario con presencia de rocas ígneas extrusivas de tipo toba ácida Q(Ta). Es una unidad litológica constituida por depósitos piroclásticos de composición dacítica y riolítica, principalmente son tobas líticas que exhiben textura holohialina piroclástica, contiene algunos minerales de plagioclasa, biotita, hematita, magnetita, fragmentos de dacita y obsidiana, contenidos en una matriz de vidrio ácido; contiene además fragmentos gruesos de pómez con estructura acicular, en ocasiones se presenta como una ignimbrita y contiene además intercalaciones de ceniza fina y gruesa poco consolidada.

Estas tobas ácidas se encuentran ampliamente distribuidas dentro del área y corresponden a las últimas etapas del vulcanismo desarrollado durante el Cuaternario, normalmente se le encuentra sobre los cauces de ríos, en áreas con pendiente suave o **al pie de la sierra**. Ver figura IV.10.

Otros tipos de unidades litológicas, presentes en el Sistema Ambiental Regional se describen a continuación:

- **Limolita-Arenisca:** Es una roca sedimentaria la cual está compuesta en dos terceras partes por arena y el resto lo conforman arcillas y limos en proporciones iguales
- **Caliza-Lutita:** Es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Estas rocas detríticas de grano fino constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad.
- **Caliza:** Es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio, también puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos dura que él y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico.
- **Esquisto:** Es una roca metamórfica de estructura laminar, que resulta de la transformación de la arcilla sometida a grandes presiones.
- **Brecha volcánica básica:** Roca hecha de fragmentos rocosos angulosos englobados en una matriz de partículas más finas.
- **Toba ácida:** Es un tipo de roca ígnea volcánica, ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica.
- **Aluvial:** Depósito de material sedimentario, resultante de la acción del agua de escorrentía de los barrancos.
- **Monzonita.** Es una roca ígnea plutónica de estructura granulosa compuesta de ortosa, de feldespato plagioclasa, de hornblenda, de augita y de biotita. La roca volcánica equivalente es la latita

En lo que se refiere a peligros geológicos, se encontró que de acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres, señala algunas áreas del sistema ambiental como zonas de riesgo potencial de deslizamientos con el nombre de Golfo de México (Figura IV.11 Y IV.12); sin embargo, este riesgo no se reporta en el área del proyecto.

Fallas y Fracturas.

Dentro del Sistema Ambiental Regional se observan tres fracturas las cuales no afectan o atraviesan el área de proyecto; dos de ellas se presentan con orientación norte-sur y sur-este localizadas en la localidad de Xochitepec y la tercera atraviesa la localidad de Comaltepec con orientación noreste-suroeste. Se observa una fractura cercana al área del proyecto que atraviesa la localidad de los Báez con una orientación de norte a sur que no afecta al área de proyecto. Ver Figura IV.13. Fallas y Fracturas Geológicas.

Figura IV.10. Topografía del Proyecto

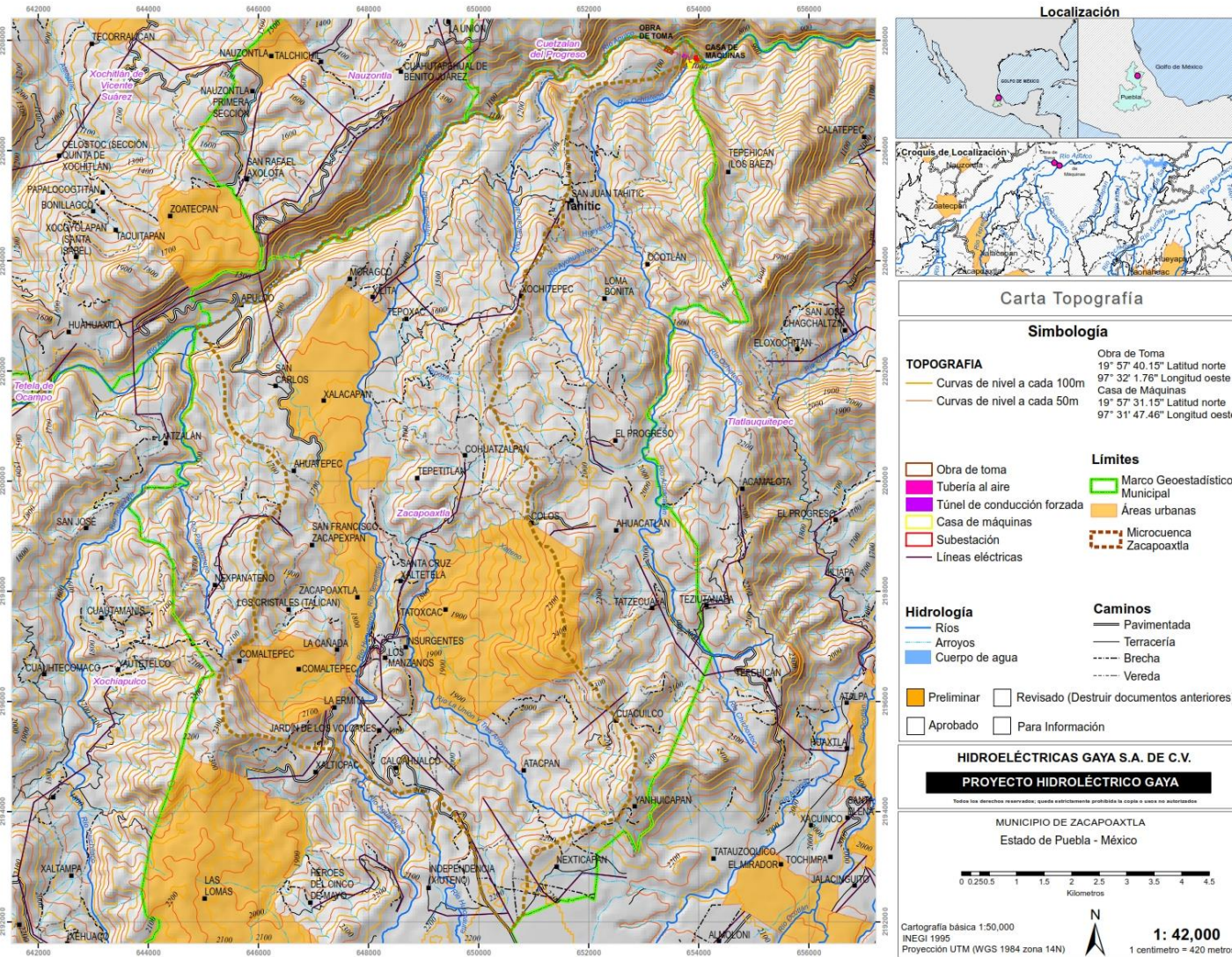


Figura IV.11. Carta Geológica

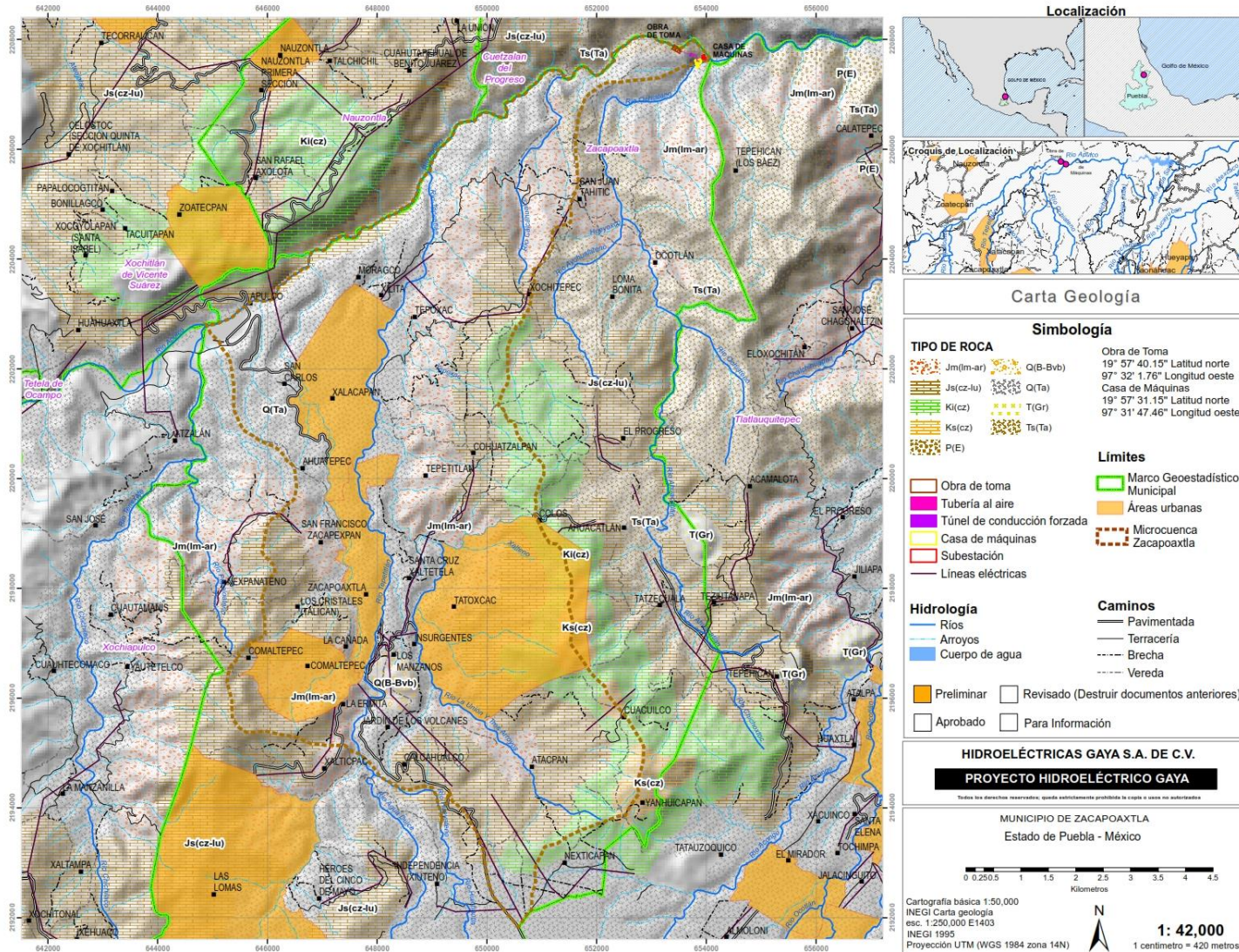


Figura IV.12. Deslizamiento de Laderas

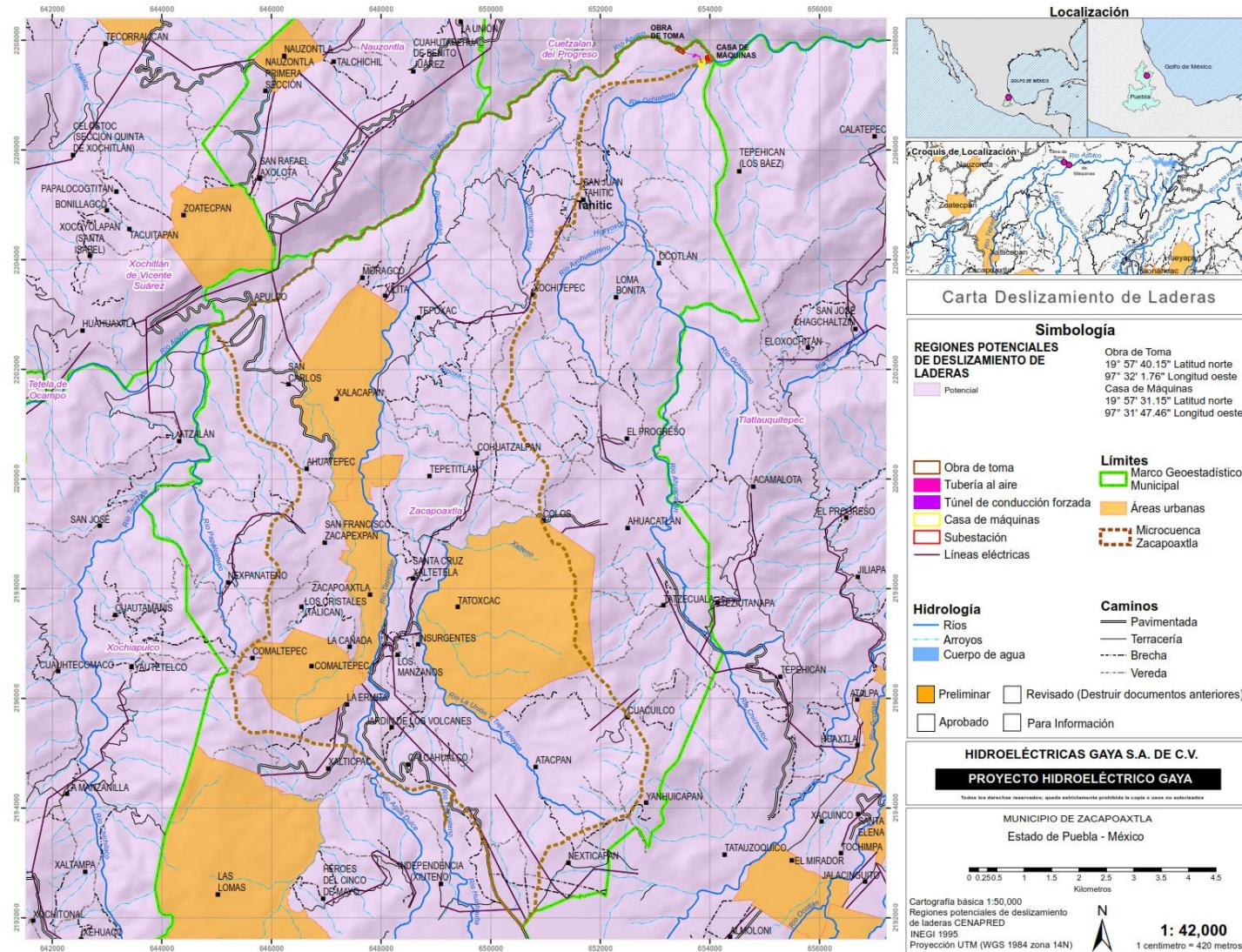
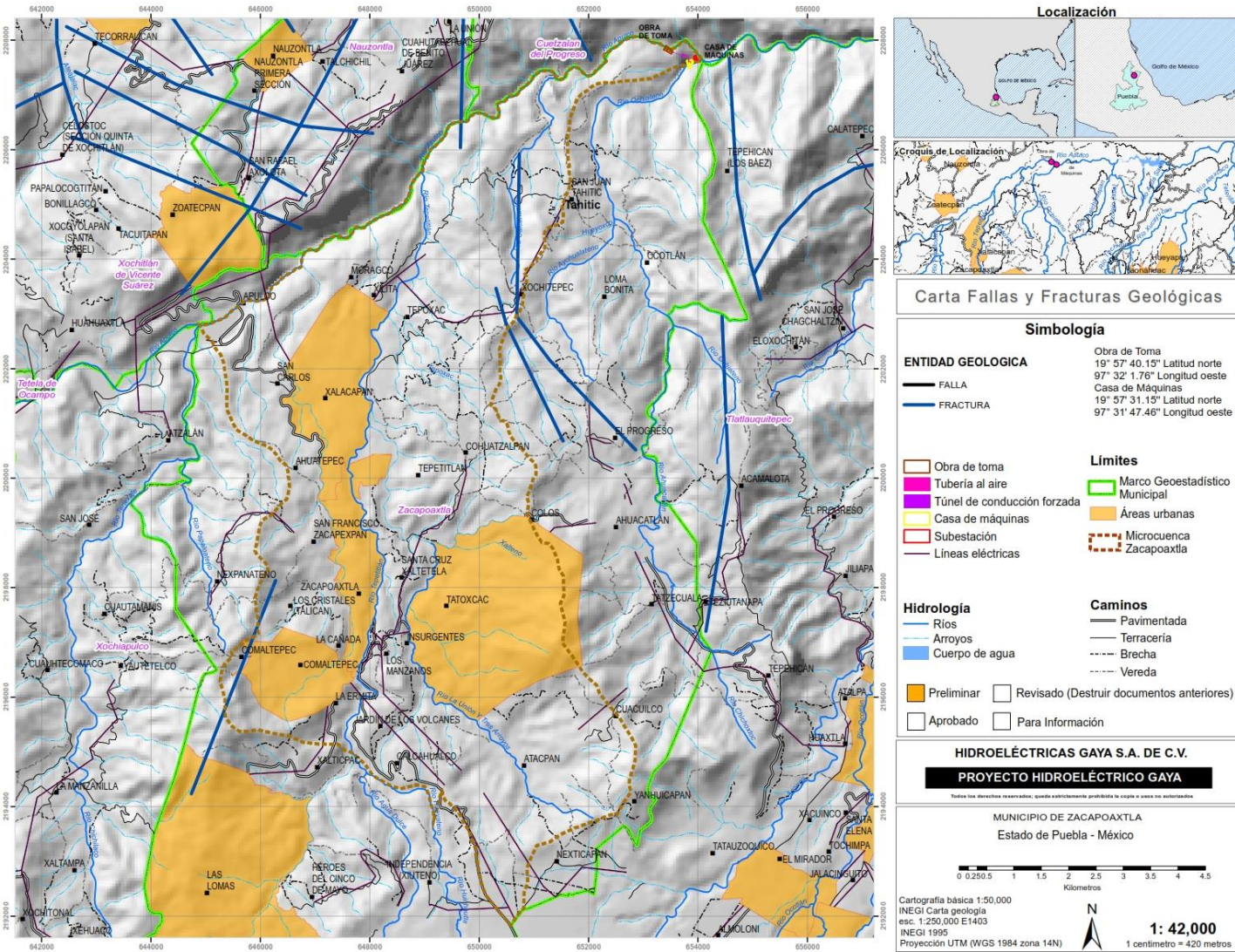


Figura IV.13. Fallas y fracturas geológicas



IV.2.3. Sismicidad

La vulnerabilidad sísmica se define como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del temblor que podría generarlas. De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional¹, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. La clasificación se realiza con base en la ocurrencia de grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores, ocurridos en el siglo pasado.

El estado de Puebla se ubica dentro de la zona B, la cual se caracteriza por ser una zona intermedia, en donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectaciones por altas aceleraciones, pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo



Fuente: http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp

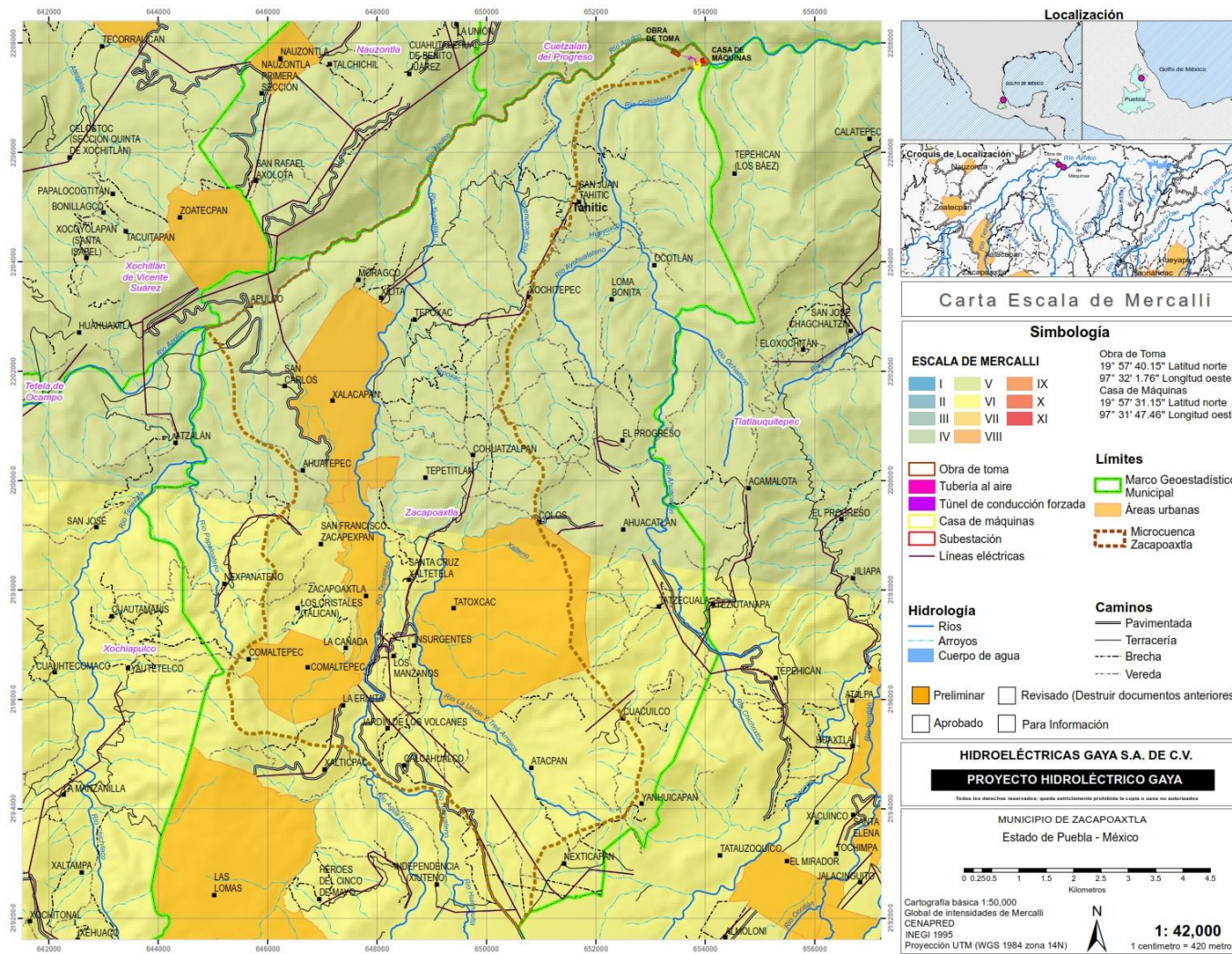
Figura IV.14. Regiones Sísmicas en México

¹ www.ssn.unam.mx

En cuanto a peligro sísmico medido por la escala de Mercalli, se encontró que la zona norte del Sistema Ambiental Regional, donde se localiza el proyecto, se ubica en la zona V; esta se caracteriza por ser una zona donde el sismo es sentido por casi todos, mucha gente se despierta, pueden verse árboles y postes oscilando. Esta zona corresponde a una magnitud de 3.5 grados en la escala de Richter.

Por otro lado, la parte sur del Sistema Ambiental Regional se ubica en la zona VI de Mercalli, la cual se caracteriza por ser una zona donde el sismo es sentido por todos, mucha gente corre fuera de los edificios, los muebles se mueven y pueden producirse pequeños daños. Esta zona corresponde en la escala de Richter, a una magnitud de 4.5 grados, donde pueden producirse algunos daños locales. Ver Figura IV.15. Escala de Mercalli.

Figura IV.15.Escala de Mercalli



IV.2.4. Edafología

El suelo en el Sistema Ambiental Regional, según la carta edafológica, está formado por 4 unidades edafológicas (figura IV.16):

- Andosol húmico + Luvisol crómico + Regosol éutrico, Clase textural media/fase física lítica profunda. Estos se localizan hacia la zona del proyecto.
- Andosol ótrico + Regosol éutrico + Luvisol crómico, Clase textural media, fase física lítica Profunda. En la microcuenca, este suelo es el más abundante. Estas son las unidades edafológicas que dominan en la microcuenca Zacapoaxtla.
- Litosol + Regosol éutrico, Clase textural media. Se localizan muy cerca de la obra de toma y casa de máquinas.

A continuación se describen algunas características de estos suelos.

Andosoles. Son suelos de origen volcánico de color oscuro y muy porosos que se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos como ceniza volcánica, piedra pómez, carbonillas, lava y materiales piroclásticos, este material tiene una gran cantidad de minerales que no presentan grado de cristalización, se forma por el enfriamiento rápido del material expulsado en la erupción volcánica. Tienen altos valores en contenido de materia orgánica. Se encuentran en regiones húmedas y subhúmedas. Su textura es francamente arenosa.

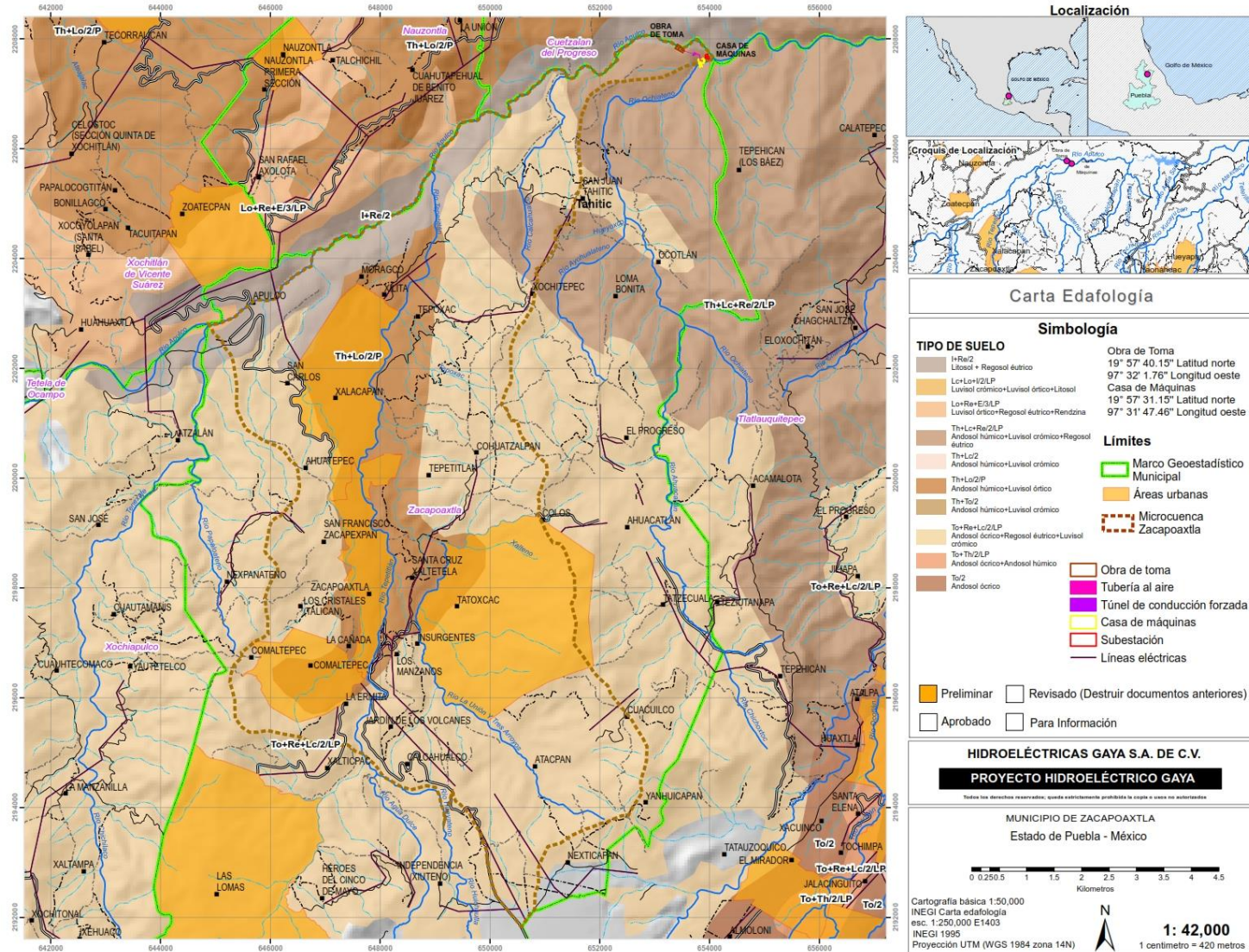
Luvisol. Es un tipo de suelo que se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas, este término deriva del vocablo latino “*luere*” que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.

Litosol. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Constituyen la etapa primaria de formación del suelo, la capa del mismo es menor a 10 cm de espesor, predominando en ella la materia orgánica, con una fertilidad de media a alta. Se presentan en pendientes altas.

Regosoles. Son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo en sierras, donde son acumulados por

los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como «ócrica» que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo, lo que se vuelve un factor adverso para el establecimiento de las plantas. Esta combinación (poca cubierta vegetal y dificultad de penetración del agua al suelo) favorece la escorrentía superficial y con ello la erosión.

Figura IV.16. Edafología del proyecto Gaya



IV.2.5. Hidrología superficial

De acuerdo con los trabajos realizados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE,) se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales. Al 31 de diciembre de 2010 se tenían publicadas las disponibilidades de 731 cuencas hidrológicas. Para hacer más eficaz la administración de los recursos, la CONAGUA ha agrupado a tales cuencas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA)².

La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje.

Región hidrológica

El Proyecto Gaya se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-27 denominada Tuxpan-Nautla o Norte de Veracruz, y como se ha explicado en la sección IV.1, a partir de dicha región se han identificado las cuencas y subcuencas y microcuencas, hasta delimitar la microcuenca del sistema ambiental regional.

La microcuenca Zacapoaxtla, se encuentra dentro de la *Región Hidrológica RH-27 Norte de Veracruz*, que se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi toda la parte norte del estado (24.6 % de la superficie de la entidad). El límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la Caldera de los Húmeros. Desde esta zona la región se extiende hasta los estados de Veracruz e Hidalgo. En la entidad está representada por las cuencas (A), Río Nautla; (B), Río Tecolutla; (C), Río Cazonas y

² <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>. Consulta junio de 2015

(D), Río Tuxpan. Esta zona es la más lluviosa del estado: se registran precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3 000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4 000 mm.

Cuenca del río Tecolutla

La cuenca del río Tecolutla se encuentra ubicada geográficamente entre los 19°30' y 20°30' latitud norte, y los 97° y 98°15' longitud oeste del meridiano de Greenwich. Tiene un área de 7 342 km² hasta la desembocadura del Golfo de México, la cual se encuentra distribuida entre los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Pérez, 2009; Pereyra *et al.*, 2010). En esta cuenca se pueden distinguir tres zonas: la parte alta, ubicada dentro de la Sierra Madre Oriental, en la que los cauces se encuentran alojados en cañones angostos y profundos con fuertes pendientes; la parte media, donde disminuyen las pendientes de los cauces y es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía eléctrica; la parte baja, que atraviesa la planicie costera del centro del estado de Veracruz, hasta la desembocadura en el Golfo de México. La corriente principal, se origina entre los estados de Tlaxcala y Puebla y se le conoce primero por los nombres de arroyo Zapata, río Coyuco, río Apulco y finalmente río Tecolutla.

Subcuenca del río Apulco.

La subcuenca del río Apulco que se encuentra ubicada a 97° 30' 12.35'' longitud ,19° 57' 52.94'' latitud aguas arriba y 97° 27' longitud, 20° 13' 33.52'' latitud aguas abajo, en el estado de Puebla, la Subcuenca del río Apulco se extiende en la vertiente septentrional de la Sierra Madre Oriental en el estado de Puebla, con una superficie de 3,167.17 km². Está ubicada al norte del estado, su contorno tiene una forma oval inclinada, cuyo extremo derecho apunta hacia Veracruz (noreste) y el izquierdo a Tlaxcala (suroeste). Dentro de esta Subcuenca se ubica la Presa de la Soledad de la Central Hidroeléctrica Mazatepec.

El río Apulco tiene su origen a partir del arroyo Zapata que nace a una elevación de 3500 m.s.n.m. en el estado de Tlaxcala. Ya en el estado de Puebla, recibe, por su margen izquierda, a los arroyos Huixcalotla y Los Lobos recibiendo el nombre de río Coyuca. Posteriormente, su curso recibe por la margen izquierda el arroyo San José y por la derecha el Texocuixpan; en este sitio cambia su nombre a río Apulco. El arroyo la Gloria se une al mismo río Apulco, después de un corto recorrido desde su nacimiento de 13 Km. al norte de Zacapoxtla. También recibe por su margen derecha otros dos afluentes de importancia que son: Xilita y Sontalaco. El río Xilita nace en el cerro Caculco a

2500 m.s.n.m. a 2 Km. al oeste de Zacapoaxtla, Puebla y después de un recorrido de 7 Km., se une con el colector a 1000 m de elevación y a 3.5 Km. aguas abajo de la confluencia del arroyo La Gloria. El arroyo Sontalaco tiene su origen a 4 Km. al este de Zacapoaxtla a 2500 m.s.n.m.

El curso de la corriente principal cambia hacia el norte por un angosto cañón después de flanquear la zona abrupta del cerro de San Cristóbal y aproximadamente a 2 Km. de distancia se encuentra la presa La Soledad, que almacena aguas del río Apulco, así como las del arroyo Dos Ríos y del río Calapa, derivadas y conducidas hasta la presa para ser utilizadas aguas abajo en generación de energía hidroeléctrica en la planta de Mazatepec, equipada con cuatro turbinas hidráulicas con un gasto de 13 m³/s y una potencia instalada de 208.8 MW.

Al reiniciar su recorrido sobre la planicie, el río Apulco recibe por margen derecha al arroyo La Aurora, y por su margen izquierda la afluencia del río Cuichat que nace en la sierra de Puebla a 1450 m.s.n.m. a 5 Km. al sur de Cuetzalán y que desemboca en las proximidades de Mazatepec a 150 m de altitud. En el curso confluyen de este río recibe por su margen derecha los arroyos El Rosario, Zacapoxteco, San Carlos, Santa Rosa y Comatl y por la izquierda el río Coatinchan.

Otro tributario de importancia del río Apulco que ingresa por su margen izquierda es el río Zempoala o Tecuantepec. Esta corriente nace a 10 Km. al suroeste de Aquixtla, Puebla, a una elevación de 2700 m. Su cauce sigue rumbo noreste por terrenos de topografía sumamente accidentada; a 25 Km. de su origen cambia su rumbo hacia el norte; cruza el límite de los estados de Puebla y Veracruz. Finalmente continúa su flujo hacia el noreste y afluye por la margen izquierda al río Apulco, colector general.

El agua del Río Apulco se clasifica como “*aguas para riego de buena calidad*”. Otro factor importante para la utilización de esta agua, es que se pueden establecer cultivos que sean tolerantes a cloro, ya que en las muestras de agua son no recomendables porque se exceden de los 5 meq/l.

Microcuenca Zacapoaxtla

La microcuenca Zacapoaxtla tiene una superficie de 6572-99-00.00 Ha; está conformada por una serie de ríos y arroyos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Perennes: el mismo río Apulco, Ahuacatla, Huichautla, Hueyateno y Ochiatenco.
- Intermitentes: Ayohualateno y Xalteno

IV.2.6. Hidrología subterránea

En la microcuenca Zacapoaxtla, existen dos tipos de Unidades geohidrológicas:

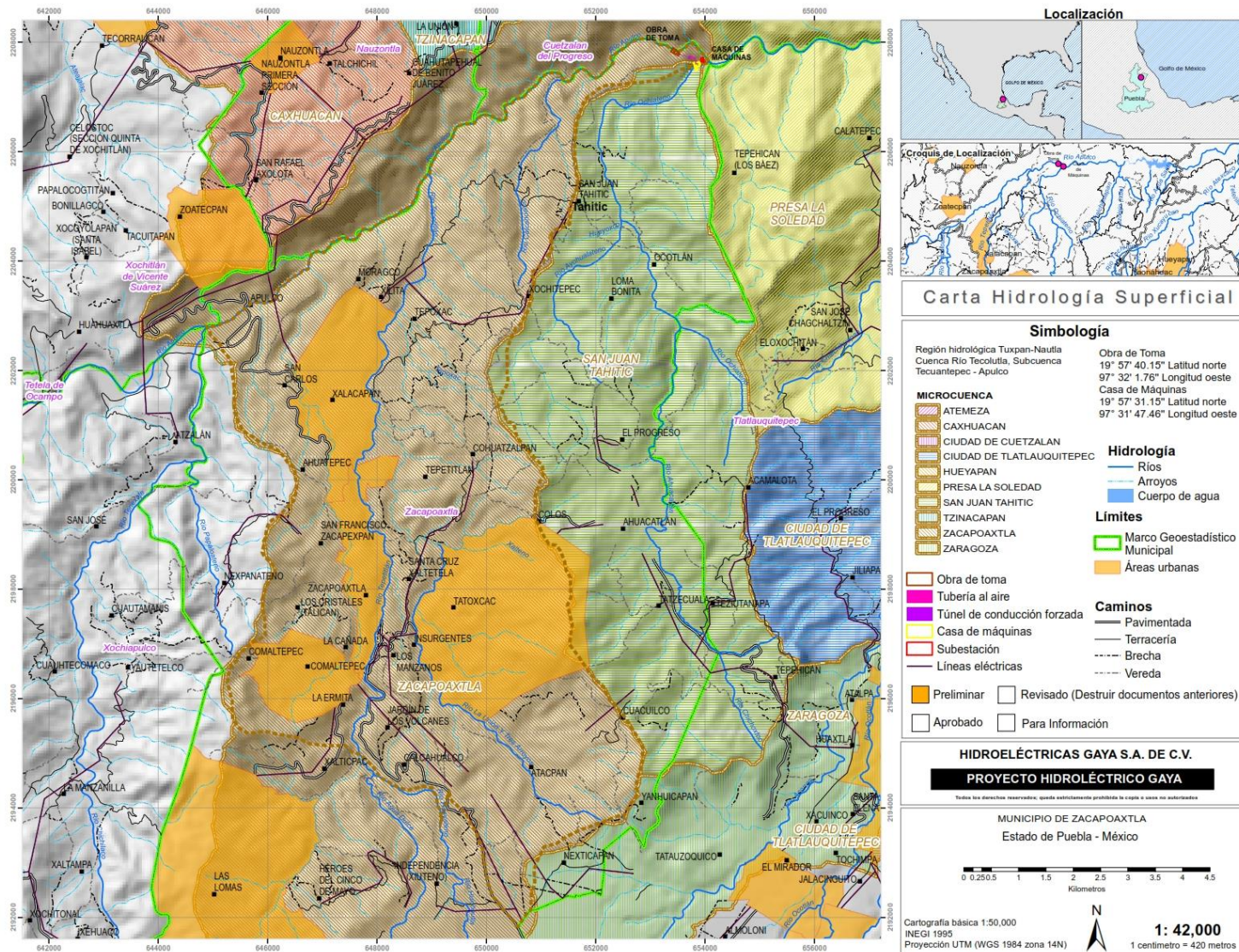
- *Material consolidado con posibilidades bajas.* Está compuesto por rocas ígneas y están representadas por volcanaclásticas, vitrófido, dacítico, tobas y brechas de diferente composición, basaltos, andesitas y latita, con fracturamiento que varía de escaso a moderado, con interperismo somero y profundo; la permeabilidad es alta en el basalto, tobas y brecha básica. Esta unidad está presente en mayor proporción en la microcuenca. Con base en la descripción de unidades de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, 2014, los componentes del proyecto como bocatoma y túnel, se sitúan sobre esta unidad.
- *Material no consolidado con posibilidades bajas.* La forman material piroclástico y detrítico como toba arenosa, brechas volcánicas intercaladas con tobas, brecha sedimentaria, conglomerado, arenisca y suelo aluvial, eólico, litoral y lacustre. Las rocas piroclásticas se encuentran pseudoestratificadas y sin consolidar; el conglomerado es polimíctico en matriz arenosa, mal clasificado y ligeramente cementado por carbonato de calcio; la arenisca es de grano medio ligeramente arcillosa, con intemperismo somero. Los suelos aluvial, eólico, litoral y lacustre, están formados por sedimentos arenosos y arcillo-arenosos, la permeabilidad es alta, excepto en el suelo lacustre. Con base en la descripción de unidades de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, 2014, la tubería que emerge desde el túnel, la casa de máquinas y el sitio de descarga de agua del proyecto, están situados sobre esta unidad.

El área de proyecto, se asienta sobre el acuífero denominado Tecolutla, el cual se localiza en la porción centro-norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 19°29' y 20°44' de latitud norte y los meridianos 96°59' y 98°16' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 7,584 km².

Este acuífero limita al norte con el Golfo de México, al oeste con el acuífero Poza Rica, al este con los acuíferos Martínez de la Torre-Nautla y Perote-Zalayeta, pertenecientes al estado de Veracruz; Limita también al oeste con los acuíferos Acaxochitlán, Valle de Tulancingo, Tecocomulco y Apan, pertenecientes al estado de Hidalgo; al sur con los acuíferos Soltepec, Alto Atoyac, Emiliano Zapata y Huamantla todos ellos pertenecientes al estado de Tlaxcala; finalmente también al sur tiene límites con el acuífero Libres-Oriental, que pertenece al estado de Puebla.

El acuífero Tecolutla pertenece al Organismo de Cuenca X "Golfo Centro". En el área que comprende el acuífero no existe ningún decreto de veda. Se define al acuífero como de tipo libre heterogéneo y anisótropo.

Figura IV.17.Hidrología superficial del Proyecto Gaya



IV.2.5. Calidad del agua del río Apulco

Para analizar la calidad del agua del río Apulco en el tramo del proyecto, se aplicaron diferentes criterios:

1. Comparación con los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas u bienes nacionales (NOM-001 SEMARNAT-2996) para lo cual se realizó un muestreo y análisis fisicoquímico a través de un Laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
2. Análisis de los indicadores de calidad del agua de la CONAGUA
3. Análisis de parámetros biológicos mediante un análisis Limnológico.

IV.2.5.1 Análisis de la calidad del agua según NOM-001-SEMARNAT-1996.

Para analizar la calidad del agua de los Ríos Ochiateno y Apulco, se realizaron muestreos para medir los parámetros físico-químicos y compararlos con los valores máximos permisibles de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Las muestras fueron tomadas en la semana del 03 de octubre de 2015, por dos equipos de trabajo del Laboratorio de Análisis Químicos Alimentos y Aguas BIO-Indu, S.C. certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). El informe de laboratorio con el resultado del análisis fisicoquímico de la calidad del agua con base en la NOM-001-SEMARNAT-1996, se presenta en el Anexo IV.2

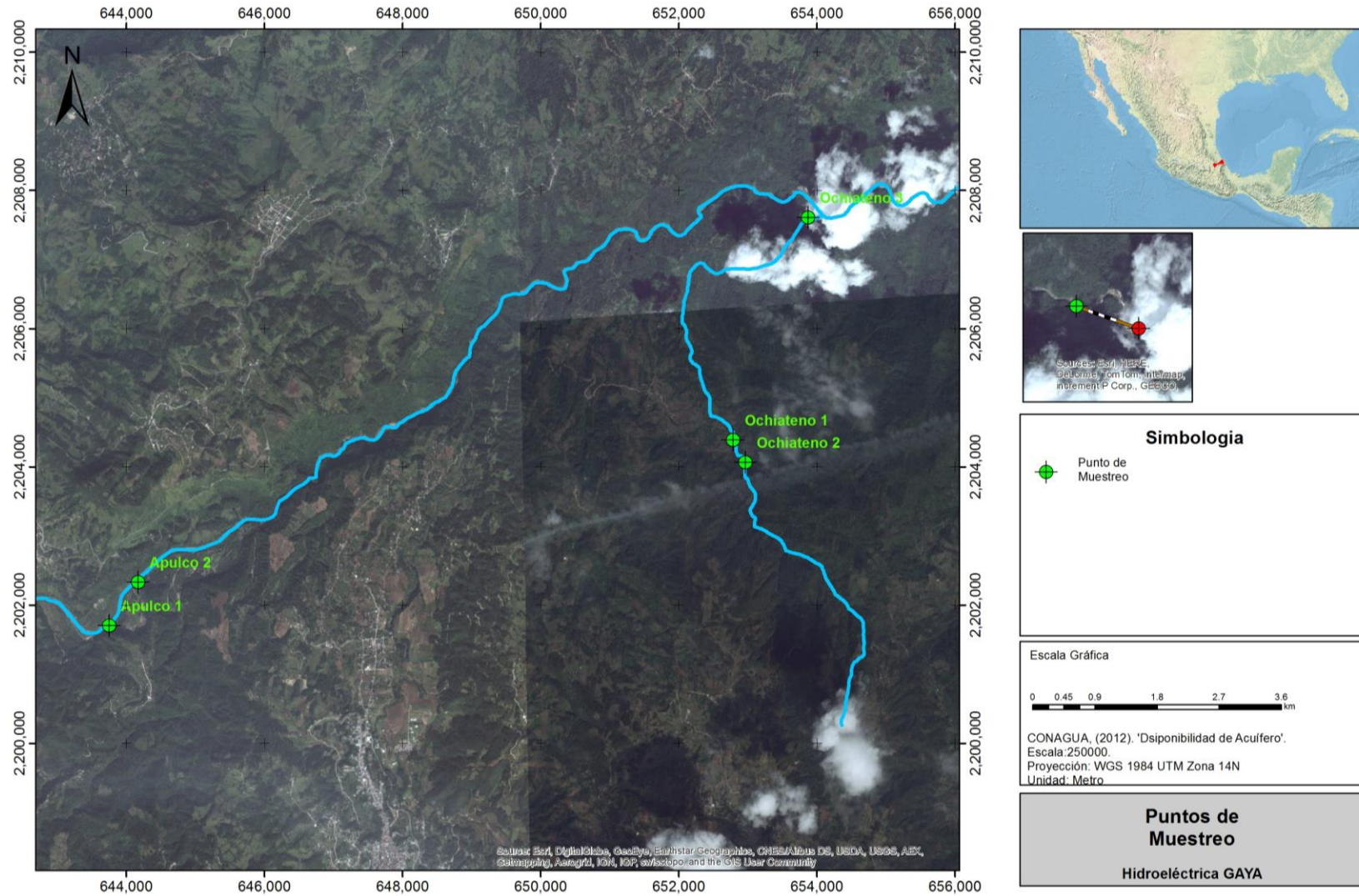
Es importante mencionar que los resultados obtenidos de estos muestreos y análisis de laboratorio, permiten definir una línea base de las condiciones de la calidad de agua previas a la ejecución de obras y actividades del proyecto, y además servirá de referencia para el desarrollo de un programa de monitoreo de la calidad del agua.

Tabla IV.7. Identificación de muestras y puntos de muestreo de agua

SITIO 01	SITIO 02	SITIO 03	SITIO 04	SITIO 05
Ochiateno 3	Ochiateno 2	Apulco 1	Apulco 2	Ochiateno 1
Muestra Simple	Muestra Compuesta de 8 horas	Muestra Compuesta de 8 horas	Muestra Compuesta de 8 horas	Muestra Compuesta de 8 horas

Ver Figura de Ubicación de los puntos de Muestreo

Figura IV.18. Ubicación de los puntos de muestreo



Protocolo de muestreo y parámetros analizados

Sistemas de Ingeniería Ambiental, S.A. de C.V, estableció un protocolo para el muestreo, con base en lo establecido en la norma ISO/IEC 17025:2006 “Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y/o calibración” y las normas mexicanas (NMX). De forma general, el protocolo de muestreo consistió en los siguientes puntos:

- Se tomó una muestra representativa de las condiciones que existían en el punto y hora de muestreo.
- Se obtuvo un volumen suficiente para realizar las determinaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos.
- Los recipientes se rotularon antes de la toma de las muestras.
- Se realizaron en el sitio la lectura de potencial de hidrógeno (pH) y temperatura.
- La materia flotante se midió con malla de acero inoxidable.
- Para la preservación de la muestra de grasas y aceites se utilizó ácido clorhídrico.
- Para la preservación de la muestras se utilizó una hielera para mantener una temperatura de 4 °C.

Para la toma de muestras se estableció un punto sobre la superficie de agua, en medio de la corriente de cada río, zona en donde se consideró que existían las condiciones de homogenización de la corriente de agua. En cuanto a los parámetros analizados se consideraron los establecidos en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996

Resultados y comparación de resultados con la NOM-001-SEMARNAT-1996

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los muestreos realizados y su comparación con la NOM-001-SEMARNAT-1996, para cuerpo receptor en ríos, con los tres usos definidos en la Ley de Derechos.

Tabla IV.8. Resultados del monitoreo de la calidad del agua Rio Ochiateno y rio Apulco

TIPO DE ANALISIS	UNIDADES	RÍO OCHIATENO I	RIO OCHIATENO II	AGUA RIO OCHIATENO III	AGUA DE RIO APULCO II	Valor permisible Uso Público Urbano (A)**	Valor permisible Uso de Riego Agrícola (B)	Valor permisible Protección de Vida Acuática (C)
						Promedio diario	Promedio diario	Promedio diario
Arsénico (As) ++	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0.200	0.400	0.200
Cadmio (Cd)++	mg/L	<0,049	<0,049	<0,049	<0,049	0.200	0.400	0.200
Cianuro (Cn)++	mg/L	<0,028	<0,028	<0,028	<0,028	2.000	3.000	2.000
Cobre(Cu)++	mg/L	<0,219	<0,219	<0,219	<0,219	6.000	6.000	6.000
Cromo (Cr) ++	mg/L	<0,261	<0,261	<0,261	<0,261	1.000	1.5	1.0
Mercurio (Hg)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0.010	0.020	0.010
Níquel (Ni)++	mg/L	<0,543	<0,543	<0,543	<0,543	4.000	4.0	4.000
Plomo (Pb)++	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0.400	1.000	0.400
Zinc (Zn)++	mg/L	<0,153	<0,153	<0,153	<0,153	20	20	20
Fosforo Total+	mg/L	<0,047	<0,047	<0,047	<0,047	30	30	10
Nitrógeno Total +	mg/L	3,38	3,45	3,81	3,07	60	60	25
Solidos Suspendidos Totales+	mg/L	6,00	8,00	5,00	30,00	125	200	60
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5,38	4,64	3,22	4,22	150	200	60
Demanda Química de oxígeno	mg/L	28,80	19,20	43,20	19,20	200	320	100
Temperatura*+	°C	18,00	19,00	18,00	19,00	40	N.A.	40
Solidos Sedimentales+	mL/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	2.0	2.0	2.0
Grasas y Aceites**+	mg/L	<5,40	<5,40	<5,40	<5,40	25	25	25
Coliformes Fecales en 100 ml*+	NMP	2100,00	1300,00	4300,00	1100,00	1,000	1,000	1,000
Potencial Hidrogeno (pH)*+	unidades	7,10	7,21	7,09	7,57	5-10	5-10	5-10
Materia Flotante ***+		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total KJELDAHL+	mg/L	<1,34	<1,34	<1,34	<1,34	60	60	25
Nitritos+	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	No normado	No normado	No normado
Nitratos	mg/L	3,38	3,45	3,81	3,07	No normado	No normado	No normado
Huevos de Helminto++	Huevos/L	<1	<1	<1	<1	1	1	1

Como puede observarse en la tabla anterior, el único parámetro que se excede en las muestras analizadas en Coliformes Fecales.

IV.2.5.2 Indicadores de Calidad del Agua de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Otros parámetros ampliamente utilizados para analizar la calidad de agua de un cuerpo de agua son la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La CONAGUA aplica estos parámetros para definir sus indicadores de calidad de agua.

La DBO_5 y la DQO inciden directamente en la cantidad de oxígeno disponible en un cuerpo de agua, determinando el grado de asimilación o autodepuración de los compuestos orgánicos en el sistema, así como la dinámica propia del cuerpo de agua. Estos parámetros son indicadores de las cargas orgánicas provenientes de las actividades antropogénicas, pero también pueden darnos un panorama de la actividad natural del sistema.

En cuanto a los SST, se relacionan directamente con el arrastre de sólidos de forma natural y por efectos de la erosión, así como por las aportaciones de aguas residuales de origen doméstico e industrial. Este parámetro igual que la DBO_5 y la DQO, puede ser un indicativo de la calidad del agua del cuerpo de agua, ya que el aumento de los sólidos incide directamente en la disminución de la cantidad de oxígeno disponible, lo que puede desencadenar un proceso de eutrofización.

De acuerdo con la CONAGUA³, con indicadores de la DBO_5 , la DQO y SST, puede clasificarse la calidad del agua desde excelente hasta fuertemente contaminada, dependiendo de la concentración de estos parámetros. En las tablas IV.9, IV.10 y IV.11 se presenta la escala de clasificación de la calidad del agua establecidos por la CONAGUA.

³ Jefatura de Proyectos de Estudios de Calidad del Agua, Subgerencia de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental de la Comisión Nacional del Agua
(<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/DBO.pdf>). Consulta enero 22, 2016.

Tabla IV.9. Escala de Clasificación de Calidad del Agua DBO₅

Criterio	Clasificación	Color
DBO₅ <= 3	EXCELENTE No contaminada	Azul
3 < DBO₅ <= 6	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	Verde
6 < DBO₅ <= 30	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	Amarillo
30 < DBO₅ <= 120	CONTAMINADA Aguas superficiales con descarga de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	Naranja
DBO₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	Rojo

Fuente: CONAGUA. Calidad del agua. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/DBO.pdf>
 Consulta 22 de enero 2016

Tabla IV.10. Escala de Clasificación de Calidad del Agua DQO

Criterio	Clasificación	Color
DQO <= 10	EXCELENTE No contaminada	Azul
10 < DQO <= 20	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	Verde
20 < DQO <= 40	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	Amarillo
40 < DQO <= 200	CONTAMINADA Aguas superficiales con descarga de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	Naranja
DQO > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	Rojo

Fuente: CONAGUA. Calidad del agua. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/DBO.pdf>
 Consulta 22 de enero 2016

Tabla IV.11. Escala de Clasificación de Calidad del Agua SST

Criterio	Clasificación	Color
SST <= 25	EXCELENTE Clase de excepción	Azul
25 < SST <= 75	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y riego agrícola irrestricto.	Verde
75 < SST <= 150	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	Amarillo
150 < SST <= 400	CONTAMINADA Aguas superficiales de mala calidad con descarga de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	Naranja
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales. Con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	Rojo

Fuente: CONAGUA. Calidad del agua. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/DBO.pdf>

Consulta 22 de enero 2016

En las siguientes tablas se presentan los resultados de la comparación de los resultados de DBO₅, DQO y SST con la escala de Calidad de Agua de la CONAGUA

Tabla IV.12. Concentración de DBO₅ para cada punto muestreado en Río Ochiateno

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
01	Ochiateno 03	5.38	Buena Calidad
02	Ochiateno 02	4.64	Buena Calidad
05	Ochiateno 01	3.22	Buena Calidad

Tabla IV.13. Concentración de DBO₅ para cada punto muestreado en Río Apulco

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
03	Apulco 1	7.54	Aceptable
04	Apulco 2	4.22	Buena Calidad

Tabla IV.14. Concentración de DQO para cada punto muestreado en Río Ochiateno

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
01	Ochiateno 03	28.80	Aceptable
02	Ochiateno 02	19.20	Buena Calidad
05	Ochiateno 01	43.20	Contaminada

Tabla IV.15. Concentración de DQO para cada punto muestreado en Río Apulco

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
03	Apulco 1	19.20	Buena Calidad
04	Apulco 2	19.20	Buena Calidad

Tabla IV.16. Concentración de SST para cada punto muestreado en el Río Ochiateno

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
01	Ochiateno 03	5.00	Excelente
02	Ochiateno 02	8.00	Excelente
05	Ochiateno 01	6.00	Excelente

Tabla IV.17. Concentración de SST para cada punto muestreado en Río Apulco

Sitio	Punto	Concentración mg/L	Índice de la calidad del agua
03	Apulco 1	<5.40	Excelente
04	Apulco 2	30.00	Buena Calidad

Para el parámetro DBO, la calidad se reporta como de buena calidad en todas las muestras realizadas para el Río Ochiateno, lo que representa que son aguas con bajo contenido de materia orgánica biodegradable, lo que significa que presenta menos indicios de contaminación.

Para el Río Apulco de las dos muestras una se reporta como de buena calidad, mientras que la segunda se reporta como aceptable, lo que significa que presenta indicio de contaminación.

Para el parámetro DQO en el Río Ochiateno en los sitios muestreados se observó variación de calidad de agua, en el sitio 05 se presentan índice de calidad contaminada, lo que supone que existen descargas de aguas residuales crudas, con alto contenido de material suspendido, para el punto sitio 02 se presenta una buena calidad que significa aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, mientras que en el sitio 03 se presenta una calidad aceptable lo que significa con el cuerpo de agua presenta indicio de contaminación.

En el río Apulco se tiene como resultados para el parámetro de DQO que los sitios muestreados se presentan con buena calidad lo que significa que son aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.

En cuanto a Sólidos suspendidos totales, el índice de calidad de agua demuestra que es excelente en todos los puntos muestreados del Río Ochiateno, así como el sitio 03 del Río Apulco lo que indica que no existen arrastres naturales de sedimentos, debido a que las corrientes y caídas de agua se presentan sobre materiales compactos y resistentes al flujo de agua.

Finalmente, derivado de los índices de calidad del agua de CONAGUA, se puede concluir que la calidad del agua en la región de estudio del río Apulco, es en general aceptable; sin embargo, existen

indicios de contaminación por Coliformes fecales, lo que nos indica que existen aportaciones antropogénicas en ambos ríos.

IV.2.5.3. Análisis de la calidad del agua por parámetros biológicos (Estudio Limnológico)

Con la finalidad de conocer la composición de las comunidades acuáticas presentes en ambos ríos, y determinar la calidad mediante parámetros biológicos, se realizó un estudio Limnológico, en el cual se analizaron los componentes y procesos biológicos que se llevan a cabo en el ecosistema (biocenosis), identificando su estado ambiental con indicadores de calidad del agua.

El trabajo fue realizado durante los días 1 a 4 de octubre del 2015 y, el cual abarcó el tramo del Río Ochiateno correspondiente aguas arriba de la casa de máquinas, en predio cercano al poblado de San Juan Tahitic y en el Río Apulco aproximadamente a 15 km del sitio de la Obra de Toma.

El grupo de especialistas que elaboró el estudio fue encabezado por el Dr. Martín López Hernández, Técnico Académico Titular A, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su equipo fue constituido por un grupo especialista de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el Anexo IV.3 se presenta el Estudio Limnológico.

Metodología

Fisicoquímica y nutrientes disueltos en el agua

La metodología usada en cada sitio de trabajo, se realizó a través del registro “in situ” en donde se midieron temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y oxígeno utilizando un multisensor portátil modelo YSI Modelo 930 MPS. Las muestras colectadas en campo, se filtraron mediante una bomba de vacío manual con filtros de membrana de 0.45 micras y 47 mm de diámetro; estas muestras se mantuvieron en hielo y en la oscuridad hasta su análisis en laboratorio.

En laboratorio se analizaron los nutrientes disueltos N-NO₂ (nitritos), N-NO₃ (nitratos), N-NH₃ (amonio), P-PO₄ (ortofosfatos), con los reactivos analíticos NitraVer 3, NitraVer 3, Nessler y PhosVer 3 respectivamente (HACH, 2005); alcalinidad total y clorofila, con técnicas específicas de la American Public Health Association (APHA 1995).

Biología acuática

El análisis de la biología acuática se realizó a través de las siguientes colectas

1. **Macroinvertebrados bentónicos**, colectados mediante una red de cuchara con abertura de malla de 500 μm , haciendo un arrastre a contracorriente durante 5 minutos, en zonas de alta y baja energía, el contenido de la red fue colocado en frascos etiquetados y se fijaron con alcohol al 70% para la conservación de los organismos. En el laboratorio se identificó la entomofauna a nivel Familia, siguiendo las claves taxonómicas de Merrit y Cummins (1996, 2009).
2. **Fitoplancton**, colectados mediante una red de 20 cm de diámetro, 1.20 m de longitud y de 0.45 micras de abertura de malla, introducida a contracorriente por un lapso de 5 minutos, el material colectado se preservó agregando 1 ml de lugol acetato para su posterior análisis en laboratorio donde se cuantificaron los grandes grupos de microalgas: clorofitas, cianofitas, rodofitas, diatomeas (APHA, 1995).

Calidad Ambiental del sistema río Apulco-río Ochiateno

Los parámetros fisicoquímicos, nutrientes disueltos y clorofilas fueron comparados con estándares o tablas como el Índice trófico de Carlson (1996) para inferir sobre su estado de eutroficación o enriquecimiento por actividad antropogénica de nitrógeno y fósforo como indicador de deterioro ambiental en el agua por las actividades rurales, pecuarias o urbanas en los sitios de trabajo.

IT	Chl	P	SD	Clasificación trófica
<30—40	0—2.6	0—12	>8—4	Oligotrófico
40—50	2.6—20	12—24	4—2	Mesotrófico
50—70	20—56	24—96	2—0.5	Eutrófico
70—100+	56—155+	96—384+	0.5—<0.25	Hipertrófico

Relación entre Índice Trófico (IT), clorofila (Chl, $\mu\text{g}/\text{m}^3$), fósforo (P, $\mu\text{g}/\text{L}$), profundidad de Secchi (SD, metros), y la clasificación trófica (según Carlson 1996).

Los macroinvertebrados colectados, son integrados para evaluar la calidad ambiental con el método BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party modificado) que se calcula sumando las

puntuaciones asignadas en función del grado de sensibilidad de los distintos taxones encontrados en las muestras de macroinvertebrados (Mafia, 2005) .

Los grupos de microalgas presentes en cada sitio indican directamente si el sistema presenta microalgas de ambientes no alterados y de ambientes alterados, enfocándose en la presencia y dominancia de clorofitas (algas verdes) o cianofitas (algas azul-verdes) generalmente dominantes cuando hay exceso de nitrógeno; proporción entre diatomeas alargadas o diatomeas circulares, como bioindicador de elevada materia orgánica (APHA, 1995).

Resultados

Fisicoquímica y nutrientes disueltos

En los cuatros se presentan sustrato rocoso y arenoso, no presentaron olor de material orgánico en descomposición; por efectos arrastre de terrígenos promovido por lluvias en la zona alta, el agua tuvo coloración café en los sitios 01, 03 y 04, el sitio 02 con menor turbulencia tuvo agua de color verde. La Temperatura del agua fue baja, menor a 16°C, y con variación menor a 2 °C; Oxígeno disuelto entre 4.86 en Sitio 02 y 6.10 mg/L en sitio 01; conductividad eléctrica de 340 y 350 mS/cm en los sitios 03 y 04, menores a 200 en los sitios 01 y 02; Potencial redox siempre con valores positivos, 150-350 mV; Sólidos totales disueltos de aguas no turbias, mayores en la parte alta, sitios 03 y 04 con 0.22 y 0.25 g/L, menores a 0.14 en los sitios 01 y 02. El Carbono orgánico disuelto en general fue bajo y con baja variación, en el intervalo 8.02 a 13.20 mg/L.

Respecto a alcalinidad total, el sistema presentó aguas bicarbonatadas, con valores entre 125 y 430 mg/L como HCO_3 , con tendencia a incrementar desde el sitio 01 a los sitios 03 y 04. PH con valores alcalinos de 7.6 a 7.9, con los mayores valores en sitios 03 y 04. Nutrientes inorgánicos presentaron bajas concentraciones, generalmente concentraciones menores a 1 mg/L, en tanto que clorofilas presentaron valores menores a 2 mg/m³. Las concentraciones bajas de estos nutrientes, de clorofilas y la baja turbidez del agua en los sitios de estudio, permiten decir que son aguas oligotróficas, es decir pobres o bajas en nutrientes y clorofilas, es de llamar la atención el sitio 03 por sus mayores concentraciones en amonio (N-NH_3), ortofosfatos (P-PO_3) y clorofilas.

Calidad ambiental por fisicoquímica, nutriente y clorofila

Un sistema Tipario con flujo constante, poca variabilidad en temperatura, oxígeno disuelto, pH y bajos valores de turbidez, nutrientes inorgánicos y clorofilas nos indican un sistema en buenas condiciones ambientales, sin condiciones de hipoxia o anoxia en el agua, sin olor a material orgánico en descomposición, concentraciones de nutrientes que indican aguas oligotrófica o mesotróficas mas no eutróficas y menos aún hipertróficas, estas dos últimas, condiciones de sistemas altamente contaminados.

El río Apulco presentó mayores valores de pH, alcalinidad total, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica; cabe resaltar que el sitio 03, presentó el mayor valor de fosfatos y clorofilas. Los dos ríos contrastan en sus parámetros fisicoquímicos, evidenciando mayor impacto ambiental por terrígenos los sitios 03 y 04 correspondientes al Río Apulco.

Con los datos de Porcentaje de oxígeno disuelto, cambio de temperatura del agua entre sitios de trabajo, Coliformes fecales, pH, DBO, Fosfatos totales, Nitratos, Turbidez y Sólidos totales, se calculó el Water Quality Index, (Water Research Center, 2015) a través vía internet, que tiene los siguientes rangos de evaluación de Calidad del Agua:

Rangos de WQI (Índice de Calidad del Agua)

90-100	Excelente
70-90	Buena
50-70	Media
25-50	Mala
0-25	Muy Mala

Para conocer el nivel de contaminación, las evaluaciones de la calidad del agua WQI fueron relacionadas con:

Rango de WQI →	Grado de Contaminación
81-100	Limpio
60-80	Ligeramente contaminado
0-59	Muy contaminado

Los resultados obtenidos para los sitios son los siguientes:

Sitio	Rango WQI	Índice de Calidad de Agua
01	67	Calidad Media
02	67	Calidad Media
03	60	Calidad Media
04	66	Calidad Media

Biología Acuática

Macroinvertebrados bentónicos, las especies que se encontraron se agruparon en, 5 clases 13 órdenes y 25 Familias, la mayoría de la Clase Insecta, de la cual el Orden Trichoptera tuvo el mayor número de familias identificada.

Tabla IV.18. Macroinvertebrados

CLASE	ORDEN	FAMILIA
Arachnida	Prostigmata	Acaridae
Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae
	Oligochaeta	Naididae
Entognatha	Collembola	
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae
		Elmidae
	Diptera	Chironomidae
		Empididae
		Simulidae
		Tabanidae
	Ephemeroptera	Baetidae
		Heptagenidae
		Leptohyphidae
		Leptophlebiidae
	Hemiptera	Belostomatidae
		Veliidae
	Megaloptera	Corydalidae
	Odonata	Calopterygidae
		Libellulidae
	Plecoptera	Perlidae
Trichoptera	Glossosomatidae	
	Hydropsychidae	
	Hydroptilidae	
	Limnephilidae	
	Polycentrapodidae	
Malacostraca	Isopoda	Asellidae

Con base a la comunidad de Macroinvertebrados y a nivel Familia, el sistema presentó calificación de Buena calidad en los sitios 01, 02, 04 y de Regular calidad en el sitio 03. Ver tabla IV.19:

Tabla IV.19. Evaluación de calidad ambiental usando como bioindicadores a la comunidad de Macroinvertebrados

Sitio	Orden	Familia	Puntos	Sitio	Orden	Familia	Puntos
01	Coleoptera	Elmidae	5	03	Collembola		
	Diptera	Simulidae	4		Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Baetidae	5		Diptera	Chironomidae	2
	Ephemeroptera	Heptagenidae	10		Diptera	Simulidae	4
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5		Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8		Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Hemiptera	Veliidae	4		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Megaloptera	Corydalidae	6		Haplotaxida	Lumbricidae	1
	Plecoptera	Perlidae	10		Hemiptera	Velidae	4
	Trichoptera	Hydropsychidae	5		Megaloptera	Corydalidae	6
			62		Odonata	Calopterygidae	4
	Calidad Ambiental	Buena	Odonata	Coenagrionidae	4		
02	Acaridae			Trichoptera	Hydropsychidae	5	
	Bivalvos					53	
	Coleoptera	Elmidae	5		Calidad Ambiental	Regular	
	Diptera	Chironomidae	2	04	Coleoptera	Dytiscidae	4
	Diptera	Simulidae	4		Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Baetidae	5		Diptera	Chironomidae	2
	Ephemeroptera	Heptagenidae	10		Diptera	Empididae	4
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5		Diptera	Simulidae	4
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8		Diptera	Tabanidae	4
	Isópodo	Asellidae	3		Ephemeroptera	Baetidae	5
	Odonata	Calopterygidae	4		Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
Odonata	Coenagrionidae	4	Ephemeroptera		Leptophlebiidae	8	
Oligochaeta		1	Hemiptera		Belostomatidae	4	
Ostracodo			Megaloptera		Corydalidae	6	
Trichoptera	Glossosomatidae	8	Odonata	Coenagrionidae	4		
Trichoptera	Hydropsychidae	5	Oligochaeta	Naididae	1		
Trichoptera	Hydroptilidae	6	Plecoptera	Perlidae	10		
Trichoptera	Limnephilidae	8	Trichoptera	Glossosomatidae	8		
Trichoptera	Polycentrapodidae	6	Trichoptera	Hydropsychidae	5		
		84	Trichoptera	Hydroptilidae	6		
	Calidad Ambiental	Buena			85		
				Calidad Ambiental	Buena		

Fitoplancton, en los cuatro sitios de trabajo, no hubo microalgas solo en el sitio 02 se encontraron 3 diatomeas alargadas y 5 clorofitas, esto se debe a que en semanas y días previos la zona de estudio estuvo bajo frecuentes e intensas lluvias, promoviendo el arrastre y remoción de sedimentos, así como el lavado de rocas. En resumen los 4 sitios aun presentando flujo turbulento, no presentan condiciones para establecimiento de poblaciones o grupos de microalgas del fitoplancton.

IV.2.5 Aprovechamientos hidráulicos

Se revisó el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) de la CONAGUA⁴, con la finalidad de identificar las concesiones otorgadas y vigentes para el aprovechamiento de las aguas nacionales: superficiales y subterráneas en la región del Proyecto.

Las concesiones identificadas dentro del Sistema Ambiental, aguas arriba del proyecto, son concesiones de aguas superficiales, destinadas a los usos de acuicultura, agrícola, doméstico, industrial, pecuario, público urbano y servicios. No se encontraron registros de concesiones de aguas subterráneas. , Ver Figura IV.19

Es importante mencionar que las concesiones ubicadas en la parte alta de la microcuenca, aguas arriba del proyecto, si pueden representar un riesgo para el proyecto porque la sobreexplotación del agua superficial en la cuenca, pone en riesgo no la recarga del acuífero sino la disponibilidad de agua, corriente abajo, en dirección al sitio del proyecto. Este factor es quizá el más importante de analizar a nivel regional, y se trata de impactos ambientales de terceros que pueden afectar la viabilidad del Proyecto Gaya.

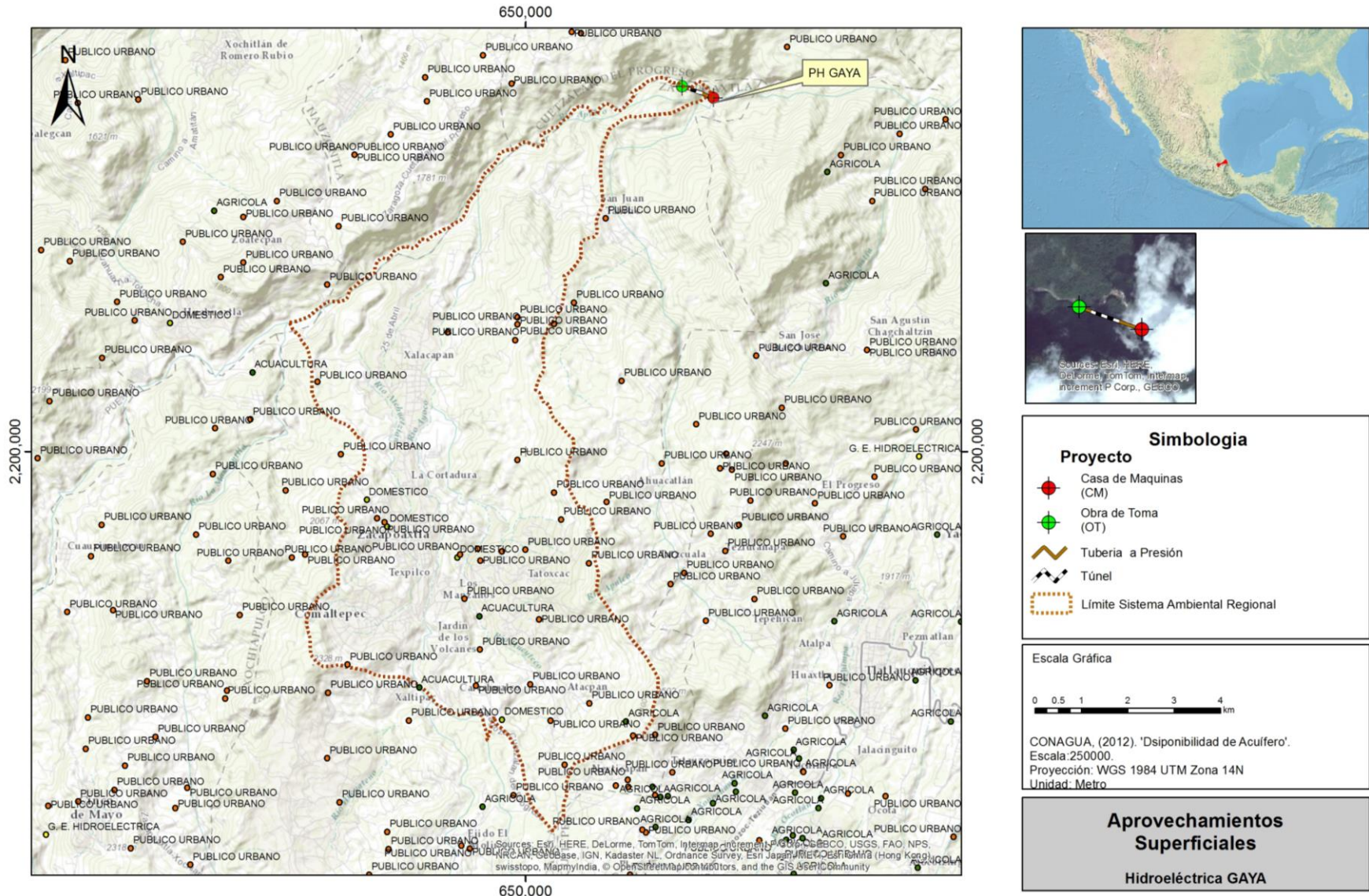
Aunque, la ubicación de estas concesiones están a más de 8.70 km de distancia de la obra de toma del proyecto, la sobreexplotación en la parte alta de la microcuenca, es un impacto potencial negativo para el Proyecto.

La disponibilidad de agua, aguas abajo del proyecto, no se pone en riesgo por que el total del agua se reincorpora al cauce de la microcuenca a la salida de la casa de máquinas; con esto se garantiza que el Proyecto no afectará las concesiones de aprovechamiento que existen después del proyecto, como la Presa la Soledad y el Central Hidroeléctrica de CFE del mismo nombre.

En el tramo de influencia o afectación del Proyecto, entre la obra de toma y la casa de máquinas, no existen registros de concesiones y se mantendrá permanentemente el caudal ecológico.

⁴ <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>. Consulta del 12 al 15 de diciembre de 2015.

Figura IV.19. Aprovechamientos hidráulicos superficiales



IV.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

En este apartado se describen los principales componentes ambientales del medio biótico del sistema ambiental y el sitio del Proyecto.

IV.3.1 Vegetación

El estado de Puebla es una de las entidades del país en donde se dedica una gran superficie territorial a las actividades agrícolas, cubriendo aproximadamente el 39% de su área total; si a esta cifra se le suma el 41.3% del territorio que está en proceso de perturbación, el porcentaje de áreas sin vegetación nativa conservada llega al 80.3%. A pesar de este panorama, existen zonas en la entidad donde aún se mantienen ambientes naturales relativamente conservados, particularmente en la Sierra Norte.

Para analizar la vegetación de la región del sistema ambiental, se realizó la sobre-posición de la cartografía actualmente disponible del INEGI⁵, y se reporta un mosaico de 5 tipos, donde el mayor porcentaje de la superficie tiene uso de suelo agropecuario, según se muestra en la siguiente tabla.

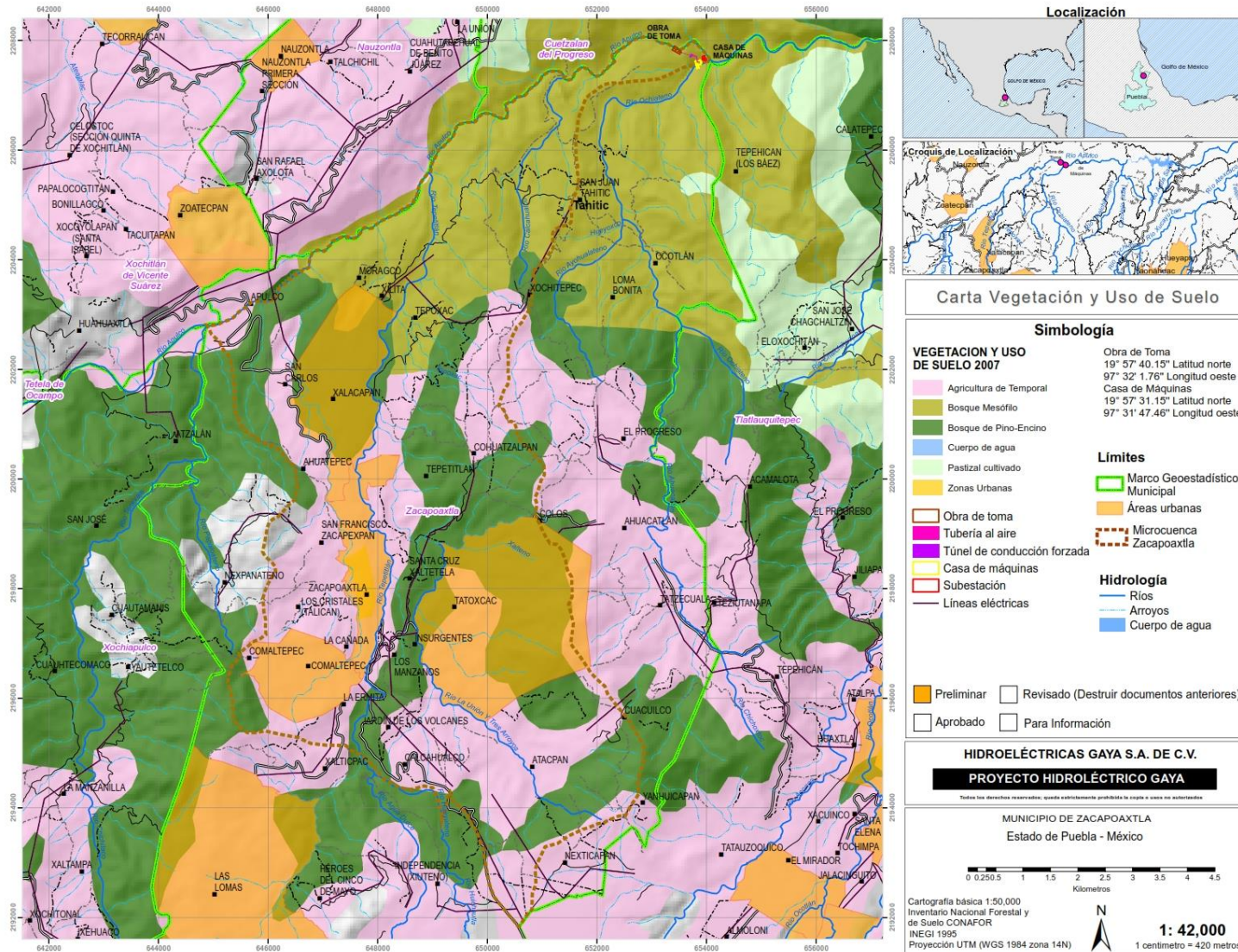
Tabla IV.20. Tipos de Vegetación

Vegetación/uso de suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Agropecuario	2351.75	36
Bosque de encino	1825.96	28
Bosque mesófilo de montaña	1500.47	23
Urbano	830.23	13
Cuerpos de agua	64.58	1
	6568.85	100

El sitio de proyecto ubicado en la parte norte del Sistema Ambiental Regional, se asienta sobre la vegetación y uso de suelo de Bosque Mesófilo de Montaña. Ver Figura IV.20. Vegetación y Uso de Suelo del Proyecto Gaya.

⁵ Carta de Vegetación y Uso de Suelos 1:50,000. INEGI / Inventario Nacional Forestal y de Suelo, CONAFOR
<http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadenPuebla.pdf>

Figura IV.20. Vegetación y Uso de Suelo del Proyecto Gaya



Las actividades agrícolas que se realizan en el Sistema Ambiental Regional son principalmente agricultura de temporal dedicada a maíz (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*) y papa (*Solanum tuberosum*). Si bien, en esta microcuenca como en el resto de la región, la frontera agrícola ha avanzado, también es cierto que los pobladores de San Juan Tahitic, la comunidad más próxima al sitio del proyecto, han emprendido acciones en la conservación del bosque y la reforestación de algunas áreas que anteriormente se usaron en el cultivo.

Complementariamente, del trabajo de campo realizado y consisten con el inventario nacional forestal y de suelo disponible actualmente, se encontraron especies arbóreas que se indican en la tabla siguiente;

Tabla IV.21. Especies arbóreas registradas en el Inventario Nacional Forestal 2007 para la microcuenca Zacapoaxtla.

Especie	Condición	DAP	Vigor	Etapas
Quercus laurina	Vivo	15.90	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	22.30	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	29.10	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	10.70	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	21.10	Bueno	Árbol maduro
Quercusgermana	Vivo	20.30	Bueno	Árbol joven
Quercusgermana	Vivo	28.40	Bueno	Árbol maduro
Quercusgermana	Vivo	8.90	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	10.10	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	13.80	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	25.90	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	13.40	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	13.70	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	20.00	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	23.10	Bueno	Árbol joven
Quercusacutifolia	Vivo	22.50	Bueno	Árbol maduro
Quercusacutifolia	Vivo	13.30	Bueno	Árbol joven
Quercuslaurina	Vivo	33.20	Bueno	Árbol maduro
Quercuslaurina	Vivo	13.70	Bueno	Árbol joven
Alnusjorullensis	Vivo	11.40	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	10.20	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	16.90	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	9.20	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	9.40	Bueno	Árbol joven

Especie	Condición	DAP	Vigor	Etapas
Quercus laurina	Vivo	9.20	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	11.50	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	19.40	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	8.80	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	9.40	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	13.30	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	11.10	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	8.60	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	13.70	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	11.60	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	9.80	Bueno	Árbol joven
Alnus jorullensis	Vivo	8.00	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	13.10	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	10.30	Bueno	Árbol joven
Arbutus xalapensis	Vivo	14.90	Bueno	Árbol joven
Quercus germana	Vivo	29.80	Bueno	Árbol maduro
Quercus germana	Vivo	29.70	Bueno	Árbol maduro
Quercus germana	Vivo	20.60	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	10.40	Bueno	Árbol joven
Quercus crassifolia	Vivo	13.90	Bueno	Árbol joven
Arbutus xalapensis	Vivo	24.10	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	15.20	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	8.30	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	12.40	Bueno	Árbol joven
Quercus laurina	Vivo	24.10	Bueno	Árbol maduro
Quercus laurina	Vivo	8.60	Bueno	Árbol joven
Pyrus communis	Vivo	36.70	Bueno	Árbol maduro
Pyrus communis	Vivo	8.90	Bueno	Árbol joven
Pyrus communis	Vivo	16.50	Bueno	Árbol joven
Pyrus communis	Vivo	16.90	Bueno	Árbol joven

• **Bosque mesófilo de montaña.** Se desarrolla en regiones de relieve accidentado y las laderas de pendiente pronunciada constituyen su hábitat más frecuente. En muchas áreas se halla restringido a cañadas protegidas del viento y de la fuerte insolación. Desciende a menudo hasta orillas de arroyos, pero no se le ha observado en suelos con drenaje deficiente. A menudo se desarrolla sobre substrato de calizas con topografía kárstica y existe asimismo sobre laderas de cerros andesíticos, basálticos, así como formados por tobas, granitos, gneis y muchos otros tipos de roca. Los suelos son someros

o profundos, amarillos, rojos o negruzcos, con abundancia de materia orgánica en los horizontes superiores; son ácidos (pH 4 a 6), de textura arenosa a arcillosa y húmedos durante todo el año.

- **Bosque de pino y encino.** El bosque de pino-encino se desarrolla a altitudes entre los 1,000 y 3,000 msnm, donde el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas entre los 16 y 20°C y son propicias a descender y con precipitaciones que varían entre 700 y 1,500 mm. Este tipo de bosque se puede encontrar sobre distintos tipos de roca: ígneas, metamórficas y sedimentarias; mientras que los suelos sobre los que se asienta son delgados y poco desarrollados, pero también se encuentra sobre suelos originados por ceniza volcánica. Este tipo de bosque está disperso en forma de manchas aisladas y está conformado, por especies como el ocote y encino de hoja ancha, el madroño, tepopote, teocote, encino blanco, encino negro y helechos.

- **Pastizal Inducido.** El pastizal inducido es el que prospera en lugares donde es eliminada la vegetación original; aparece como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien en terrenos que se incendian con frecuencia. Los pastizales así establecidos, corresponden a una fase inicial en la sucesión de la vegetación original, que generalmente corresponde a bosques o selvas y el fuego intencional impide el rebrote de elementos leñosos sucesionales. El pastoreo continuo del ganado y el pisoteo, afectan la estructura del suelo, evitando la recuperación gradual de la vegetación primaria.

IV.4.3.1 Tipos de vegetación en la superficie del predio.

La superficie del proyecto cuenta con una clasificación de uso del suelo y vegetación denominada Bosque mesófilo de montaña.

Metodología de muestreo

Se diseñó un esquema de muestreo que permite conocer los tipos de combinaciones vegetales, la densidad y la frecuencia de las especies, así como su abundancia, embargo de manera general se expone parte de la metodología.

- a) La primera etapa, se consideró el recorrido en campo y la realización del inventario que más es acorde a la zona del proyecto (**Conteo Directo**).

- b) La segunda etapa consistió en concentrar la información de campo y obtener la estimación del volumen de las existencias reales por especie, utilizando la fórmula matemática empleada para la obtención de volumen R.T.A

Con base en el plano del predio y en compañía de cuatro Ingenieros Forestales, se procedió a ubicar el área de estudio, para ello se realizó un recorrido para la zonificación del área de estudio y con el uso del GPS, se registraron los puntos por donde se realizara el proyecto para posteriormente en gabinete estimar la superficie que ocupa la vegetación total y la que se va a remover. Este tipo de levantamiento catastral con GPS, fue levantado punto por punto obteniendo con mayor exactitud de acuerdo a la superficie contemplada para la realización del proyecto.

Para el levantamiento de datos dasométricos se realizó un Conteo Directo, en el que se toma todo el arbolado que se encuentra dentro del área de estudio que es considerado como forestal, especificando que solo es el arbolado que se contempla dentro de los márgenes del estudio.

Determinación de los Valores de Importancia de la vegetación

Para la caracterización de los tipos de vegetación, su estructura y composición florística de éstas comunidades vegetales existentes en la superficie del proyecto donde se pretende construir el proyecto y la posterior estimación de los parámetros ecológicos se utilizó un conteo directo. Una vez en campo, se localizó mediante GPS () se establecieron los límites del área de estudio.

La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de guías de campo, aquellas cuya identificación no se concretó en el sitio, fueron colectadas para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada. Los valores de importancia de las vegetaciones establecidas en el estudio es considerada para los tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, los valores de importancia son: Altura, Diámetro, Cobertura y Coeficiente Mórfico.

Sistema de inventario.

La vegetación presente dentro del área donde se pretende desarrollar el proyecto se considerada como Bosque Mesófilo de Montaña, en el caso de la masa forestal se empleó de acuerdo de las limitantes y extremidades del proyecto que se pretende llevar a cabo en el lugar y un Conteo Directo; cabe señalar que en la superficie que comprenden las áreas con vegetación donde se realizó el levantamiento de información forestal se registró la cobertura de copa por individuo, así como su

diámetro (D.A.P.), su altura total y su coeficiente mórfico para la obtención del volumen, estableciendo claramente que se tomaron todos los individuos dentro de lo que representa el área de estudio. Para este tipo de proyectos hay que establecer que se levantaron para el caso del estrato arbustivo 50 m^2 y en el caso del estrato herbáceo 1 m^2 , estableciendo que en nuestro estudio se realizó el levantamiento de sitios para el caso de estos estratos de gran importancia.

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro, altura total y coeficiente mórfico de cada individuo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

- Estrato Arbustivo

Para el estrato arbustivo, es tomada en cuenta la línea de Canfield tomando la medición de cobertura y altura de las especies dentro de los sitios de forma rectangular de $5 \times 10 \text{ m}$ equivalentes a 50 m^2 . (Figura IV.20)

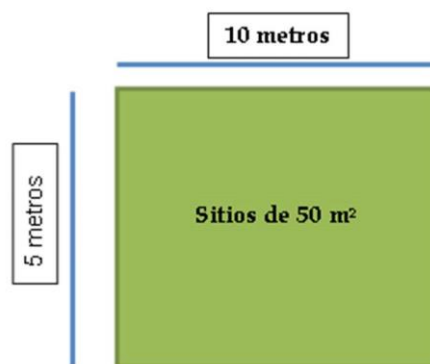


Figura IV.20. Forma de sitio para muestreo del estrato arbustivo

- Estrato Herbáceo

Para el Estrato Herbáceo se establece un cuadrante de $1 \times 1 \text{ m}$ equivalente a 1 m^2 , en el que se realizó el conteo de cada uno de los individuos y se obtuvo el porcentaje de acuerdo al área contemplada como forestal (Figura IV.21).

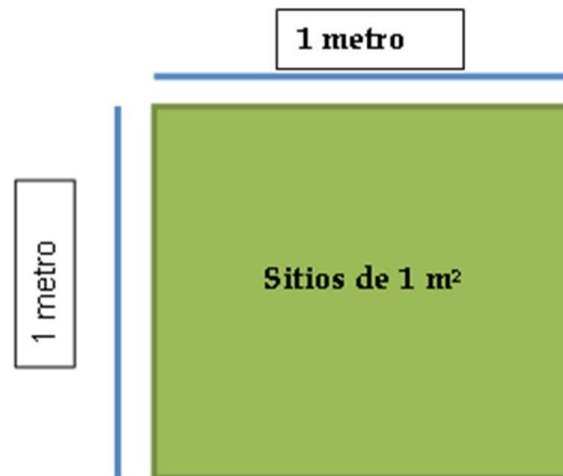


Figura IV.21. Forma de sitio para muestreo del estrato herbáceo.

En éstas parcelas se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

Densidad= No de individuos/Área muestreada.

Densidad Real= Densidad para una especie/Densidad total para todas las especies X 100.

Frecuencia= No de cuadros (Sitios) en que aparece una especies/No de cuadros muestreados.

Frecuencia relativa=Valor de frecuencia de una especies/Valor de frecuencia de todas las spp. X 100.

Valor de importancia= Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa.



Figura IV.22.Trabajo de campo para el inventario florístico del proyecto.



Figura IV.23. Midiendo DAP en campo

Estimación de Índices.

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Muller et al, 1974).

Estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Este índice es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300.

Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

Estimación de Índices de Diversidad de especies.

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.). A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Appanah, 1994).

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Para este estudio se utilizó el Índice de Shannon - Wiener, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteucci et al., 1974). Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. El índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i (\ln (P_i))$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener (heterogeneidad del hábitat);

S = Número de especies;

P_i = Abundancia relativa;

Ln = Logaritmo natural.

Estimación de Índices de Riqueza de especies.

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en un área determinada. Aunque existe una gran cantidad de índices de riqueza, cada uno con sus ventajas y desventajas, en este trabajo se utilizaron los Índices de Margaleaf, Gleason y Menhinick, siendo los más adecuados para determinar la riqueza de especies para un determinado hábitat. Para utilizarlo, el muestreo debe ser también aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

Índice de Margaleaf:

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Dónde:

S= Número de especies registradas;

N = Número de Individuos registrados;

Ln = Logaritmo natural.

Estrato Arbóreo.

Para conocer la diversidad de especies de flora se llevó a cabo mediante un método de muestreo por conteo directo del total de la vegetación dentro del área del proyecto. La comunidad registrada se clasifica como vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña con distintas especies arbóreas (tablas IV.10 y IV.11).

Tabla IV.22. Especies de flora observadas en el área del proyecto.

Cobertura Vegetal	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Estado de Conservación
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Alnus acuminata</i>	Ilite	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Clethra mexicana</i>	Tamalmalhuax	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Inga Jinicuil</i>	Jinicuil	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Persea americana</i>	Aguacate	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Pinus montezumae</i>	Pino montezumae	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino pseudostrobus	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Quercus laurina</i>	Encino	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Rapanea myricoides</i>	Laurel chino	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Trema micrantha</i>	Izpepe	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tepejonote	NA	NA	Preocupación menor

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: (Pr) Protegida, (A) Amenazada, (P) Peligro de Extinción, (NA) Sin categoría.

Tabla IV.23 Número de individuos observados en el estrato arbóreo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados
<i>Alnus acuminata</i>	Ilite	31
<i>Cecropia peltata L</i>	Guarumbo	26
<i>Clethra mexicana</i>	Tamalmalhuax	33
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	5
<i>Inga Jinicuil</i>	Jinicuil	1
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	9
<i>Persea americana</i>	Aguacate	3
<i>Pinus montezumae</i>	Pino montezumae	57
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino pseudostrobus	43
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	134
<i>Quercus laurina</i>	Encino	13
<i>Rapanea myricoides</i>	Laurel chino	3
<i>Trema micrantha</i>	Izpepe	11
<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tepejonote	17

En las tablas IV.xx y IV.xx y figura IV.24 se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Quercus crassifolia* resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa. La especie de *Pinus pseudostrobus* resulto con el valor más alto en cuanto a dominancia relativa; mientras que *Quercus crassifolia* resulto ser el valor más alto en el aspecto de densidad relativa. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Tabla IV.24. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato arbóreo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Alnus acuminata</i>	Ilite	31	8.824	3.106	8.031	19.960
<i>Cecropia peltata L</i>	Guarumbo	26	5.882	3.634	6.736	16.252
<i>Clethra mexicana</i>	Tamalmalhuax	33	8.824	8.012	8.549	25.385
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	5	2.941	5.093	1.295	9.330
<i>Inga Jinicuil</i>	Jinicuil	1	2.941	3.727	0.259	6.927
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	9	5.882	12.298	2.332	20.512
<i>Persea americana</i>	Aguacate	3	2.941	7.453	0.777	11.172
<i>Pinus montezumae</i>	Pino montezumae	57	14.706	13.820	14.767	43.293
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino pseudostrobus	43	11.765	13.975	11.140	36.880
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	134	17.647	7.143	34.715	59.505
<i>Quercus laurina</i>	Encino	13	5.882	6.211	3.368	15.461
<i>Rapanea myricoides</i>	Laurel chino	3	2.941	5.280	0.777	8.998
<i>Trema micrantha</i>	Izpepe	11	2.941	6.522	2.850	12.313
<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tepejonote	17	5.882	3.727	4.404	14.013
Total		386	100	100	100	300

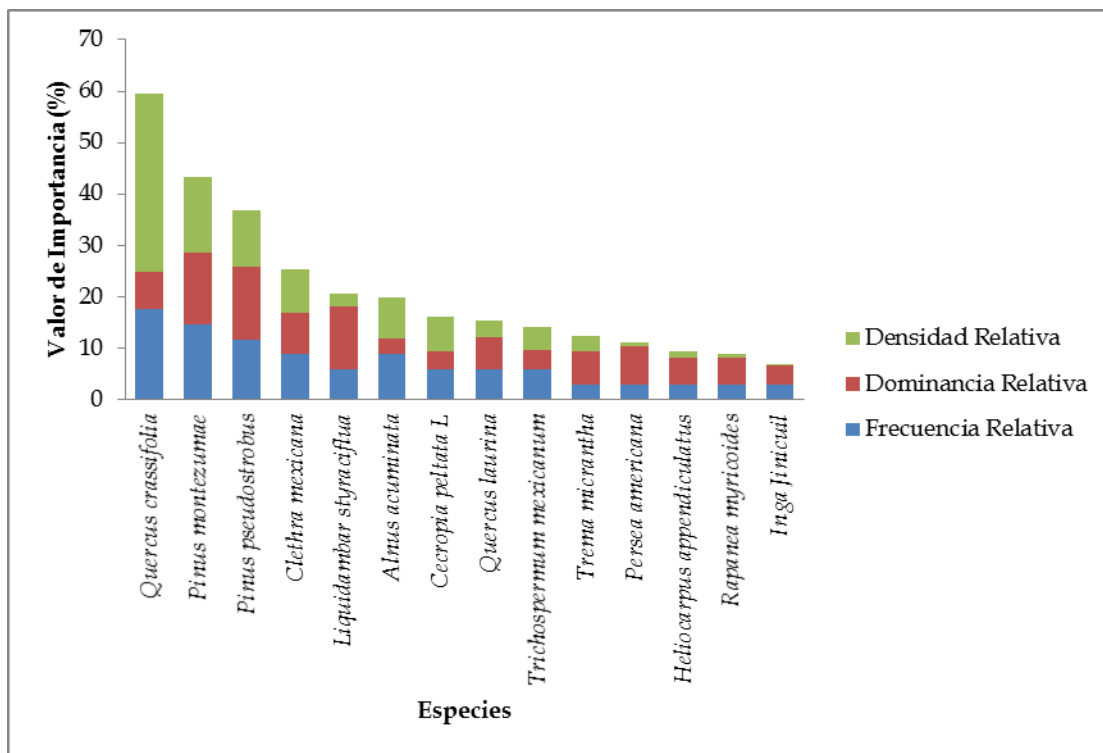


Figura IV.24. Valor de importancia para las especies del estrato arbóreo.

Tabla IV.25. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato arbóreo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Alnus acuminata</i>	Ilite	31	0.080	-2.522	-0.203
<i>Cecropia peltata L</i>	Guarumbo	26	0.067	-2.698	-0.182
<i>Clethra mexicana</i>	Tamalmalhuax	33	0.085	-2.459	-0.210
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	5	0.013	-4.346	-0.056
<i>Inga Jinicuil</i>	Jinicuil	1	0.003	-5.956	-0.015
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	9	0.023	-3.759	-0.088
<i>Persea americana</i>	Aguacate	3	0.008	-4.857	-0.038
<i>Pinus montezumae</i>	Pino montezumae	57	0.148	-1.913	-0.282
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino pseudostrobus	43	0.111	-2.195	-0.244
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	134	0.347	-1.058	-0.367
<i>Quercus laurina</i>	Encino	13	0.034	-3.391	-0.114
<i>Rapanea myricoides</i>	Laurel chino	3	0.008	-4.857	-0.038
<i>Trema micrantha</i>	Izpepe	11	0.028	-3.558	-0.101
<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tepejonote	17	0.044	-3.123	-0.138
Total		386	1.000		2.077
Riqueza			14		Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=			2.639		
Equitatividad (J)= H/Hmax			0.787		

Estrato Arbustivo.

Como se muestran en la siguiente tabla se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Cecropia peltata* L. (tablas IV.14 a la IV.17 y figura IV.25) resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa. La especie de *Quercus crassifolia* resulto con el valor más alto en cuanto a dominancia relativa; mientras que *Quercus crassifolia* y *Cecropia peltata* L. resulto ser las especies con el valor más alto en el aspecto de densidad relativa. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Tabla IV.26. Especies de flora observadas en el estrato arbustivo.

Cobertura Vegetal	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Estado de Conservación
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	NA	NA	Preocupación menor

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: (Pr) Protegida, (A) Amenazada, (P) Peligro de Extinción, (NA) Sin categoría.

Tabla IV.27. Número de individuos observados en el estrato arbustivo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados
<i>Alnus acuminata</i>	Aile	246
<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	369
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	246
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	369

Tabla IV.28. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato arbustivo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Alnus acuminata</i>	Aile	246	10.526	21.322	20.000	51.848
<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	369	31.579	10.448	30.000	72.027
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	246	21.053	31.983	20.000	73.036
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	369	36.842	36.247	30.000	103.089

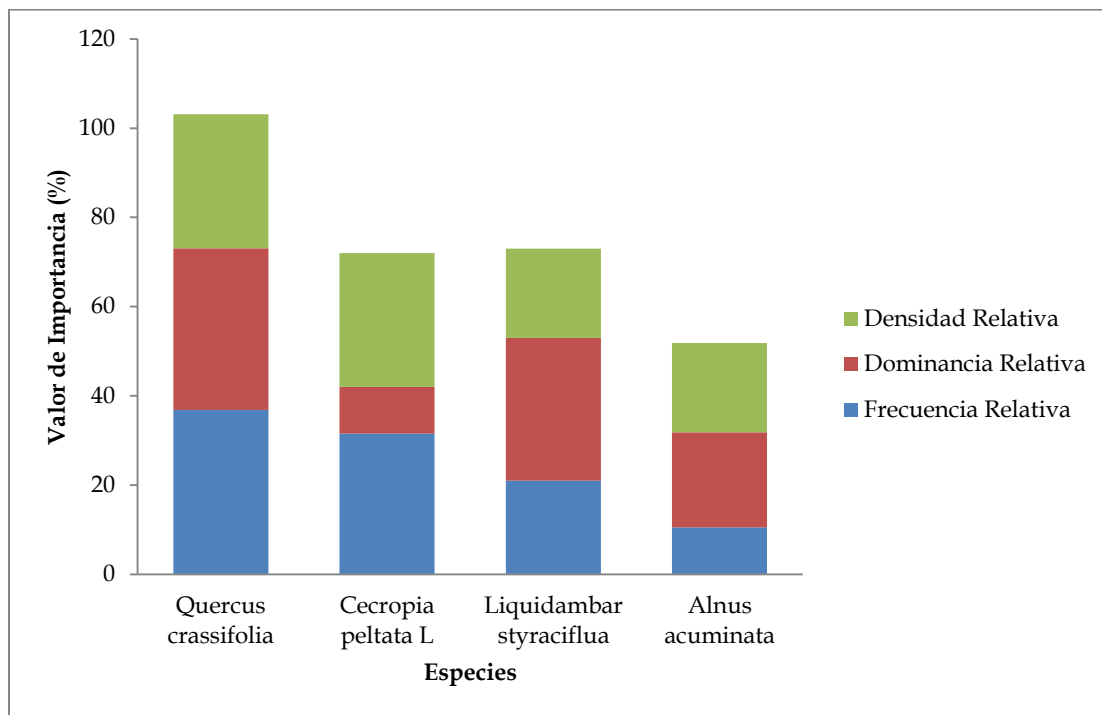


Figura IV.25. Valor de importancia para las especies del estrato arbustivo.

Tabla IV.29. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato arbustivo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Alnus acuminata</i>	Aile	246	0.200	-1.609	-0.322
<i>Cecropia peltata L</i>	Guarumbo	369	0.300	-1.204	-0.361
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	246	0.200	-1.609	-0.322
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	369	0.300	-1.204	-0.361
Total		1230	1.000		1.366
Riqueza			4		Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=			1.386		
Equitatividad (J)= H/Hmax			0.986		

Estrato Herbáceo.

De acuerdo a los valores obtenidos, *Bidens alba* resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa. La especie de *Woodwardia Semicordata* resulto con el valor más alto en cuanto a dominancia relativa; mientras que *Bidens alba* y *Woodwardia Semicordata* resultaron ser las especies con el valor más alto en el aspecto de densidad relativa (tablas IV.18 a IV.21 y figura IV.26). En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el área de estudio.

Tabla IV.30. Especies de flora observadas en el estrato herbáceo.

Cobertura Vegetal	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Estado de Conservación
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Bidens alba</i>	Mozote Blanco	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Commelina erecta</i>	Hierva de pollo	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Oplismenus hirtellus</i>	Zacate	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Waltheria indica</i>	Escobilla	NA	NA	Preocupación menor
	<i>Woodwardia Semicordata</i>	Helecho	NA	NA	Preocupación menor

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: (Pr) Protegida, (A) Amenazada, (P) Peligro de Extinción, (NA) Sin categoría.

Tabla IV.31. Número de individuos observados en el estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados
<i>Bidens alba</i>	Mozote Blanco	55319
<i>Commelina erecta</i>	Hierva de pollo	36880
<i>Oplismenus hirtellus</i>	Zacate	24586
<i>Waltheria indica</i>	Escobilla	36880
<i>Woodwardia Semicordata</i>	Helecho	55319

Tabla IV.32.. Frecuencia, dominancia y densidad del estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Bidens alba</i>	Mozote Blanco	55319	27.586	18.269	26.470	72.326
<i>Commelina erecta</i>	Hierva de pollo	36880	20.690	11.538	17.647	49.875
<i>Oplismenus hirtellus</i>	Zacate	24586	10.345	23.077	11.765	45.186
<i>Waltheria indica</i>	Escobilla	36880	17.241	16.346	17.647	51.235
<i>Woodwardia Semicordata</i>	Helecho	55319	24.138	30.769	26.470	81.378
Total		208984	100	100	100	300

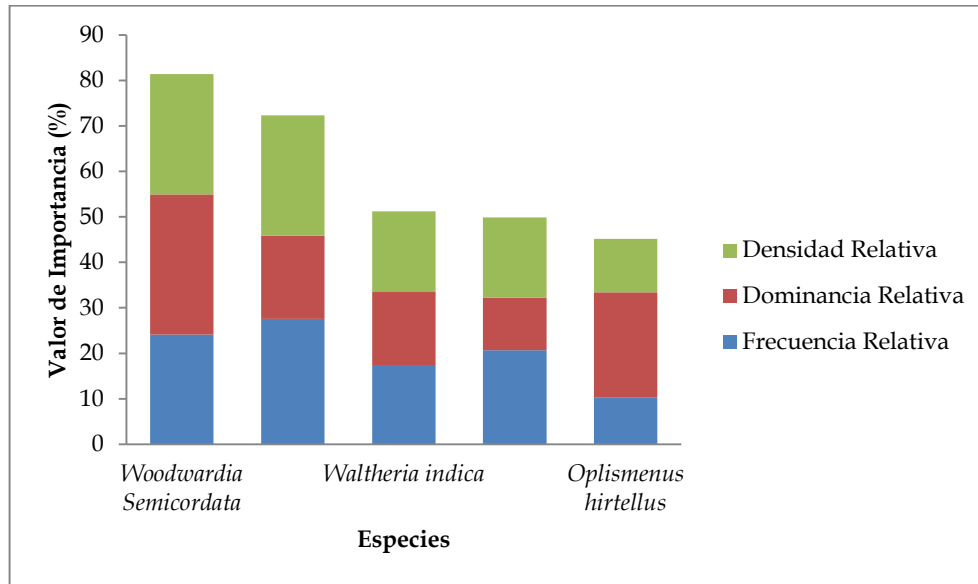


Figura IV.26. Valor de importancia para las especies del estrato herbáceo

Tabla IV.33. Índice de diversidad de Shannon calculado para el estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos Observados	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Bidens alba</i>	Mozote Blanco	55319	0.265	-1.329	-0.352
<i>Commelina erecta</i>	Hierva de pollo	36880	0.176	-1.735	-0.306
<i>Oplismenus hirtellus</i>	Zacate	24586	0.118	-2.140	-0.252
<i>Waltheria indica</i>	Escobilla	36880	0.176	-1.735	-0.306
<i>Woodwardia Semicordata</i>	Helecho	55319	0.265	-1.329	-0.352
Total		208984	1.000		1.568
Riqueza			5		Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=			1.609		
Equitatividad (J)= H/Hmax			0.975		

IV.3.1.2. Análisis y conclusiones de la vegetación en el sitio

Los resultados anteriores obtenidos para el Bosque Mesófilo de Montaña que se distribuye en el área del proyecto se pueden interpretar como sigue:

- 1) En términos de riqueza se presenta una riqueza total de 23 ($R=23$); 14 especies para el estrato arbóreo (60.87%), 4 del estrato arbustivo (17.39%) y 5 para el estrato herbáceo (21.74%).
- 2) La especie más importante por su frecuencia y abundancia la acapara definitivamente *Quercus crassifolia* (Encino) con 134 individuos, mientras que para el estrato arbustivo está totalmente dominada por dos especies *Cecropia peltata* L. (Guarumbo) y *Quercus Crassifolia* (Encino) con 369 individuos respectivamente y el estrato herbáceo lo acaparan dos especies *Bidens alba* (Mozote blanco) y *Woodwardia Semicordata* (Helecho) con 55,319 individuos.
- 3) Desde el punto de vista, índice de diversidad de Shannon (H), el estrato arbóreo es la que presenta un H mayor ($H=2.1$). De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área se considera baja, en tanto que, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media y los valores a 3.1 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H), el estrato arbustivo mantiene una diversidad biológica baja ($H= 1.4$); mientras que para el caso del estrato arbóreo y arbustivo la diversidad se puede considerar media ($H= a 2.1$ y 1.6 respectivamente).
- 4) En lo referente a especies en la norma de las 23 especies identificadas ninguna se encuentra NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 5) En términos de abundancia absoluta el grupo más abundante es el estrato herbáceo con 208,984 especies registradas, seguido por el estrato arbustivo con 1,230 y finalmente el estrato arbóreo 386.

Dado que el ecosistema en el sistema ambiental regional presenta mayor diversidad con respecto al área del proyecto se puede concluir que no se compromete la biodiversidad por la realización del proyecto, ya que la pérdida de estas especies no pone en riesgo su existencia debido a que se encuentran altamente distribuidas, sin embargo, es conveniente apoyar con proyectos de compensación ambiental.

Una medida de mitigación se recomendará la implementación de un Programa de rescate y reubicación de especies de interés especial, así como de algunas otras en caso de que llegaran a presentarse durante las labores de remoción de vegetación.

También se recomendara la implementación de un programa de reforestación con especies nativa

Uso de las especies en el Sistema Ambiental Regional.

Los usos más comunes que los habitantes del sistema ambiental regional le dan a las diversas especies son el comestible, medicinal, artesanal, construcción, ceremonial, ornamental e industrial.

IV.3.2. Fauna silvestre terrestre

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptables es la propuesta por P. L. Sclater y A.L. Wallace, que divide a América en dos regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular, la línea del Trópico de Cáncer. Esta confluencia de reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, sumado a su abrupta orografía, su diversidad climática y a una intrincada historia geológica, entre otros factores, han permitido el desarrollo de múltiples ecosistemas que albergan una inmensa riqueza de especies de plantas y animales (figura IV.27).

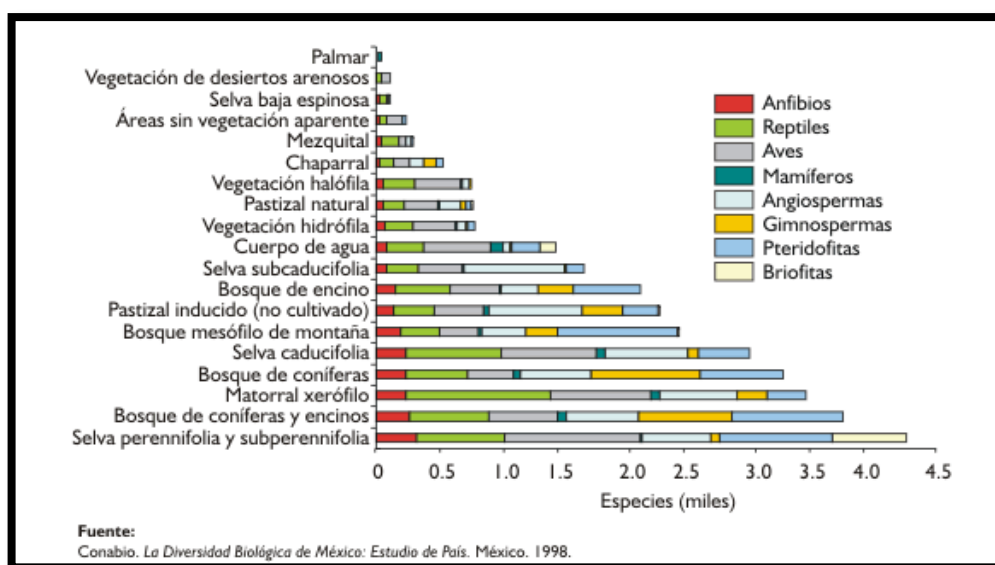


Figura IV.27. Especies de flora y fauna en el ecosistema del país según el Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad.

La fauna de mamíferos de México sobresale en el mundo no sólo por su riqueza, sino también por su elevado número de especies endémicas. Sin contar las especies marinas, en México habitan cerca de 450 especies de mamíferos, de los cuáles más del 30% son exclusivas del país (Ceballos & Navarro 1991, Ceballos et al. 1998).

En el estado de Puebla existen 72 especies de anfibios y 143 de reptiles, entre los cuales hay 78 especies de serpientes, lo que representa el 23% del total del país (Benítez, 1997).

Referente a la fauna para la Zona Norte de Puebla, está comprende parte de las Provincias Fisiográficas del Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental ubicada dentro de las Provincia Hidrológica del río Tecolutla donde están representados los siguientes géneros y especies:

Mazana americana (Mazate), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Tayassau tajacu* (jabalí de collar), *Canis latrans* (Coyote), *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) *Lontra longicaudis* (Nutria), *Conepatus leuconotus* y *Mephitis macroura* (Zorrillos), *Eira barbara* (Tayra), *Galictis vittata* (Grisón) *Mustela frenata* (Comadreja), *Plotus flavus* (Martucha), *Bassariscus astutus* (Tejón), *Nasua narica* (Tejón, Coatí), *Procyon lotor*, (Mapache), *Herpailurus yagouaroundi* (Onza), *Leopardus pardalis* (Ocelote), *Leopardus wiedii* (Tigrillo), *Lynx rufus* (Lince), *Puma concolor* (Puma), *Panthera onca* (Pantera), *Didelphis marsupialis* (Tlacuache), *Cryptotis mexicana* (Musaraña), *Sylvilagus brasiliensis* (conejo), *Ateles geoffriyi* (Mono araña), *Agouti paca* (Agutí), *Sphiggurus mexicanus* (Puerco espín) *Orthogeomys hispidus* y *Megadontomis neisoi* (Tuzas), *Glaucomys volans* (Ardilla voladora), *Sciurus aureogaster* (Ardilla gris), *Sciurus deppei* (Ardilla negra), *Dasypus novemcinctus* (Armadillo) *Tamandua mexicana* (Oso hormiguero).

IV.3.2.1 Composición de especies en el predio

El trabajo de campo para la determinación del inventario y descripción de los grupos de fauna silvestre consistió en la aplicación de distintas técnicas para conocer la composición de especies en el ecosistema (de manera paralela a las prácticas de caracterización de la vegetación), mismos que se señalan a continuación y que se describen a mayor detalle.

Avifauna

Para el caso de este grupo se aplicó el Método de Puntos de conteo. Éste se efectúa con la aplicación de un muestreo sistemático en el área de afectación (siguiente Figura IV.28). Este es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, además para monitorear en tiempos las variaciones de su abundancia en un ecosistema. Se desarrolla mejor en comunidades de matorral o en ecosistemas con existencia de especies maderables, que es el caso que nos concierne en este proyecto.

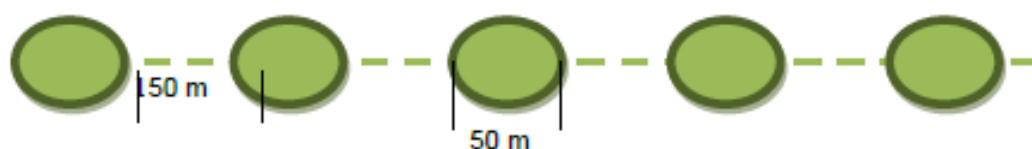


Figura IV.28. Diagrama ilustrativo del método de punto de conteo.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m en la vegetación tratando de ubicar el área en donde se ubicarán las estaciones de muestreo de flora y en forma tal que se distribuyan en la superficie del proyecto. Se establecen en la superficie del mismo los transectos del método de puntos de conteo, con estaciones de observación con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo. La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos y que fuera de esta manera más representativa. De la misma manera, en la distribución de los transectos se consideró su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos (áreas de cultivos) y en las orillas de la comunidad para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

A manera de complemento, durante la caracterización de la vegetación se registraron las aves que no se hubieran identificado durante la aplicación del método anterior.

Se establecieron ocho transectos en total. Así mismo, durante los recorridos efectuados en campo, se registraron todos aquellos individuos que no se hubieran registrado antes.

Riqueza específica o diversidad alfa para la avifauna dentro del área del proyecto se observaron 13 individuos que se distribuyen en 7 órdenes, 10 familias y 12 géneros. Ninguna de las especies de aves se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todas las especies registradas tienen distribución amplia en México, ninguna es endémica al país. La especie con mayor número de individuos observados fue el Zopilote común (*Coragyps atratus*) con 38 individuos registrados, la cual se catalogó como una especie muy abundante, mientras que hubo una que presentó el menor número de individuos observados fue el Halcón enano (*Falco ruficularis*) con 1 ejemplar cuya abundancia fue rara (Ver Tabla siguiente).

Tabla IV.34. Especies de la avifauna observada.

Clasificación	Nombré Científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
Clase Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorrirufo	NA	NA
Orden Passeriformes				
Familia Parulidae				
Clase Aves	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	NA	NA
Orden Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
Clase Aves	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío	NA	NA
Orden Charadriiformes				
Familia Charadriidae				
Clase Aves	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	NA	NA
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
Clase Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	NA	NA
Orden Incerte sedis				
Familia Cathartidae				
Clase Aves	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón enano	NA	NA
Orden Falconiformes				
Familia Falconidae				
Clase Aves	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina pueblera	NA	NA
Orden Passeriformes				
Familia Hirundinidae				
Clase Aves	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojirajo	NA	NA
Orden Passeriformes				
Familia Icteridae				
Clase Aves	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	NA	NA
Orden Passeriformes				
Familia Tyrannidae				
Clase Aves	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	NA	NA
Orden Galliformes				
Familia Cracidae				
Clase Aves	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	NA	NA
Orden Passeriformes				
Familia Icteridae				
Clase Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca	NA	NA
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
Clase Aves	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	NA	NA
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				

De acuerdo a los valores obtenidos, *Coragyps atratus* y *Zenaida asiatica* resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa. La especie de *Columbina talpacoti* resulto con el valor más alto en cuanto a dominancia relativa; mientras que *Coragyps atratus* resultaron ser las especies con el valor más alto en el aspecto de densidad relativa. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en la avifauna presente en el área de estudio, ver tablas y figura siguientes.

Tabla IV.35.. Frecuencia, dominancia y densidad de la avifauna.

Nombre Científico	Nombre común	No. De Individuos	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorrirufufo	11	8.7379	6.122	6.286	21.146
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	6	3.5599	4.082	3.429	11.070
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío	2	7.4434	2.041	1.143	10.627
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	27	20.5825	12.245	15.429	48.256
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	38	13.4628	14.286	21.714	49.463
<i>Falco ruficularis</i>	Halcón enano	1	5.5016	2.041	0.571	8.114
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina pueblera	4	4.8544	4.082	2.286	11.222
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojirrojo	12	1.6181	8.163	6.857	16.639
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	5	7.4434	4.082	2.857	14.382
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	15	5.6311	10.204	8.571	24.407
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	25	1.7476	12.245	14.286	28.278
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca	19	7.7670	14.286	10.857	32.910
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	10	11.6505	6.122	5.714	23.487
Total		175	100	100	100	300

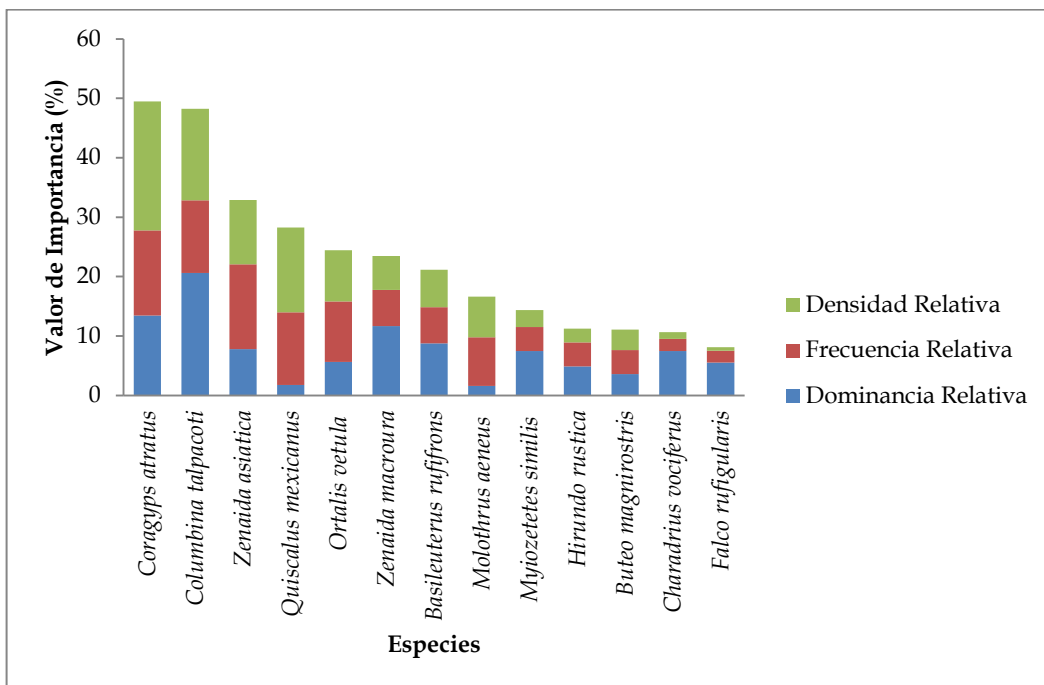


Figura IV.30.. Valor de importancia para las especies de la avifauna.

Tabla IV.36. Índice de diversidad de Shannon calculado para la avifauna.

Nombré Científico	Nombre común	No. De Individuos	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorrirufufo	11	0.0629	-2.7669	-0.174
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	6	0.0343	-3.3730	-0.116
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío	2	0.0114	-4.4716	-0.051
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola	27	0.1543	-1.8689	-0.288
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	38	0.2171	-1.5272	-0.332
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón enano	1	0.0057	-5.1648	-0.030
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina pueblera	4	0.0229	-3.7785	-0.086
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojorojo	12	0.0686	-2.6799	-0.184
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	5	0.0286	-3.5553	-0.102
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	15	0.0857	-2.4567	-0.211
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	25	0.1429	-1.9459	-0.278
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca	19	0.1086	-2.2203	-0.241
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	10	0.0571	-2.8622	-0.164
Total		175	1.000		2.255
Riqueza			13		Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=			2.565		
Equitatividad (J)= H/Hmax			0.879		

Mastofauna.

La presencia de este grupo se determinó mediante la observación directa e indirecta (identificación de huellas, rastros, sonidos, excretas, etc.). Para lo anterior, se llevaron a cabo nueve transectos lineales en las horas del crepúsculo. Los transectos se llevaron a cabo aprovechando las veredas existentes, así como entre la vegetación.

Para abordar el estudio de mamíferos, muchas veces con objetivos de manejo de poblaciones, es necesario poder estimar tendencias de incremento o disminución de las mismas. Con este fin, se han desarrollado técnicas para la estimación de abundancia relativa basadas en evidencias indirectas de la presencia de animales.

Una de las técnicas indirectas desarrolladas es la de estaciones olorosas u olfativas (scent-station technique), que se ha usado ampliamente en algunas regiones y permite obtener tendencias estacionales y anuales de la abundancia relativa de mamíferos carnívoros (Linhart y Knowlton 1975, Rau et al. 1985).

Esta técnica puede utilizarse en la primera fase de un estudio sobre una especie y combinarse con técnicas que aportan otro tipo de información, como la radiotelemetría. Permite el monitoreo continuo de poblaciones animales sin alterar su comportamiento, y puede aplicarse al estudio de la distribución geográfica de una especie (Rau y Delibes 1984). Además, permite diseñar estudios por hábitat y aporta información en trabajos de relevamientos de las especies de mamíferos (Rodríguez, 1996).

La técnica de estaciones olfativas u olorosas consiste en establecer un índice de visitas a una serie de estaciones o sitios de atracción olfativa. Se basa en el uso de atrayentes oloroso que permite que los animales se acerquen a las estaciones de registro de huellas. Se instala un número definido de estaciones dispuestas a distancia constante a lo largo de líneas o transectos. Cada estación está formada por una superficie circular de tierra tamizada de un metro de diámetro, con el atrayente ubicado en su centro. La distancia entre estaciones y entre transectos depende de un conocimiento previo de los movimientos y del tamaño del ámbito de hogar (*home range*) de las especies en estudio.

La Mastofauna en área del proyecto se compone de 6 especies que se distribuyen en 5 órdenes, 6 familias y 6 géneros (tabla IV.24). Ninguna de las especies de mamíferos se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todas las especies registradas tienen distribución amplia en México, ninguna es endémica al país. La especie con mayor número de individuos observados es Ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*) con 25 individuos, la cual se catalogó como la especie más abundante dentro de la unidad de análisis, mientras que hubo una que presentó el menor número de individuos observados la cual fue el Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 1 ejemplar cuya abundancia fue rara.

Tabla IV.37. Especies de mastofauna observadas.

Clasificación	Nombré Científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
Clase Mammalia	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	NA	NA
Orden Rodentia				
Familia Cuniculidae				
Clase Mammalia	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	NA	NA
Orden Cingulata				
Familia Dasypodidae				
Clase Mammalia	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	NA	NA
Orden Didelphimorphia				
Familia Didelphinae				
Clase Mammalia	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón de campo	NA	NA
Orden Rodentia				
Familia Cricetidae				
Clase Mammalia	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	NA	NA
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
Clase Mammalia	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NA	NA
Orden Carnivora				
Familia Canidae				

De acuerdo a los valores obtenidos, *Peromyscus mexicanus* resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa. La especie *Didelphis virginiana* resultó con el valor más alto en cuanto a dominancia relativa; mientras que *Peromyscus mexicanus* resultó ser la especie con el valor más alto en el aspecto de densidad relativa (tablas IV.25y IV.26 y figura IV.30). En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en la mastofauna presente en el área de estudio.

Tabla IV.38. Frecuencia, dominancia y densidad de la mastofauna observada.

Nombré Científico	Nombre común	No. De Individuos	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	4	16.026	11.538462	7.547	35.111
<i>Dasytus novemcinctus</i>	Armadillo	6	19.231	19.230769	11.321	49.782
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	3	19.872	7.692308	5.660	33.224
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón de campo	25	6.410	34.615385	47.170	88.195
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	14	12.821	23.076923	26.415	62.313
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	25.641	3.846154	1.887	31.374
Total		53	100	100	100	300

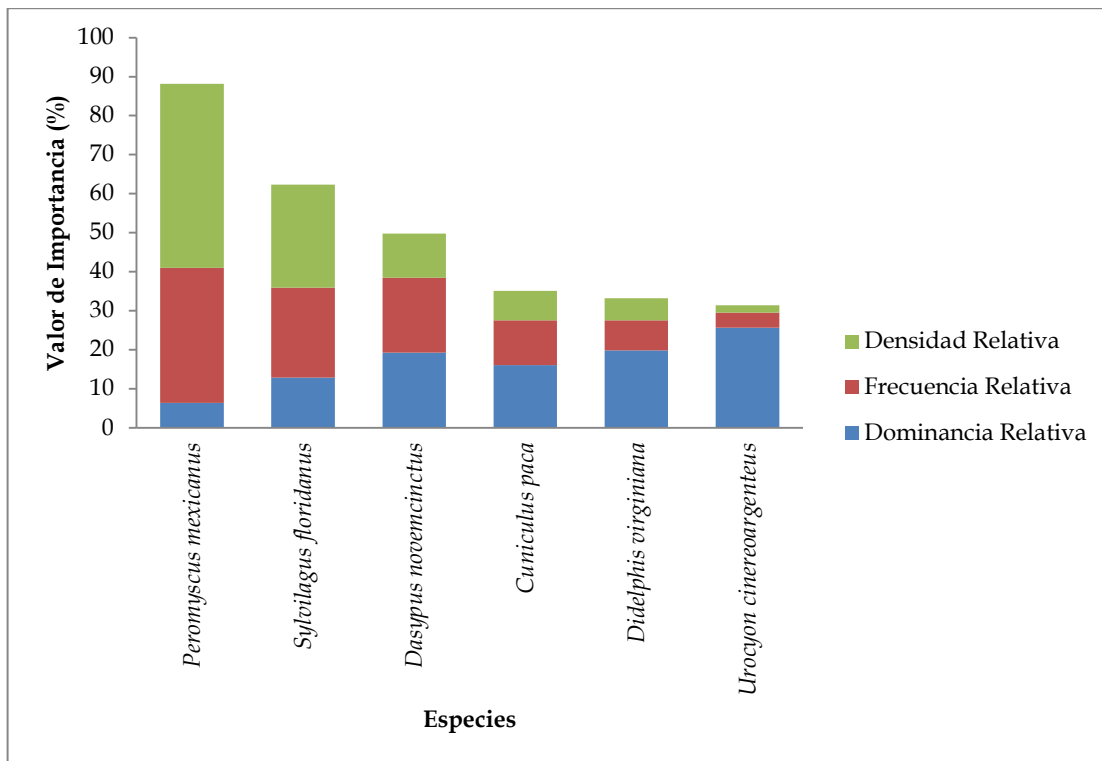


Figura IV.29. Valor de importancia para las especies de la mastofauna observada.

Tabla IV.39. Índice de diversidad de Shannon calculado para la mastofauna observada.

Nombre Científico	Nombre común	No. De Individuos	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	4	0.0755	-2.5840	-0.195
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	6	0.1132	-2.1785	-0.247
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	3	0.0566	-2.8717	-0.163
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón de campo	25	0.4717	-0.7514	-0.354
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	14	0.2642	-1.3312	-0.352
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.0189	-3.9703	-0.075
Total		53	1.000		1.385
Riqueza		6			Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=		1.792			
Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.773			

Hepertofauna.

Se procedió a la revisión bibliográfica, referente a la distribución regional de los anfibios y reptiles, con base en los trabajos de Alfaro-Martínez (2009), Murrieta- Galindo (2007) y Díaz- Fisher (2012). Adicionalmente se consultaron las bases de datos del Sistema Nacional de Información Biológica de la CONABIO, The Reptile Database (<http://reptile-database.reptarium.cz/>) y la Unidad de Informática para la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM (www.unibio.unam.mx).

Así mismo, se realizó trabajo de campo realizando capturas y observaciones, a través de la técnica de inventario libre de especies (Angulo et al., 2006; Contreras-Campos, 2010), la cual consiste en registrar la mayor cantidad de anfibios y reptiles durante caminatas lentas, en el área de estudio. De este modo, se realizó una búsqueda intensiva en sitios potenciales (microhábitats) donde podrían estar los animales: cortezas de troncos, hojarasca, debajo de las rocas, troncos caídos, grietas, agujajes, epífitas, entre otros. Los ejemplares encontrados fueron identificados taxonómicamente, fotografiados y liberados en el mismo sitio de su captura. El listado de las especies se realizó tomando como referencia a Frost (2011) para anfibios y para reptiles la propuesta de The Reptile Database (2012) y CONABIO (2009a, 2009b). También se utilizó el método indirecto de las entrevistas, el cual fue aplicado a las personas que trabajan o se encuentran en el área de estudio y se consultaron los nombres locales con ellos. Se utilizaron guías de campo (Jiménez et al., 2012; Oliver et al., 2009; Canseco-Márquez et al., 2010; Uribe-Peña et al., 1999; Pérez-Higareda et al., 2007) especializadas como información de referencia y para la identificación de los individuos.

Entrevistas.

La identificación de los mamíferos por parte de los entrevistados se realizó con la ayuda de láminas de mamíferos. Esta identificación se complementó con preguntas que se hacían a la gente acerca características particulares de los animales. Se realizaron 15 entrevistas a personas mayores de 18 años.

Para conocer el estado de conservación de las especies, la información fue comparada con tres documentos los cuales las clasifican de acuerdo a su riesgo: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés; IUCN, 2012) y en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES (CITES, 2012).

Cabe mencionar que la Hepertofauna en área del proyecto se compone de 3 especies que se distribuyen en 1 orden, 2 familias y 3 géneros. Ninguna de las especies de mamíferos se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todas las especies registradas tienen distribución amplia en México, ninguna es endémica al país. La especie con mayor número de individuos observados es la Lagartija espinosa (*Sceloporus mucronatus*) con 17 individuos, la cual se catalogó como la especie más abundante dentro de la unidad de análisis, mientras que hubo una que presentó el menor número de individuos observados la cual fue el Huico Texano (*Aspidoscelis gularis*) con 7 ejemplares cuya abundancia fue rara (tablas IV.27 a la IV-29 y figura IV.31).

Tabla IV.40. Especies de herpetofauna observada.

Clasificación	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	Endemismo
Clase Reptilia	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa	NA	NA
Orden Squamata				
Familia Phrynosomatidae				
Clase Reptilia	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija de chilar	NA	NA
Orden Squamata				
Familia Teiidae				
Clase Reptilia	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Texano	NA	NA
Orden Squamata				
Familia Teiidae				

De acuerdo a los valores obtenidos, *Sceloporus mucronatus* resultó ser la especie con el valor más alto en frecuencia relativa, dominancia y densidad. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en la herpetofauna presente en el área de estudio.

Tabla IV.41. Frecuencia, dominancia y densidad de la herpetofauna observada.

Nombre Científico	Nombre común	No. De Individuos	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Importancia
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija de chilar	13	26.786	30.769	35.135	92.690
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Texano	7	33.929	23.077	18.919	75.924
<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa	17	39.286	46.154	45.946	131.386
Total		37	100	100	100	300

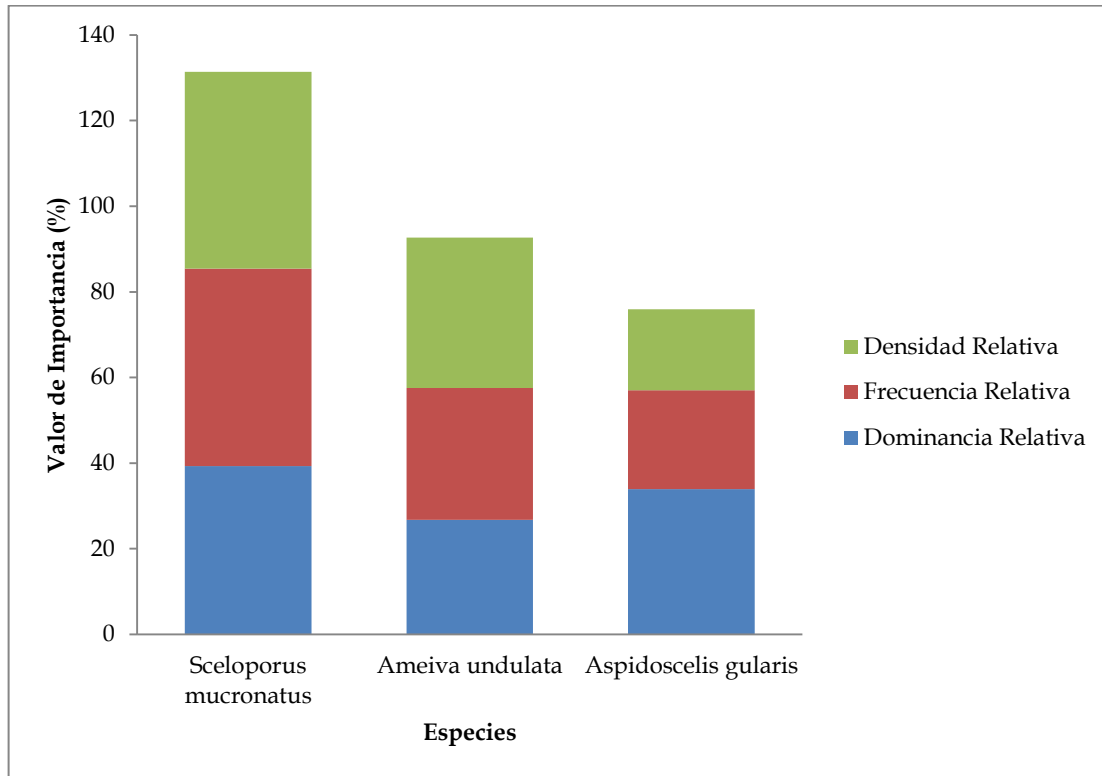


Figura IV.30. Valor de importancia para las especies de herpetofauna.

Tabla IV.42. Índice de diversidad de Shannon para la herpetofauna observada.

Nombré Científico	Nombre común	No. De Individuos	Abundancia Relativa	Ln (Abundancia)	Ln * Abundancia=ID
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija de chilar	13	0.3514	-1.046	-0.368
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Texano	7	0.1892	-1.665	-0.315
<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa	17	0.4595	-0.778	-0.357
Total		37	1.000		1.040
Riqueza			3		Índice de Diversidad de Shannon
H max= Ln(S)=			1.099		
Equitatividad (J)= H/Hmax			0.947		

IV.3.2.2- Análisis y conclusiones de la fauna en el sitio

De los resultados obtenidos en materia de fauna, identificada dentro del área del proyecto, se tiene lo siguiente:

1. En términos de riqueza, en el grupo de los vertebrados se identificaron un total de 22 especies; 13 del grupo de la avifauna (59.09%), 6 del grupo de la mastofauna (27.27%) y 3 del grupo de la hepertofauna (13.64%).
2. La avifauna más importante por su frecuencia y densidad la acapara definitivamente *Coragyps atratus* (Zopilote común), mientras que para la mastofauna está totalmente dominada por *Peromyscus mexicanus* (Ratón de campo) y en la herpetofauna por *Sceloporus variabilis* (Lagartija escamosa).
3. Desde el punto de vista, índice de diversidad de Shannon (H), de igual forma la avifauna es la que presenta un H mayor ($H=2.3$). De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área se considera baja, en tanto que, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media y los valores a 3.1 se consideran como diversidad alta. Teniendo en consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H), la mastofauna y hepertofauna mantienen una diversidad biológica baja ($H=$ a 1.4 y 1.0 respectivamente); mientras que para el caso de la avifauna esta diversidad se puede considerar media ($H=2.3$).
4. En lo referente a especies en la norma de las 22 especies identificadas ninguna se encuentra NOM-059-SEMARNAT-2010.
5. En términos de abundancia absoluta el grupo más abundante es la avifauna con 175 especímenes registrados, seguido por la mastofauna con 55 y finalmente el grupo de la hepertofauna con 37.

El grupo de los vertebrados mantiene una diversidad media en el grupo (avifauna) y dos grupos una diversidad baja (mastofauna y hepertofauna) de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener (H); estos resultados se deben a que de manera natural y en ecosistemas conservados, los grupos de fauna mantiene estándares de riqueza y abundancia altos; valores que incorpora el índice para la evaluación de la diversidad. De acuerdo a la prospección de campo, la avifauna es el grupo que ostento una mayor riqueza, abundancia y además el valor más alto de diversidad conforme al índice empleado.

Debido a lo anterior y a que el proyecto contempla disminuir al mínimo la pérdida de especies en estatus de riesgo ecológico, se recomendará la elaboración y ejecución de un Programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre a fin de proteger cualquier individuo que pudiera observarse en el sitio previo a las actividades de desmonte y despalme del suelo.

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero de la LGDFS, en cuanto que con estos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD.**

IV.3.3 Caracterización ictiológica (peces)

El alcance de la evaluación ictiológica realizada en octubre de 2015, se incluyó el análisis de fauna acuática presente en los sitios muestreados a lo largo de la trayectoria del proyecto. (Ver Anexo IV.4).

IV.3.3.1 Metodología

El programa de muestreo llevado a cabo obedece a los procedimientos establecidos en la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.

La colecta de ejemplares se llevó a cabo con diversas artes de pesca, entre ellas: redes de chinchorro de distinta luz de malla, redes de atarraya, redes renfro, equipos de electropesca y redes de cuchara. La elección de la técnica a implementar se determinó por la amplitud y profundidad del afluente, la apertura de la vegetación, la fuerza de la corriente y el tipo de fondo del sitio.

Los ejemplares fueron fotografiados *in situ* para documentar sus características básicas de coloración y comportamiento. Posteriormente se conservaron en alcohol al 70% para su posterior análisis en técnicas moleculares. Los especímenes fueron separados y determinados en laboratorio con ayuda de claves dicotómicas, literatura especializada y por medio de su comparación con otros ejemplares previamente depositados en la Colección Nacional de Peces. Una vez identificados, los

especímenes son sexados (en lo posible de acuerdo a las características morfológicas externas) y clasificados por estados de vida.

Una vez determinados los ejemplares, se caracterizó a las especies de acuerdo a sus hábitos alimenticios, distribución y tolerancia fisicoquímica. Esta caracterización permitió relacionar las propiedades fisicoquímicas del agua con la salud del afluente, es decir, la presencia o ausencia de ciertas especies indicarán la calidad del agua y el grado de deterioro del río.

IV.3.3.2 Resultados

Se colectaron 71 ejemplares (Gráfico 1), pertenecientes a dos familias y dos especies, una de ellas invasora (Tabla IV.43). Es importante señalar que en el estado de Puebla (incluyendo el municipio de Zacapoaxtla y el río Apulco) existen numerosas granjas de trucha arcoíris en que los estanques son alimentados por afluentes naturales. Las barreras empleadas en las granjas son capaces de mantener ejemplares de mayor tamaño dentro de las instalaciones, pero es muy frecuente que huevecillos o alevines se filtren y lleguen a formar parte de la fauna íctica del río.

Figura IV.31. Relación de ejemplares colectados por especie y sitio de muestreo.

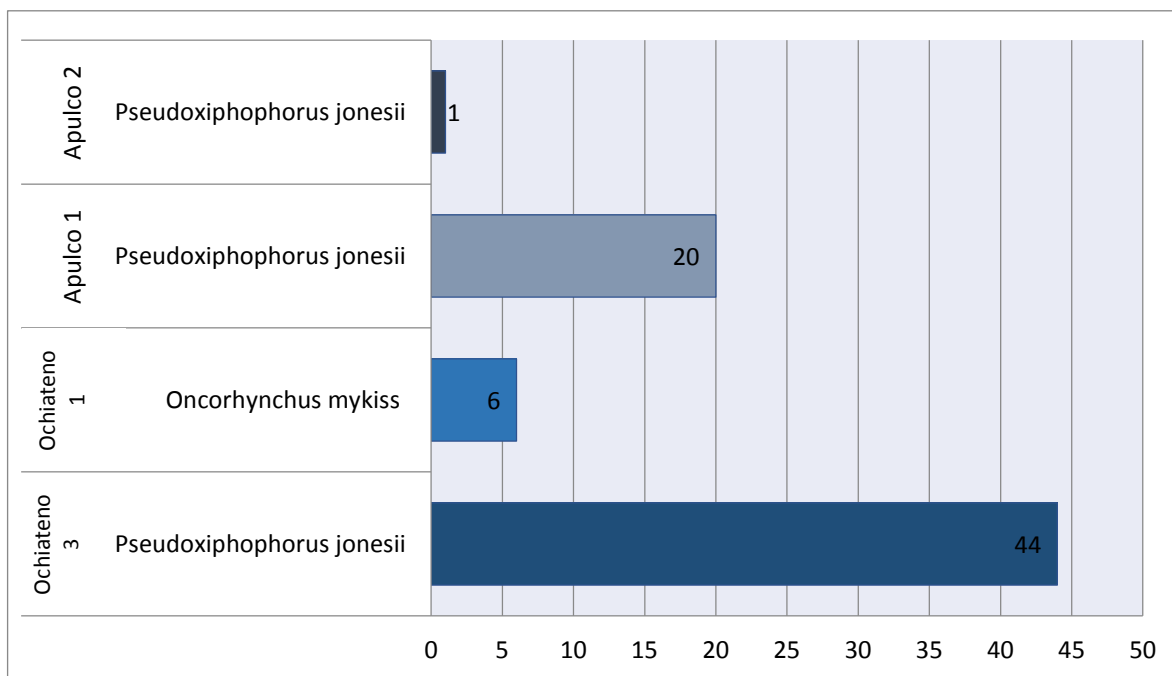


Tabla IV.43. Especies colectadas y estatus de conservación por sitio. Se incluyen los números de catálogo correspondientes de la CNPE-IBUNAM

Número de Catálogo	Especie	Localidad	Estatus*
20413	<i>Pseudoxiphophorus jonesii</i>	Ochiateno 3	Sin evaluar
20414	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Ochiateno 1	Introducida
20415	<i>Pseudoxiphophorus jonesii</i>	Apulco 1	Sin evaluar
20416	<i>Pseudoxiphophorus jonesii</i>	Apulco 2	Sin evaluar

*Categoría o estatus de conservación de acuerdo a la NOM 059 SEMARNAT 2010

La presencia de dos únicas especies encontradas puede ser reflejo de diversos factores, desde una migración de especímenes a otras zonas del afluente, deterioro y condiciones inadecuadas para los peces o poca diversidad natural del sitio.

Es posible que la presencia (e invasión) de la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* o trucha arcoíris esté limitando la existencia de otras especies. Los hábitos carnívoros de esta trucha podrían estar limitando o evitando el crecimiento y reproducción de otras especies, así como consumiendo los recursos (alimenticios y de hábitat) que otras especies utilizaban naturalmente en este ecosistema acuático (antes de la introducción de esta especie).

La especie nativa *Pseudoxiphophorus jonesii* tiene tolerancia a un amplio intervalo de condiciones físicas y químicas, por lo que no puede considerarse especie indicadora de la salud del río. Sin embargo la ausencia de otras especies puede ser consecuencia de condiciones alteradas que las han desplazado o eliminado, mientras que el guatopote listado ha podido tolerar las alteraciones.



Coleta de ejemplares

IV.3.4 Paisaje⁶

El paisaje es una porción del espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con patrón de estabilidad temporal resultante de la interacción compleja del clima, las rocas, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las actividades humanas; reconocibles y diferenciables de otras vecinas, de acuerdo con un nivel de análisis espacio-temporal. Sin embargo, el paisaje refleja la realidad ambiental de cada lugar (geológica, climática, edáfica), a la vez que resume y expresa la historia de procesos biológicos y antropogénicos que se hayan podido desarrollar en él.

-
- ⁶ Bosque Sendra, Joaquín *et al.*, "Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un SIG", Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, <http://www.geogra.uah.es/~joaquin/pdf/calidad-visual-paisaje.pdf>, fecha de consulta: 9 de febrero de 2010.
 - Cáncer Pomar, Luis Antonio, "Cambios de uso del suelo y alteración de paisajes en el Valle de Canal Roya", <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=59779>, fecha de consulta: 9 de febrero de 2010.
 - Morláns, María Cristina, "Introducción a la ecología del paisaje", Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca, <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf>, fecha de consulta: 9 de febrero de 2010.
 - Maginnis, Stewart y Jackson William, "Restauración del paisaje forestal", OIMT Actualidad Forestal Tropical 10/4, 2002.
 - Navarro Bello, Galit, "Importancia del paisaje como valor patrimonial", Facultad de Arquitectura y Paisaje, Universidad Central de Chile, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1253539>, fecha de consulta: 9 de febrero de 2010.
 - Ochoa de la Torre, José Manuel, Tesis Doctoral en Arquitectura "La vegetación como instrumento para el control microclimático, Capítulo 2: Impacto de la vegetación en el microclima urbano", Universidad Politécnica de Cataluña, octubre 1999, http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0425107-095813//03JMot03de12.pdf, fecha de consulta: 4 de marzo de 2010.
 - Williams Linera, Guadalupe, "El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático", 1ª. Ed., México, CONABIO- Instituto de Ecología, A.C., 2007, pp. 94, 99, 101, 112, 113, 116, 117.

Por lo tanto, el paisaje es una entidad dinámica que evoluciona temporalmente, como consecuencia de procesos naturales y de intervenciones antropogénicas o por el cese de éstas, y no debe considerársele como un fenómeno estático susceptible de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución.

Cuando se hace una gestión del paisaje, ésta se refiere a la actuación dirigida, en la perspectiva del desarrollo sostenible, al mantenimiento del paisaje con el fin de guiar y armonizar las transformaciones introducidas en él, por la evolución social económica y ambiental.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. Si bien su efecto es meramente visual, también es el reflejo de una situación particular que puede caracterizar desde ambientes inalterados hasta ambientes con una fuerte actividad antropogénica.

Existe una desventaja en la descripción del paisaje ya que no hay un sistema efectivo para medirlo sin embargo, se pueden considerar tres aspectos importantes:

- **Visibilidad.** Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- **Calidad paisajística.** Incluye tres elementos: características intrínsecas, calidad visual del entorno inmediato (situado a una distancia de 500 y 700 m.) y calidad del fondo escénico.
- **Fragilidad visual:** es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él.

También se puede considerar en la descripción del paisaje la frecuencia de la presencia humana, singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial, así como elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico.

Análisis del paisaje del sitio del proyecto

Para hacer la descripción del paisaje de área actual en donde se pretende llevar a cabo el proyecto Gaya, se realizó un análisis con base en una descripción de paisaje visual, el cual se caracteriza por la atención que se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, tanto espacial como visualmente. Por lo que el estudio puede definirse por el entorno visual del punto de observación y se caracterizará por los elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, geo formas predominantes, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.) pero no explica la evolución ni la transformación de los paisajes.

Debido a lo anterior, y para dar mayor claridad a los conceptos, la información que a continuación se presenta es descrita por medio de fotografías para dar el panorama del observador, las cuales se han incorporado en el anexo fotográfico (Ver Anexo IV.5).

A) Aspectos naturales

La zona en donde se desea establecer el proyecto se localiza en una zona donde existe mezcla de vegetación agrícola, árboles frutales y vegetales forestales, así como la presencia de cuerpos de agua como el Río Apulco y Ochiateno.

B) Aspectos antropogénicos

Las intervenciones antropogénicas suelen causar modificaciones de ciclo corto; una tala, cambios en la utilización del suelo, incendios provocados, instalación de infraestructuras de comunicación, etc. Todas estas modificaciones rápidas desatan procesos de adaptación y reorganización del medio natural, tanto biótico como abiótico, que en la mayor parte de los casos son de ciclo largo: recolonización vegetal en zonas quemadas o taladas, progresiva invasión de las infraestructuras por la vegetación y materiales depositados, estabilización de taludes, etc. Los procesos, tanto de ciclo largo como corto, de los medios abiótico, biótico y las intervenciones antropogénicas, se interrelacionan fuertemente entre sí.

Para los sitios del proyecto, los aspectos antropogénicos que han afectado al paisaje se deben principalmente a la deforestación para la creación de pastizales o monocultivos inducidos, así como la existencia de caminos para ganado.

Se observa que en los caminos vecinales y veredas existe evidencia de pasos de vehículos, cabe señalar que existen también algunos senderos que sólo son aptos para circular a pie aunque son de poca anchura no se permite la regeneración de la vegetación por el paso constante ya sea del ganado o de las personas

C) Cromatismo

La vegetación, por su variedad de forma, distribución y densidad suele ser una gran creadora de texturas que contribuyen a diferentes tonalidades de los colores verde y café. La fenología es un cambio en la apariencia de la vegetación que se va dando en cada estación del año.

Lo que se observó en las visitas de campo, es que los colores predominantes son el verde, amarillo y café en sus diferentes tonalidades estos se pueden encontrar en los pastizales y cultivos inducidos, por lo que se puede decir que estos colores son homogéneos y continuos en el paisaje. Sin embargo, es importante aclarar que puede existir una variación dependiendo de la época del año

IV.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

En esta región se produce principalmente frijol, café, chícharo, haba, maíz, frutas de clima frío como aguacate, manzana, ciruela, peras, y se cría ganado ovino y bobino.

Si bien existen pocas referencias arqueológicas, se sabe que conviven desde hace muchos siglos pueblos: nahuas, totonacas, otomíes y tepehuas, quienes aún preservan tradiciones propias de su etnia, tales como festividades y una forma de organización cimentada en usos y costumbres.

Con referencia en el sistema ambiental regional definido en la sección 4.1 de este Capítulo, la regionalización social de la microcuenca, y el posible alcance de la influencia o impactos sociales del proyecto el cual se define como una proyección inicial, el análisis socioeconómico que se presenta en este documento se delimita dentro del municipio de Zacapoaxtla, tal que el análisis social regional abarca 25 localidades, de las cuales, el impacto directo se identifica en el poblado de San Juan Tahitic y las comunidades restantes recibirían un impacto indirecto y en su mayoría imperceptible por su lejanía al sitio y por el aislamiento natural que garantiza la fisiografía en el que se encuentra el sitio del Proyecto GAYA. Ver tablas IV.44.

Tabla IV.44 Localidades en el municipio de impacto del proyecto

Nombre del Municipio	Total de Localidades	Localidades impactadas por el proyecto	Extensión territorial en relación al estado	Lugar que ocupa el municipio en el Estado
Zacapoaxtla	49	1	0.51%	73

1. Se considera en base a la extensión territorial

Fuente: Gobierno del Estado de Puebla
SEDESOL (PDZP)**IV.4 1. Ubicación de Localidades**

La zona de impacto que tendrá el proyecto Hidroeléctrica Gaya, abarcará 25 localidades, de las cuales solo una recibirá el impacto de forma directa: San Juan Tahitic.

Estas comunidades se encuentran en la zona montañosa del norte de Puebla por lo cual están ubicadas a una altura mínima de 1394 msnm (Apulco) y la de mayor altitud se encuentra a 2252 msnm (Cuacuilco).

La siguiente tabla presenta a las localidades de impacto directo y su posición geográfica.⁷

⁷ <http://www.coteigep.puebla.gob.m;>

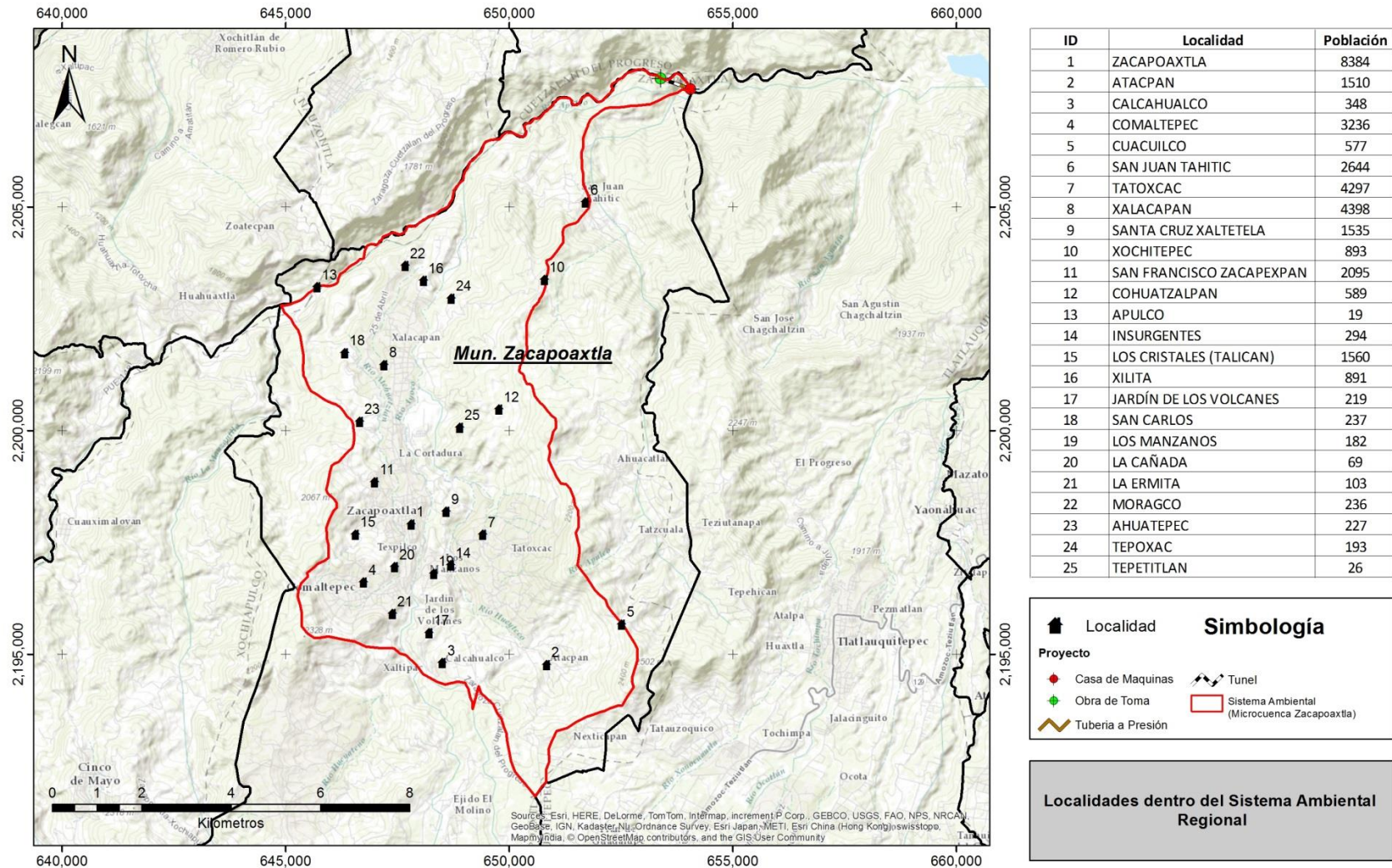
Tabla IV.45 Localización geográfica del municipio y sus localidades

No.	Nombre de la localidad	Clave de Localidad	Coordenadas geográficas		Altitud msnm
			Latitud	Longitud	
1	Ahuatepec	055	19° 53' 33"	97° 35' 57"	1698
2	Apulco	030	19° 55' 11"	97° 36' 29"	1394
3	Atacpan	003	19° 50' 35"	97° 33' 35"	1958
4	Calchahualco	004	19° 50' 37"	97° 34' 55"	1981
5	Cohuatزالpan	0029	19° 53' 41"	97° 34' 10"	1860
6	Comaltepec	0052	19° 51' 36"	97° 35' 35"	1919
7	Cuacuilco	006	19° 51' 04"	97° 32' 37"	2252
8	Insurgentes	033	19° 51' 48"	97° 34' 48"	1779
9	Jardín de los Volcanes	042	19° 50' 59"	97° 35' 31"	1946
10	La Cañada	048	19° 51' 47"	97° 35' 31"	1875
11	La Ermita	049	19° 51' 13"	97° 35' 33"	1942
12	Los Cristales (Talicán)	034	19° 52' 11"	97° 36' 01"	1792
13	Los Manzanos	045	19° 51' 42"	97° 35' 01"	1840
14	Moragco	050	19° 55' 26"	97° 35' 21"	1492
15	San Carlos	043	19° 54' 23"	97° 36' 08"	1569
16	San Francisco Zacapexpan	025	19° 52' 49"	97° 35' 46"	1821
17	San Juan Tahitic	017	19° 56' 11"	97° 33' 02"	1399
18	Santa Cruz Xaltetela	022	19° 52' 27"	97° 34' 51"	1789
19	Tatoxcac	018	19° 52' 10"	97° 34' 23"	1886
20	Tepetitlan	060	19° 53' 28"	97° 34' 40"	1788
21	Tepoxac	056	19° 55' 02"	97° 34' 46"	1470
22	Xalacapan	021	19° 54' 14"	97° 35' 38"	1591
23	Xilita	035	19° 55' 15"	97° 35' 07"	1475
24	Xochitepec	010	19° 55' 15"	97° '33 34"	1778
25	Zacapoaxtla	001	19° 52' 18"	97° 35' 18"	1825

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

En la siguiente figura se muestra la ubicación regional de la zona de trabajo, como parte de la delimitación de la zona de estudio socio-económico.

Figura IV.32. Localidades Cercanas al Proyecto Gaya



IV.4.2. Datos Demográficos

Al analizar los datos proporcionando en la Tabla IV.32 podemos visualizar que el municipio en el que el proyecto Hidroeléctrica Gaya se aplicará, -Zacapoaxtla- se ubica en un ayuntamiento de alta densidad poblacional, tiene 53,295 habitantes, y una importante extensión territorial de 176.48 Km².

La extensión del área de estudio socioeconómico coincide con la superficie del Sistema Ambiental regional presentada en esta Manifestación, con aproximadamente 65.14 Km² (37%).

Para facilitar algunos análisis o estudio de este apartado , primeramente se dividió a las comunidades en dos grupos, considerando como el elemento sustancia la densidad poblacional, quedando de la siguiente manera:

- 1er grupo conformado por localidades que tienen menos hasta 1000 habitantes
- 2do grupo integrado por localidades que tienen más de 1001 habitantes

Las localidades de acuerdo a lo explicado en el párrafo anterior quedan de la siguiente manera:

Primer grupo:

Apulco (19 hab), Tepetitlan (26 hab), La Cañada (69), La Ermita (103), Los Manzanos (182 hab), Tepoxac (193 hab), Jardín de los Volcanes (219 hab), Ahuatepec (227 hab), Moragno (236 hab), San Carlos (237 hab), Insurgentes (294 hab), Calchualco (348 hab), Cuacuilco (577 hab), Coahuatzalpan (589 hab), Xilita (891), Xochitepec (893),

Segundo grupo:

Atacpan (1,510 hab), Santa Cruz Xaltetela (1,535 hab), Los Cristales (1,560 hab), San Francisco Zacapexpan (2,095 hab), San Juan Tahitic (2,644 hab), Comaltepec (3,236 hab), Tatoxcac (4,297 hab), Xalacapan (4,398 hab), Zacapoaxtla (8,384 hab).

Podemos observar que en la micro región de Zacapoaxtla la población entre mujeres y hombres se encuentra balanceada, habiendo solo 4% de diferencia entre un género y el otro, en el caso de las localidades de Insurgentes, Los Manzanos, Tepetitlan y Xochitepec, la tendencia es diferente a las otras localidades, dado que la población masculina rebasa el 50% de los habitantes, esta situación es muy significativa, ya que la gráfica población en México suele mostrar que la tendencia es que

haya mayor población femenina que masculina, por lo que encontrar localidades con estas características, es poco viable y por consiguiente importante de mostrar.

En las localidades ubicadas dentro del área de estudio, muestran características semejantes en su densidad poblacional, y la proporción de mujeres es ligeramente mayor que los hombres (aproximadamente 4 % más mujeres que hombres).

Tabla IV.46 Población por género de las localidades

Nombre de la localidad	Población total	Población de género Masculino	%	Población de género femenino	%
Ahuatepec	227	106	47%	121	53%
Apulco	19	9	47%	10	53%
Atacpan	1510	695	46%	815	54%
Calchualco	348	163	47%	185	53%
Cohuatزالpan	589	279	47%	310	53%
Comaltepec	3236	1561	48%	1675	52%
Cuacuico	577	289	50%	288	50%
Insurgentes	294	150	51%	144	49%
Jardín de los Volcanes	219	99	45%	120	55%
La Cañada	69	31	45%	38	55%
La Ermita	103	50	49%	53	51%
Los Cristales (Talican)	1560	748	48%	812	52%
Los Manzanos	182	98	54%	84	46%
Moragco	236	93	39%	143	61%
San Carlos	237	109	46%	128	54%
San Francisco Zacapexpan	2095	999	48%	1096	52%
San Juan Tahitic	2644	1301	49%	1343	51%
Santa Cruz Xaltetela	1535	722	47%	813	53%
Tatoxcac	4297	2067	48%	2230	52%
Tepetitlan	26	15	58%	11	42%
Tepoxac	193	91	47%	102	53%
Xalacapan	4398	2076	47%	2322	53%
Xilita	891	435	49%	456	51%
Xochitepec	893	454	51%	439	49%
Zacapoaxtla	8384	3957	47%	4427	53%
TOTAL	34,762	16,597	48%	18,165	52%

La localidad más pequeña es Apulco con tan solo 19 habitantes y la más grande es Zacapoaxtla con 8,384 habitantes; San Juan Taihitic es la comunidad más cercana al proyecto, representando un índice poblacional medianamente alto con 2,644 habitantes.

En la siguiente tabla se presenta los datos de población por localidad, y en subgrupos por rangos de edad..

Tabla IV.47. Localidades por grupo de edad

Nombre de la localidad	Población total	Población de 0 a 14 años	Población de 15 a 64 años	Población de 65 y más
Ahuatepec	227	84	125	18
Apulco	19	5	11	3
Atacpan	1510	441	919	150
Calchahualco	348	124	206	18
Cohuatزالpan	589	191	338	60
Comaltepec	3236	1141	1942	153
Cuacuilco	577	196	324	56
Insurgentes	294	93	191	10
Jardín de los Volcanes	219	75	131	13
La Cañada	69	15	51	3
La Ermita	103	41	55	7
Los Cristales (Talicán)	1560	473	993	87
Los Manzanos	182	50	130	2
Moragco	236	107	113	15
San Carlos	237	71	154	12
San Francisco Zacapexpan	2095	625	1303	133
San Juan Tahitic	2644	1235	1282	122
Santa Cruz Xaltetela	1535	479	964	92
Tatoxcac	4297	1438	2591	268
Tepetitlan	26	10	13	3
Tepoxac	193	73	108	11
Xalacapan	4398	1506	2661	231
Xilita	891	385	462	44
Xochitepec	893	292	514	87
Zacapoaxtla	8384	2307	5601	465
TOTAL	34,762	11,457	21,182	2,063

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

Uno de los sectores sociales que son más beneficiados o afectados por los cambios que llega a tener las zonas es la población infantil. La siguiente tabla muestra un concentrado de las características de la población infantil distribuida por género

Tabla IV.48 Población infantil por género

Localidad	Población total	Población infantil total	Población infantil Masculina (0 a 14 años)	Población infantil Femenina (0 a 14 años)	Población mayor de 15 años	Población mayor de 15 años Masculina	Población mayor de 15 años femenil	Sin información
Zona de estudio (25 localidades)	34,762	11,457	5,894	5,563	23,245	10,672	12,573	60
San Juan Tahitic	2,644	1,235	630	605	1,404	666	738	5

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

Tal como se puede observar en la tabla anterior a nivel regional las 25 localidades que van a ser estudiadas denotan alta concentración de población infantil: 11,457 niños, lo que representa el 33% del total de la población, de los cuales 5,894 son hombres y 5,563 son mujeres.

San Juan Tahitic, cuenta con un total de 1,235 niños, representando el 47% del total de la población que conforma a la comunidad, de este total 630 son niños y 605 son niñas; el 53% de la población restante de la comunidad representan a las personas mayores de 15 años y es el grupo de edad en el que se ubica principalmente la población en edad productiva; ambos sectores son grupos importantes de atender, ya que por un lado el grupo de población infantil es muy amplio y requiere alternativas de educación y recreación, y el segundo grupo es importante que cuente con opciones de capacitación, empleo y recreación.

Para las comunidades aquí estudiadas y en especial para la localidad de San Juan Tahitic -por su cercanía con el proyecto- la realización de la Hidroeléctrica Gaya coadyuvara a acercar a este sector poblacional a mejores opciones y alternativas de desarrollo, a través de dotar de más servicios a las localidades donde vive y de programas que van desde el rescate de la lengua náhuatl, como el apoyo a los productores.

Analizando la Tabla IV.34 podemos ver que a pesar de la longevidad de la gente de las zonas rurales, las cifras muestran que el grupo minoritario es el situado en la tercera edad, donde la población es de 65 años y más, con solo 2,063 residentes, es el 6% del total de la población concentrada en el área de estudio.

IV.4.3. Población Indígena

La presencia de población indígena en el estado de **Puebla** es muy amplia, de acuerdo a los indicadores socioeconómicos publicados por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas de 217 municipios que tiene el estado, solo uno -el municipio de Atzala-, no tiene entre sus residentes población indígena⁸, sin embargo, a nivel de localidades la población indígena se encuentra dispersa y no de manera homogénea⁹.

En el caso del área de estudio del proyecto, el municipio donde se ubica, es considerado con alta presencia indígena, lo cual se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV.49. Presencia indígena en el municipio de Zacapoaxtla

Municipio	Población Total	Población en hogares Indígena	Porcentaje	Lengua principal que se habla	Lengua secundaria que se habla	Tipo de municipio (1)
Zacapoaxtla	53,295	35,373	66%	Náhuatl	Totonaca	B

(1) Clasificación por tipo de municipio:

- A) Más del 70% de Población indígena.
- B) Del 40 al 69% de Población indígena.
- C) Municipios con menos del 40% de PI y más de 5000 indígenas en números absolutos
- D) Población indígena dispersa

Fuente: INEGI. Censo Poblacional 2010
CDI. Indicadores Socioeconómicos

La Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, realiza una categorización de regiones indígenas, ubicando a Zacapoaxtla como un municipio donde del 40% al 69% de los habitantes son Pueblos Indígenas.¹⁰

Las localidades en las que se prevé que el proyecto Hidroeléctrica Gaya tendrá alcance directo e indirecto son en su mayoría clasificadas como zonas rurales, con una importante referencia histórica y con amplia cultura indígena, como lo denotan las cifras censales del INEGI y la información

⁸ De acuerdo al convenio 169 de la OIT, la población indígena se define en base a la auto identificación principalmente, pero también a la cultura, estilo de vida, organización social e instituciones políticas propias.

⁹ De acuerdo al artículo 1 del convenio 169 de la OIT, la población indígena se define en base a la auto identificación principalmente, pero también a la cultura, estilo de vida, organización social e instituciones políticas propias.
<http://www.ilo.org/indigenous/Conventions/no169/lang-es/index.htm>.

¹⁰ http://www.cdi.gob.mx/indicadores/em_cuadro01_pue.pdf

documental de pueblos y comunidades indígenas de la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos y Comunidades Indígenas¹¹. y el Instituto Nacional para Lenguas Indígenas ¹²

En la siguiente tabla se presentan los datos de población indígena (lengua hablante) de las comunidades que se encuentran en el área de estudio.

Tabla IV.50. Principales lenguas indígenas en las localidades del área de estudio

Nombre de la localidad	Población total	Población en hogares Indígena	Porcentaje	Lengua principal que se habla
Ahuatepec	227	129	57%	Náhuatl
Apulco	19	8	42%	Náhuatl
Atacpan	1510	1342	89%	Náhuatl
Calcahualco	348	206	59%	Náhuatl
Cohuatzalpan	589	113	19%	Náhuatl
Comaltepec	3236	2730	84%	Náhuatl
Cuacuilco	577	563	98%	Náhuatl
Insurgentes	294	181	62%	Náhuatl
Jardín de los Volcanes	219	130	59%	Náhuatl
La Cañada	69	35	51%	Náhuatl
La Ermita	103	79	77%	Náhuatl
Los Cristales (Talicán)	1560	586	38%	Náhuatl
Los Manzanos	182	65	36%	Náhuatl
Moragco	236	23	10%	Náhuatl
San Carlos	237	123	52%	Náhuatl
San Francisco Zacapexpan	2095	705	34%	Náhuatl
San Juan Tahitic	2644	2540	96%	Náhuatl
Santa Cruz Xaltetela	1535	562	37%	Náhuatl
Tatoxcac	4297	4080	95%	Náhuatl
Tepetitlan	26	12	46%	Náhuatl
Tepoxac	193	152	79%	Náhuatl
Xalacapan	4398	3093	70%	Náhuatl
Xilita	891	882	99%	Náhuatl
Xochitepec	893	712	80%	Náhuatl
Zacapoaxtla	8384	2124	25%	Náhuatl
TOTAL	34,762	21,175	61%	

Fuente: INEGI. Censo Poblacional 2010, Instituto Nacional de Lenguas Indígenas

¹¹ http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=630:nahuas-de-puebla-&catid=54:monografias-de-los-pueblos-indigenas&Itemid=62

¹² http://www.inali.gob.mx/clin-inali/html/v_nahuatl.html.

El área de estudio está ubicada en una zona con clara injerencia náhuatl, totonaca, otomí y tepehua principalmente, aunque prevalecen y dominan las dos primeras etnias¹³, por lo que los censos poblacionales indican una importante presencia de población lengua hablante en el municipio de Zacapoxtla, encontrando que en las veinticinco localidades del área de estudio se ubican 21,175 habitantes que integran hogares censales catalogados como indígenas, 61% del total de la población en el área de estudio, denotando una alta presencia de este sector poblacional en la zona.

Estas comunidades se caracterizan por la preservación de los usos y costumbres, así como de sus elementos culturales entre los cuales se pueden resaltar: la vestimenta, las ceremonias, danzas, gastronomía, música y uno de las más importantes: la lengua, náhuatl y totonaca principalmente.¹⁴

De las veinticinco comunidades aquí mencionadas, todas reportan presencia indígena: en el caso de Apulco es una comunidad muy pequeña, ya que solo tiene 19 habitantes de los cuales 8 viviendas son hogares considerados indígenas (42%); en tanto la cabecera municipal de Zacapoxtla, tiene un porcentaje del 25% del total de su población considerada indígena, y San Juan Tahitic el 96% del total de sus habitantes son de procedencia indígena (Véase Tabla IV.37).

La tabla siguiente desglosa los datos de población en hogares indígenas que hablan lengua y español (bilingües), y los que hablan solo su lengua indígena materna (monolingües). También se identifica un tercer grupo del que no se tienen datos al respecto.

¹³ http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=630:nahuas-de-puebla-&catid=54:monografias-de-los-pueblos-indigenas&Itemid=62

¹⁴ Ibíd

Tabla IV.51. Población indígena lengua hablante, monolingüe y bilingüe las localidades del área de estudio

Nombre de la localidad	Población total	Población en hogares censales indígenas	Población de 3 años y más HLI y NHE	Población de 3 años y más HLI y HE	Sin especificar
Ahuatepec	227	129	1	65	63
Apulco	19	8	0	2	6
Atacpan	1,510	1,342	7	815	520
Calcahualco	348	206	0	87	119
Cohuatzalpan	589	113	0	35	78
Comaltepec	3,236	2,730	16	1,486	1,228
Cuacuילו	577	563	18	447	98
Insurgentes	294	181	0	70	111
Jardín de los Volcanes	219	130	1	69	60
La Cañada	69	35	0	17	18
La Ermita	103	79	0	51	28
Los Cristales (Talicán)	1,560	586	0	212	374
Los Manzanos	182	65	0	28	37
Moragco	236	234	1	157	76
San Carlos	237	123	1	57	65
San Francisco Zacapexpan	2,095	705	3	252	450
San Juan Tahitic	2,644	2,540	110	1,744	686
Santa Cruz Xaltetela	1,535	562	1	220	341
Tatoxcac	4,297	4,080	22	2,625	1,433
Tepetitlan	26	12	0	2	10
Tepoxac	193	152	2	67	83
Xalacapan	4,398	3,093	10	1,578	1,505
Xilita	891	882	17	658	207
Xochitepec	893	712	2	387	323
Zacapoaxtla	8,384	2,124	12	804	1,308
TOTAL	34,762	21,175	224	11,935	9,016

HLI. Hablan una lengua indígena

NHE.- No hablan español

HE.- Hablan español

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

Los 21,175 habitantes que radican en el municipio de Zacapoaxtla, viven en un hogar donde por lo menos una persona habla lengua indígena, ya sea el jefe de familia o su pareja, lo que les da la categoría de hogares censales indígenas, de este universo 11,935 se comunican a través de ambas lenguas (materna y español) y solo el 2% del total de los hogares considerados como indígenas (224 residentes) hablan únicamente la lengua indígena.

Cabe mencionar, que los censos del INEGI cuentan con un rango amplio de población de la cual no se tiene información, por lo que de 9,016 residentes del municipio mencionado y que se encuentran en hogares censales indígenas, desconocemos si son monolingües o bilingües, lo que podría incrementar los datos proporcionados.

En la localidad de San Juan Tahitic 1,744 habitantes de más de 3 años hablan su lengua materna y español y solo 110 residentes hablan únicamente lengua indígena, lo cual de manera hipotética podemos decir que en ese rango se encuentran niños muy pequeños que aún no acuden a la escuela y adultos mayores que aprendieron únicamente una sola lengua .

En el caso de otras comunidades de densidad poblacional alta como es el caso de Comaltepec, Xalacapan y Tatoxcac que reportan gran cantidad de población indígena, la mayor parte de este sector poblacional habla ambas lenguas, tanto la indígena como el español, siendo la mínima cantidad de habitantes que únicamente habla su lengua materna.

La lengua indígena es una de las principales características que definen a las comunidades indígenas, pero también otro de los elementos importante de resaltar es la elección de sus autoridades a través de proceso de usos y costumbres, lo cual lleva a generar un sistema de organización tradicional, sin embargo, y no obstante el apego a sus usos y costumbres, asumieron la religión católica también como parte de la organización o normatividad de la conducta y viene de un proceso de sincretismo que se dio a partir de la conquista.

Hoy en día los niños aprenden el nahualt como su lengua materna principalmente dentro del seno familiar, pero poco a poco van aprendiendo español sobre todo al ingreso a la escuela donde se lleva a cabo el proceso al confluir ambas culturas, introduciéndolos en el habla del español sin perder la tradición del uso de la lengua indígena, lo que ha propiciado que se mantenga la población bilingüe (español-lengua indígena).

Sin embargo, con base en los trabajos de campo, existe un riesgo para la conservación de la lengua indígena sobretodo en la población joven debido a la influencia cultural externa y presión de los medios de comunicación, con estereotipos en donde la cultura indígena no es suficientemente valorada, propiciando así el rechazo por lo indígena y la discriminación.¹⁵

¹⁵ Pastrana Peláez, Sergio, Desaparición de las lenguas indígenas. Consultado en <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/7/3098/14.pdf>

IV.4.4. Religión

Desde la época de la conquista, nuestro país sufrió un proceso de evangelización, situación que hoy en día se sigue presenciando al tener a una población indígena marcada por un claro sincretismo entre su cultura de origen y el catolicismo.

En el municipio de Zacapoaxtla, la religión católica domina en preferencias de culto, profesando esta religión un 89% del total de la población.

Localidades como: Apulco, Coahuatzalpan, a pesar de ser comunidades pequeñas reflejan ser zonas de predominio de la religión católica con un 100% de práctica de la religión, cerrando con estos márgenes la posible entrada a otros dogmas.

Una excepción es la comunidad de Tatoxcac, que es una comunidad con alto número de habitantes, y de la cual de su población total el 67% profesa la religión católica, teniendo un amplio número de pobladores que profesa otras religiones, el 26% practica religiones protestantes y el 7% argumenta no tener religión.

En lo concerniente a San Juan Tahitic, localidad del municipio de Zacapoaxtla, el 97% profesa la religión católica y solo un 3% practica otras religiones como el pentecostalismo, Iglesia de Dios Vivo, La Luz del Mundo, Cristianas y Evangélicas (véase Tabla IV.38).¹⁶

El vínculo de la religión con sus tradiciones, tiene que ver con las fiestas patronales de las localidades y las formas organizativas con la división de los cargos para la celebración del Santo de la localidad.

¹⁶ <http://www.inegi.org.mx>

Tabla IV.52. Religión en las localidades del área de estudio

Nombre de la localidad	Población total	Población católica	Población no católica con otras religiones	Población con otras religiones	Población sin religión	Sin especificar
Ahuatepec	227	210	15	0	2	0
Apulco	19	19	0	0	0	0
Atacpan	1,510	1,446	46	2	14	2
Calchualco	348	322	23	0	0	3
Cohuatzalpan	589	589	0	0	0	0
Comaltepec	3,236	2,978	165	0	58	35
Cuacuilco	577	572	4	0	0	1
Insurgentes	294	271	15	0	7	1
Jardín de los Volcanes	219	195	15	0	8	1
La Cañada	69	64	0	0	0	5
La Ermita	103	90	6	0	6	1
Los Cristales (Talicán)	1,560	1,435	107	1	7	10
Los Manzanos	182	151	9	0	15	7
Moragco	236	229	7	0	0	0
San Carlos	237	222	14	0	0	1
San Francisco Zacapexpan	2,095	1,807	225	0	16	47
San Juan Tahitic	2,644	2,562	77	0	1	4
Santa Cruz Xaltetela	1,535	1,425	76	0	32	2
Tatoxcac	4,297	2,870	1,107	0	287	33
Tepetitlan	26	23	0	0	1	2
Tepoxac	193	170	23	0	0	0
Xalacapan	4,398	4,050	296	1	40	11
Xilita	891	862	16	1	11	1
Xochitepec	893	795	90	7	0	1
Zacapoaxtla	8,384	7,675	534	6	98	71
TOTAL	34,762	31032	2870	18	603	239

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

IV.4 5. Índices de marginación

A pesar de que las localidades cuentan con algunos servicios mínimos: como sistemas médicos y escuelas, el grado de marginación de las cuatro comunidades que se encuentran en la zona de Cuetzalan del Progreso y de Zacapoaxtla es alto, ya que tienen grandes rezagos como la falta de caminos, los pocos o nulos servicios básicos, pero también el índice bajo en educación es causal de la vulnerabilidad de estas regiones al afectar el desarrollo de las familias y por consiguiente de la comunidad, impactando directamente en la calidad de vida de las comunidades.

Dada las características que presenta Zacapoaxtla y de acuerdo a los parámetros de evaluación que la Secretaría de Desarrollo Social realiza, el municipio está considerado con un índice de marginalidad **Bajo**, siendo una situación semejante la presentada en la localidad de Apulco, lo que es de llamar la atención debido a que la comunidad es muy pequeña.¹⁷

Dentro de la microcuenca de Zacapoaxtla, la mayoría de las localidades presentan un índice de marginación alto, sin embargo la localidad de Los Cristales (Talicán), presenta un índice de marginalidad **media**.

En la región mencionada se encuentran fuertes contrastes como el caso de la comunidad de los Manzanos que su índice de marginalidad es **muy bajo**, pero también esta San Juan Tahitic que es una localidad clasificada con **muy alto** índice de marginalidad, debido a sus grandes rezagos sociales. Ver tabla IV.39

La Secretaría de Desarrollo Social clasifica a las localidades del área de estudio como zonas rurales o urbanas¹⁸. Municipalmente Zacapoaxtla es considerada zona urbana y su índice de marginalidad tiene que ver entre otras cosas con su urbanismo, el cual habla de un desarrollo más amplio en servicios, educación, etc. a diferencia de otros municipios propios del estado

¹⁷ Programa de desarrollo de zonas prioritarias de SEDESOL.

<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=207>.

¹⁸ <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=207>

Tabla IV. 53. Índices de marginación municipal y local

Nombre de la localidad	Población total	Ámbito	Grado de marginación en la localidad	Zona de cobertura de PDZP
Ahuatepec	227	Rural	Alto	Si
Apulco	19	Rural	Bajo	Si
Atacpan	1,510	Rural	Alto	Si
Calchualco	348	Rural	Alto	Si
Cohuatzipan	589	Rural	Alto	Si
Comaltepec	3,236	Urbano	Alto	Si
Cuacuilco	577	Rural	Alto	Si
Insurgentes	294	Rural	Alto	Si
Jardín de los Volcanes	219	Rural	Alto	Si
La Cañada	69	Rural	Alto	Si
La Ermita	103	Rural	Alto	Si
Los Cristales (Talicán)	1,560	Rural	Medio	Si
Los Manzanos	182	Rural	Muy bajo	Si
Moragco	236	Rural	Alto	Si
San Carlos	237	Rural	Alto	Si
San Francisco Zacapexpan	2,095	Rural	Alto	Si
San Juan Tahitic	2,644	Rural	Muy Alto	Si
Santa Cruz Xaltetela	1,535	Rural	Alto	Si
Tatoxcac	4,297	Urbano	Alto	Si
Tepetitlan	26	Rural	Alto	Si
Tepoxac	193	Rural	Alto	Si
Xalacapan	4,398	Urbano	Alto	Si
Xilita	891	Rural	Alto	Si
Xochitepec	893	Rural	Alto	Si
Zacapoaxtla	8,384	Urbano	Bajo	Si

PDZP. Programa para el desarrollo de Zonas Prioritarias.

Fuente: SEDESOL (PDZP)

Las localidades consideradas como zonas urbanas, se vuelven un punto de atracción para emigrar, principalmente por la cantidad de servicios con los que cuentan que a la vez se vuelven alternativas de empleo, propiciando la ampliación de sus índices demográficos, esto es más factible si los elementos mencionados se combinan con la existencia de un territorio extenso, sin embargo, el hecho de dejar las zonas rurales y migran a las ciudades, propicia el abandono de las comunidades y la baja exigencia o prestación de servicios por parte de los gobiernos, reflejándose un claro abandono de las regiones y por ende el bajo o nulo desarrollo de las comunidades y la mala calidad de vida de los habitantes que se quedan.

IV.4 6. Salud

El acceso al servicio médico, es uno de los derechos que como ciudadanos tenemos, no obstante esto no es una realidad en todas las localidades. En la Tabla IV.40 se muestran los datos de la población que tiene acceso al servicio médico público (ISSSTE, IMSS o Seguro Popular). El servicio médico formal, está considerado para los derecho habientes del ISSSTE o el IMSS; adicionalmente se encuentra el servicio de Seguro Popular. La población con acceso a los servicios médicos pueden ser derecho habientes de alguna de estas tres opciones, o tener más de una, lo cual genera la duplicidad o no cuadratura de datos censales (estadísticas).

Respecto a las instalaciones de atención médica, sólo algunas comunidades cuenta con el servicio médico pero es limitado por que sólo son pequeñas clínicas, que más que tener una estructura formal de servicio médico, suelen ser espacios reducidos con un consultorio y una pequeña sala de espera, donde un doctor acude un par de días a la semana, por lo que la gente que tiene seguridad social, debe moverse a la ciudad para ser atendido en los principales sitios de atención médica.

Tabla IV.54. Servicios de salud¹⁹

Nombre de la localidad	Población total	Población sin derecho al servicio de salud	%	Población con derecho al servicio de salud	%	Población afiliada al Seguro Popular %	%
Ahuatepec	227	222	98%	5	2%	1	0.44%
Apulco	19	0	0%	19	100%	4	21%
Atacpan	1,510	1,262	84%	248	16%	144	10%
Calcahualco	348	218	63%	130	37%	78	22%
Cohuatzalpan	589	487	83%	100	17%	74	13%
Comaltepec	3,236	2,333	72%	902	28%	466	14%
Cuacuilco	577	573	99%	3	1%	1	0.17%
Insurgentes	294	272	93%	21	7%	0	0%
Jardín de los Volcanes	219	143	65%	76	35%	57	26%
La Cañada	69	29	42%	39	57%	33	48%
La Ermita	103	85	83%	18	17%	14	14%
Los Cristales (Talicán)	1,560	979	63%	574	37%	86	6%
Los Manzanos	182	48	26%	134	74%	22	12%
Moragco	236	235	100%	1	0%	0	0%
San Carlos	237	200	84%	37	16%	0	0%
San Francisco Zacapexpan	2,095	1,654	79%	402	19%	12	1%
San Juan Tahitic	2,644	2,509	95%	130	5%	79	3%
Santa Cruz Xaltetela	1,535	1,180	77%	340	22%	36	2%
Tatoxcac	4,297	3,194	74%	1,095	25%	265	6%
Tepetitlan	26	26	100%	0	0%	0	0%
Tepoxac	193	192	99%	1	1%	0	0%
Xalacapan	4,398	2,047	47%	2,285	52%	1,890	43%
Xilita	891	876	98%	15	2%	1	0.11%
Xochitepec	893	888	99%	5	1%	0	0%
Zacapoaxtla	8,384	4,572	55%	3,778	45%	244	3%
Total	34762	24,224	70%	10,358	30%	3,507	10%

¹⁹ **Nota aclaratoria de INEGI:** La suma de las distintas instituciones de salud, puede ser mayor al indicado por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución.

La explicación arriba mencionada, tiene que ver con la no cuadratura de las cifras.

IV.4 7. Educación

Debido a que las comunidades aquí analizadas territorialmente son pequeñas, la población que en datos oficiales se reportan como habitantes insertados en un sistema escolarizado es bajo, las razones da esto puede deberse principalmente a las dimensiones demográficas de las localidades, pero también a la posible lejanía de los centros educativos, sobre todo de los niveles académicos arriba de los niveles básicos.

En la siguiente tabla se presentan los datos del número de habitantes que asisten a la escuela y los que cuenta con educación primaria, secundaria y educación post-básica, en cada una de las 25 comunidades del área de estudio.

Tabla IV.55. Niveles de escolaridad

Nombre de la localidad	Población Total	Población de 15 a 24 años	Población de 15 a 24 años que SI asiste a la escuela	Población de 15 años y más con primaria	Población de 15 años y más con secundaria	Población de 18 años y más con EPB
Ahuatepec	227	31	7	28	22	20
Apulco	19	1	1	2	2	9
Atacpac	1,510	292	143	212	193	135
Calcahualco	348	64	22	39	49	53
Cohuatzalpan	589	102	34	101	60	21
Comaltepec	3,236	711	233	378	443	447
Cuacuico	577	101	39	45	111	13
Insurgentes	294	56	21	37	62	37
Jardín de los Volcanes	219	34	9	21	32	33
La Cañada	69	17	12	7	10	15
La Ermita	103	18	5	12	13	5
Los Cristales (Talicán)	1,560	301	173	126	238	461
Los Manzanos	128	39	30	3	8	106
Moragco	236	38	9	41	8	2
San Carlos	237	47	21	35	45	39
San Francisco Zacapexpan	2,095	404	186	211	292	415
San Juan Tahitic	2644	430	105	279	142	38
Santa Cruz Xaltetela	1,535	284	119	172	267	243
Tatoxcac	4,297	911	310	720	657	330
Tepetitlan	26	3	0	9	1	0
Tepoxac	193	47	10	36	15	6
Xalacapan	4,398	872	277	758	521	454
Xilita	891	153	46	130	47	13

Nombre de la localidad	Población Total	Población de 15 a 24 años	Población de 15 a 24 años que SI asiste a la escuela	Población de 15 años y más con primaria	Población de 15 años y más con secundaria	Población de 18 años y más con EPB
Xochitepec	893	170	66	125	99	31
Zacapoaxtla	8,384	1,726	1,022	605	1,125	3,064
Total	34,762	6,852	2,900	4,132	4,462	5,590

EPB.- Educación Pos-Básica

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

Tabla IV.56. Porcentajes de Niveles de escolaridad

Nombre de la localidad	% Población de 15 años y mas	% Población de 15 años y más con primaria	% Población de 15 años y más con secundaria	% Población de 18 años y mas	% Población de 18 años y más con EPB
Ahuatepec	63%	20%	15%	60%	15%
Apulco	74%	14%	14%	74%	64%
Atacpan	71%	20%	18%	63%	14%
Calchualco	64%	17%	22%	60%	25%
Cohuatzalpan	68%	25%	15%	61%	6%
Comaltepec	65%	18%	21%	57%	24%
Cuacuilco	66%	12%	29%	57%	4%
Insurgentes	68%	18%	31%	63%	20%
Jardín de los Volcanes	66%	15%	22%	63%	24%
La Cañada	78%	13%	19%	68%	32%
La Ermita	60%	19%	21%	50%	10%
Los Cristales (Talicán)	69%	12%	22%	63%	47%
Los Manzanos	73%	2%	6%	68%	86%
Moragco	54%	32%	6%	47%	2%
San Carlos	70%	21%	27%	64%	26%
San Francisco Zacapexpan	69%	15%	20%	63%	32%
San Juan Tahitic	53%	20%	10%	46%	3%
Santa Cruz Xaltetela	69%	16%	25%	63%	25%
Tatoxcac	67%	25%	23%	59%	13%
Tepetitlan	62%	56%	6%	58%	0%
Tepoxac	62%	30%	13%	51%	6%
Xalacapan	66%	26%	18%	59%	18%
Xilita	57%	26%	9%	49%	3%
Xochitepec	67%	21%	16%	60%	6%
Zacapoaxtla	72%	10%	19%	66%	55%
Total	67%	18%	19%	60%	29%

EPB.- Educación Post-Básica

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

En el caso de las localidades aquí analizadas y tomando un rango de edad de entre 15 a 24 años, de no existir rezago educativo un joven debería de estar estudiando o ingresando a los niveles de educación media y media superior, observamos lo siguiente: en el caso de Los Manzanos los habitantes de este rango de edad que actualmente estudia, representa el 77% del total de la población dentro del margen de edad mencionada (15 a 24 años), en Zacapoaxtla representa el 59%; de acuerdo al Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias, ambas localidades cuentan con un bajo índice de marginalidad.²⁰

Dentro de las comunidades que cuentan con menos de 1000 habitantes, encontramos que el 77% de la población de Los Manzanos de entre 15 a 24 años, asisten a la escuela, en tanto la segunda comunidad con un amplio número de habitantes dentro del grupo de edad mencionado se encuentra la localidad de La Cañada, con el 71%.

En este mismo grupo de comunidades (menos de 1000 habitantes), el 86% de la población de 18 años y más de Los Manzanos, tiene educación posbásica, otra de las localidades con esta misma situación es la de Apulco, donde el 64% de su población de 18 años y más cuenta con educación pos-básica. En otras comunidades como Comaltepec solo el 33% de sus habitantes en edad escolar, se encuentran cursando algún nivel académico, situación semejante tiene Tatoxcac, con el 34% y Xalacapan con el 32%; los niveles de marginalidad de estas comunidades están catalogados dentro de un estándar alto y a pesar de ello, los índices de su población en edad escolar son altos, - podemos decir que no los deseables, dado que lo preferible es que el 100% de la población en edad escolar se encontrara estudiando- sobre todo considerando que el nivel de estudio que estamos aquí analizando es de educación media y educación superior, toda vez que estadísticamente los estudios de nivel básico (primaria y secundaria) , suelen ser el estándar que la población alcanza como máximo nivel de estudios, en zonas con importantes índices de marginalidad²¹

Dentro de las comunidades que tienen más de 1000 habitantes, encontramos que el 59% de la población de Zacapoaxtla que tiene entre 15 y 24 años de edad, actualmente se encuentran estudiando; una segunda localidad con estas características es Los Cristales (Talicán), donde el 57% de su población en ese rango de edad se encuentran estudiando, lo que representan niveles altos en las comunidades.

²⁰ <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=207>.

²¹ <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1755/1/images/01Capitulo.pdf>.

El 55% de población de 18 años y más de Zacapoaxtla, tiene educación pos-básica, Los Cristales (Talicán), es otra comunidad con características semejantes, ya que el 47% de la población cuenta con educación pos-básica, en el caso de la primera comunidad mencionada se sitúa la cabecera municipal lo que propicia que cuente con diversos servicios, entre ellos la educación, siendo accesible para la población, a diferencia de otras localidades donde esta falta de espacios académicos se denota claramente. .

En el caso de San Juan Tahitic que es una localidad con muy alta marginalidad solo el 24% de su población de entre 15 a 24 años se encuentra estudiando, lo que tiene implicaciones con las pocas opciones de desarrollo y de servicios que la zona presenta, siendo este un factor importante en las afectaciones de desarrollo de la región y su mala calidad de vida y solo el 3% de su población de 18 años y más tienen educación pos-básica, lo que se refleja también en los índices de marginalidad de la comunidad.

Con excepción de la cabecera municipal de Zacapoaxtla, las localidades son consideradas rurales. En algunos casos las comunidades que se encuentran lejos de las zonas urbanas o de áreas con servicios, o que tienen caminos poco habilitados que faciliten el traslado de las personas, entre muchos otros factores llegan a generar dificultad para instalar y operar adecuadamente los centros educativos, provocando con ello que la población no pueda acceder a un sistema formal académico.

En las comunidades aquí estudiadas vemos que es una constante que en zonas donde se llega a combinar los factores de ruralidad y la marginalidad a niveles elevados, que el nivel de estudios más alto alcanzado entre la población de más de 15 años de edad, sea de primaria y/o secundaria, denotando que 16 comunidades de las mencionadas, cuentan con estas características: alta marginalidad-ruralidad-niveles básicos de educación.

Los niveles de alfabetismo o sin escolaridad en las localidades es una situación semejantes mostradas en las tablas anteriores, la localidad de San Juan Tahitic presenta fuerte rezagos en este sentido al tener un 20% de la población con edad de 15 años y más analfabeta (517 residentes), lo que impacta en el desarrollo de la localidad, por otro lado 234 habitantes en edad escolar (3 a 14 años), no acuden a la escuela, representando una cifra muy alta, tabla IV.43

Tabla IV.57. Niveles de alfabetismo y escolaridad

Nombre de la localidad	Población total	Población de 3 a 14 años que NO asisten a la escuela	Población de 8 a 14 años analfabeta	Población de 15 años y más sin escolaridad ²²	Población de 15 años y más analfabeta
Ahuatepec	227	9	0	17	20
Apulco	19	0	0	1	1
Atacpan	1,510	26	3	200	201
Calchualco	348	5	2	22	22
Cohuatzalpan	589	15	3	88	111
Comaltepec	3,236	143	18	222	284
Cuacuilco	577	17	1	67	83
Insurgentes	294	14	0	16	16
Jardín de los Volcanes	219	3	0	24	25
La Cañada	69	1	0	6	8
La Ermita	103	6	1	8	14
Los Cristales (Talicán)	1,560	31	3	67	72
Los Manzanos	182	4	0	4	5
Moragco	236	23	9	42	43
San Carlos	237	7	0	12	13
San Francisco Zacapexpan	2,095	59	13	144	161
San Juan Tahitic	2,644	234	115	397	517
Santa Cruz Xaltetela	1,535	35	3	112	100
Tatoxcac	4,297	125	6	319	373
Tepetitlan	26	1	0	1	3
Tepoxac	193	13	4	28	28
Xalacapan	4,398	190	44	347	475
Xilita	891	81	6	108	142
Xochitepec	893	30	8	136	165
Zacapoaxtla	8,384	131	35	291	354
TOTAL	34,762	1203	274	2679	3236

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

²² El INEGI define la clasificación "sin escolaridad" como aquella persona que no aprobó ningún grado de escolaridad o que solo tienen el nivel preescolar.

IV.4 8. Servicios en viviendas

En las localidades del área de estudio, se reportan importantes carencias de servicios básicos, situación que lleva a las localidades a ser clasificadas como de alta y muy alta marginalidad.

En la siguiente tabla se presentan los datos del número de habitantes que cuentan con los servicios básicos en sus viviendas, por cada una de las 25 comunidades.

Tabla IV.58. Niveles de marginalidad de servicios en las viviendas

Nombre de la localidad	Población total	viviendas	Con piso de tierra	Sin electricidad	Sin agua	Sin drenaje	Con radio	Con Televisor	Con computador a	Con teléfono fijo
Ahuatepec	227	74	9	1	10	8	53	53	1	3
Apulco	19	17	0	0	0	0	6	5	3	0
Atacpan	1,510	562	86	4	57	90	323	291	12	124
Calcahualco	348	107	8	1	8	21	67	65	9	13
Cohuatzalpan	589	206	20	7	67	52	110	113	1	13
Comaltepec	3,236	821	109	31	80	243	496	547	66	84
Cuacuico	577	164	49	6	41	91	100	79	1	11
Insurgentes	294	100	8	3	3	7	55	64	4	19
Jardín de los Volcanes	219	85	5	0	0	10	46	53	3	4
La Cañada	69	19	2	0	1	0	12	15	1	0
La Ermita	103	27	0	1	3	11	15	20	1	0
Los Cristales (Talicán)	1,560	476	26	9	13	26	321	368	109	122
Los Manzanos	182	87	2	1	0	3	42	47	34	28
Moragco	236	73	20	5	3	37	40	38	0	1
San Carlos	237	72	11	3	19	8	49	56	9	11
San Francisco Zacapexpan	2,095	632	52	23	96	72	388	438	60	56
San Juan Tahitic	2,644	655	238	62	384	332	396	297	4	21
Santa Cruz Xaltetela	1,535	471	35	18	66	77	291	333	33	48
Tatoxcac	4,297	1,119	122	42	113	244	718	777	41	70
Tepetitlan	26	9	0	0	4	4	4	4	0	0
Tepoxac	193	68	14	1	35	28	29	23	0	4
Xalacapan	4,398	1,258	184	68	121	311	843	868	75	229
Xilita	891	235	41	5	34	14	140	131	2	15
Xochitepec	893	275	41	12	88	100	173	154	0	48
Zacapoaxtla	8,384	2,799	74	14	16	21	1698	2037	760	932
Total	34,762	10,411	1,156	317	1,262	1,810	6,415	6,876	1,229	1,856

El 11 % de las viviendas de las localidades es decir 1,156 hogares aún tiene pisos de tierra, situación que puede desembocar en enfermedades principalmente de índole respiratorio. No obstante, la falta de servicios vitales como el suministro de agua, se vuelve un factor más delicado ya que 1,264 viviendas, que representan el 12% no cuentan con servicio de agua entubada, es decir obtienen el suministro por medio de una llave pública, un arroyo, río, pipas, lago, etc. y ellos son responsables de buscar el medio de acercar el agua a su vivienda, así como su mecanismo de almacenamiento; el 17%, 1,810 casas no tienen drenaje; y el 3%, es decir 317 casas no tiene electricidad. Tabla IV.44

En la localidad de San Juan Tahitic la situación de las viviendas es compleja ya que reporta altas limitaciones de los de los servicios básicos; de 655 casas, 384 viviendas no cuentan con servicio de agua potable y 332 no tienen drenaje; esto es que más del 50% de la viviendas carece de agua potable y drenaje; la falta de estos servicios pueden desencadenar problemas serios de salud, lo que en combinación con los limitados servicios médicos, convierte a la localidad en un foco rojo de atención.

Estas cifras hablan de la imperante necesidad de impulsar programas sociales que coadyuven a disminuir los impactos negativos que la marginalidad provoca en la calidad de vida de los habitantes.

IV.4 9. Situación Económica

La situación socioeconómica se determina a partir de diversos elementos como el nivel de estudios, ingresos y situación laboral, esto se puede analizar de manera individual, familiar, grupal o territorialmente.²³

La situación económica de la población residente en las veinticinco localidades que se ubican dentro de la micro cuenca de Zacapoaxtla es semejante entre sí, tal como lo refleja la siguiente tabla

²³ <http://www.vmconsultoresdelbajio.com/?p=33>

Tabla IV.59. Situación socioeconómica

Nombre de la localidad	PEA	PEI	Población Ocupada	%	Población desocupada	%
Ahuatepec	85	73	80	94%	5	6%
Apulco	7	8	7	100%	0	0%
Atacpan	468	697	466	100%	2	0%
Calchahualco	119	133	116	97%	3	3%
Cohuatzalpan	189	226	188	99%	1	1%
Comaltepec	1,172	1,136	1,080	92%	92	8%
Cuacuilco	166	259	156	94%	10	6%
Insurgentes	120	92	118	98%	2	2%
Jardín de los Volcanes	79	83	77	97%	2	3%
La Cañada	28	31	28	100%	0	0%
La Ermita	31	38	29	94%	2	6%
Los Cristales (Talicán)	673	501	668	99%	5	1%
Los Manzanos	85	57	84	99%	1	1%
Moragco	64	84	64	100%	0	0%
San Carlos	93	87	92	99%	1	1%
San Francisco Zacapexpan	846	680	825	98%	21	2%
San Juan Tahitic	686	920	670	98%	16	2%
Santa Cruz Xaltetela	595	549	587	99%	8	1%
Tatoxcac	1,472	1,668	1,445	98%	27	2%
Tepetitlan	9	7	9	100%	0	0%
Tepoxac	62	79	61	98%	1	2%
Xalacapan	1,589	1,615	1,579	99%	10	1%
Xilita	227	357	191	84%	36	16%
Xochitepec	291	365	288	99%	3	1%
Zacapoxtla	3,725	2,774	3,629	97%	96	3%
TOTAL	12,881	12,519	12,537	97%	344	3%

PEA: Población Económicamente Activa
PEI: Población Económicamente Inactiva

Fuente: INEGI, Censo Poblacional 2010

De los datos que se ubican en la tabla anterior, podemos analizar que absolutamente todas las comunidades aquí ubicadas cuentan con mínimo el 90% de la población económicamente activa de manera ocupada, es decir que cuentan con trabajo (este puede ser formal o informal)²⁴.

En el caso de las comunidades de menos de 1,000 habitantes, Apulco (19 habitantes), La Cañada (69 habitantes) Moragno (236 habitantes) Tepetitlan (26 habitantes), son localidades donde se presentan una condición idónea entre la población económicamente activa y la población ocupada, ya que muestra el 100% de su población económicamente activa, se encuentra ocupada, lo que representa una situación muy favorable para estas localidades, las cuales no reportan índice de desempleo; sin embargo, el hecho de que el total de su PEA se encuentre insertada en el sector laboral, no quiere decir que las condiciones laborales sean las óptimas e incluso que la remuneración recibida sea la adecuada, toda vez que las actividades son principalmente rurales, la población se concentra en trabajos de campo o pequeños negocios, no cuentan con ninguna garantías laborales y social y las remuneraciones variables, tal que no garantizan alcanzar niveles de vida con calidad.

Otro dato relevante de las cuatro comunidades arriba mencionadas es que tres de ellas (La Cañada, Moragno, Tepetitlan) presentan muy bajos índices de analfabetismo, y una de ellas (Apulco), presenta .5% de analfabetismo, es decir prácticamente nulo, este factor puede ser esencial para alcanzar los niveles de ocupación que la comunidad tiene. En estas poblaciones el mayor grado de estudios que han tenido es la primaria, solo dos localidades presentan número importantes en comparación con su cantidad de habitantes en edad escolar donde el nivel más alto es la educación pos-básica: Apulco que si bien es cierto tiene pocos habitantes, la mayor parte de ellos tiene niveles de estudios más alto que el estándar de las localidades.²⁵

Por otro lado, vemos que estas localidades presentan altos índices de marginalidad, lo que pudiera ser -tal como se describe en ese apartado de este capítulo - que presentan rezagos no educativos, ni laborales, sino en cuestión de servicios o vías de comunicación.

La situación prevaleciente en el poblado de San Juan Tahitic, es semejante a las otras comunidades analizadas, mostrando que el 98% de su población económicamente activa se encuentra ocupada, la

²⁴ Población ocupada. Personas de 12 y más años de edad que en la semana de referencia realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora. Incluye a los ocupados que tenían trabajo, pero no lo desempeñaron por alguna razón temporal, sin que por ello perdieran el vínculo con este; así como a quienes ayudaron en alguna actividad económica sin recibir un sueldo o salario. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/marco_conceptual_cpv2010.pdf. Consultado el 2 de agosto de 2015

²⁵ <http://www.inegi.org.mx>

diferencia es muy pequeña ya que solo 16 personas económicamente activas no se encuentran ocupadas. Sin embargo, la comunidad está catalogada con un muy alto índice de marginalidad, a pesar de ser una localidad que cuenta con diversos servicios, pero son insuficientes: una pequeña clínica, escuelas en niveles básico y media superior, sin embargo es una comunidad que se sostiene del trabajo agrícola y ganadero y como característica particular es una zona indígena, donde el uso de la lengua náhuatl sigue siendo básica para su comunicación del diario²⁶.

Con lo aquí descrito se reitera la tesis de que el nivel de ocupación no es garantía de una calidad de vida satisfactoria.

IV.4.10. Economía Municipal

La economía municipal de la cabecera municipal de Zacapoaxtla, se concentra principalmente en el sector terciario, es decir en el área de servicios, teniendo una población de 7,014 habitantes insertadas en la actividad, en segundo lugar la economía se concentra en el sector primario, ubicándose 6,633 habitantes de su población activa, no habiendo grandes diferencias entre ambos sectores de ocupación.

El trabajo en el sector secundario –minería, electricidad, construcción, manufactura- es el más bajo en el que se ubica la población dentro del municipio de Zacapoaxtla, la población económicamente activa es de 3,396 habitantes que laboran en este sector.

El 40% de la población ocupada del municipio de Zacapoaxtla, recibe hasta un salario mínimo o menos, considerando que la economía de la región es principalmente sostenida por el sector de servicios, pero muy de cerca se encuentra el sector primario donde se ubica la agricultura, situación que puede ser determinar para que la PEA perciba un bajo salario, toda vez que el pago por el trabajo agrario es mal remunerado.

Solo el 31% de la población ocupada recibe más de uno o dos salario mínimo²⁷.

²⁶ Entrevista a los pobladores durante la reunión de trabajo el día 11 de julio.

²⁷ <http://www.coteigep.puebla.gob.mx/>

Tabla IV. 60. Economía municipal

ECONOMÍA	ZACAPOAXTLA
Sector primario	6,633
Sector secundario	3,396
Sector Terciario	7,014
Población que recibe hasta un salario mínimo	6,910
Población que recibe más de 1 o 2 salarios mínimos	5,319
Sin información	4,814

Fuente: Comité Estatal de Información Estadística y Geografía del Estado de Puebla

IV.4.11. Actividades con la comunidad

El acoplamiento entre la comunidad receptora y el proyecto es importante por lo que conocer las necesidades de la localidad y atenderlas es fundamental, el sensibilizar a la comunidad acerca de los plazos y procesos, así como ventajas y desventajas del proyecto ayuda a la aceptación e integración del proyecto y viceversa.

Con la finalidad de conocer y entender la dinámica social en la comunidad de San Juan Taihitic, la empresa promotora ha venido trabajando en algunas actividades de comunicación, integración y participación con diversos sectores sociales de la comunidad de San Juan Tahitic tales como autoridades municipales, tradicionales, representantes de productores agrarios, servicios educativos, médicos, etc., proyectando dar continuidad a algunas de ellas, a la par de ir detectando nuevas necesidades con las que se pueda continuar con la sinergia de trabajo. Ver tabla siguiente

Algunas evidencias del trabajo desarrollado con la comunidad a la fecha se resumen en el Anexo IV.6.

De acuerdo a la dinámica y estrategia de coordinación con la comunidad y con el gobierno, algunas acciones durante el desarrollo de proyecto se podrían promover durante el año, como acercar programas sociales a la comunidad, y otras se pueden realizar de acuerdo con la temporada, tales como la siembra y la aplicación de fertilizantes.

RUBRO	TEMA	ACTIVIDADES		
<p>ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA</p>	<p>CAPACITACIÓN EN EL CULTIVO Y MANEJO DE CAFÉ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Taller de manejo de roya en Café a base de productos orgánicos 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Taller de manejo de plantas en vivero 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de padrón de cafetaleros en la comunidad de san Juan Tahitic. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de proyectos expedientes para lograr un apoyo de cafeticultores de 1,300.00 por Hectárea 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos en la Dependencia Federal de la SAGARPA en el programa del PROCAFE 2015 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en el cultivo y manejo de maíz y frijol 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Curso taller de cosecha de calidad para un proceso de beneficiado de calidad. Como café de altura 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Fertilización, control de plagas y 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Manejo pos cosecha y comercialización 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Taller de Manejo de híbridos para aumento de rendimientos 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Practica de tratamiento de semillas para evitar pérdidas por plagas del suelo. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Practica de siembra bajo el esquema de Agricultura de conservación 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Fertilización, plagas y enfermedades en maíz. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Manejo pos cosecha para evitar perdida de grano. 		
<p>SOCIALIZACIÓN</p>	<p>DIAGNOSTICO E INTERACCIÓN CON AUTORIDADES COMUNITARIAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Juez de Paz • Encargados de centro de salud • Directores de escuelas • Comisariados ejidales • Comunidad en general Jóvenes 		
		<p>ELABORACIÓN DE PROYECTOS</p>	<p>ELABORACIÓN DE PROYECTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de equipo y construcción para proyectos pecuarios. • Mejoramiento de vivienda
				<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de vivienda • Adquisición de, Equipo e Insumos para productores de café,

RUBRO	TEMA	ACTIVIDADES
		maiceros, hortalizas y de frutales.
GESTIÓN	DIVERSOS TRÁMITES	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a los procesos de escrituración de predios San Juan Tahitic
GESTIÓN DE RECURSO	GOBIERNO MUNICIPAL. ESTATAL Y FEDERAL	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a la detección de necesidades

IV.4.12 Conclusión sobre el medio socioeconómico

Realizando un análisis general de la zona, podemos considerar que el proyecto es importante para la región, toda vez que la mayor parte de las localidades que conforman el sitio de impacto se encuentran catalogados por SEDESOL, como zonas de alta y muy alta marginalidad, situación por la cual se aplica en dichas regiones el programa social de Desarrollo de Zonas Prioritarias, por lo que el acercar mayores elementos a la zona coadyuvara a disminuir los índices de marginalidad con los que la población vive, coadyuvando a sí la labor del gobierno con el desarrollo de las localidades. .

Tomando los parametros de la Secretaria de Desarrollo Social, podemos mencionar que el 80% de las localidades ubicadas dentro de los limites de la zona de impacto del proyecto, tienen diversos problemas de rezago, uno de los principales son los bajos índices en los niveles escolares que tiene la población, situación que se puede suscitar por la lejanía de los planteles educativos o la ausencia de profesores para la zonas, toda vez que el 19% de la población total que comprenden la cuatro localidades y que tienen 15 años y más, carecen de educación elemental, e incluso no saben leer, ni escribir, esto representa una cifra alta que afecta directamente el optimo desarrollo de las comunidades.

Las bajas oportunidades educativas, van relacionadas con las opciones de empleo y por consiguiente con los procesos migratorios, dado que al no conseguir oportunidades de trabajo bien remunerado la gente tiene movilidad tanto al interior como al exterior del país, podemos mencionar que en la ciudad de Nueva York, se ubica una gran cantidad de población originaria del Estado de Puebla.²⁸

Entre los rezagos que las comunidades presentan y que tiene que ver con la cadena de educación-empleo-desarrollo-calidad de vida, encontramos la falta de algunos servicios en las viviendas, ya que

²⁸ http://148.206.107.15/biblioteca_digital/capitulos/261-4045rio.pdf

existen fuertes cifras que reflejan esta situación, como el 44% de los hogares que tienen piso de tierra, factor que genera problemas de salud.

Otro de los puntos importantes a remarcar que propician los índices de marginalidad en las comunidades de la región de impacto del proyecto Hidroeléctrica Gaya es la falta del suministro de agua ya que el 12% de los hogares no cuentan con este servicio, y el 17% no está conectado a una red de drenaje, aunque aparentemente son cifras bajas, lo óptimo sería que todas las viviendas tuvieran los servicios completos, otro porcentaje bajo pero no menos significativo es el de la falta de energía eléctrica en el 4% de las viviendas, todo ello provoca una fuerte merma en la calidad de vida en esas localidades, situación que se agudiza al combinarse con la falta de oportunidades educativas, de salud y de empleo.

Lo antes mencionado, nos deja entrever los impactos negativos, que las bajas o nulas oportunidades de desarrollo han generado en gran parte de los habitantes de la región.

El implementar el proyecto en esta región ayudará a impulsar opciones de progreso tanto de manera temporal, pero sobre todo de forma permanente, generando así mejoras de la región.

Considerando los periodos de proceso del proyecto y del impacto que la comunidad tendrá durante la ejecución del mismo, en su etapa temprana, es decir de manera previa a su ejecución, se capacitará a la población en ámbitos propios de la región, por ejemplo se trabajará en detectar las necesidades de las zonas rurales donde aun se cosecha, para coadyuvarlos a identificar las ventajas que la propia flora de la región tiene, esto les permitirá aprovechar mejor los recursos que ya trabajan o iniciar actividades en un nuevo campo, obteniendo mejores opciones de su entorno a través de conocerlo mejor.

Durante el proceso de construcción de la obra se crearán fuentes de empleo –en diferentes ámbitos– algunas de manera directa en el área de trabajo del proyecto, otros serán de forma indirecta tales como: la instalación de una tienda, la persona que llevará alimentos a vender para los trabajadores de la obra, el área de servicios como hospedaje, lavandería, etc.

Posterior a la etapa de construcción, algunos empleos podrán seguirse manteniendo, tales como la necesidad de permanencia de trabajadores que tendrán que hacerse cargo del funcionamiento de las instalaciones acompañadas con un especialista, que salga de las mismas comunidades o de otras zonas.

Se acercaran programas sociales y de salud a las comunidades con el pretexto de llevarlos a los trabajadores de las obras como jornadas de vacunación, venta de productos alimenticios a bajos costos, campañas de exámenes de la vista, entre otros, todos ellos se extenderan a las comunidades impactadas, estos beneficios se pueden realizar durante las tres etapas del proyecto – preparación- construcción y operación-.

Estas alternativas podrán suscitar beneficios en la comunidad, generando mejoras que impactarán de manera directa en el desarrollo de la misma y sus habitantes.

San Juan Tahitic, es una localidad grande demografica y territorialmente hablando y es la comunidad más cercana y directa a la zona en la que el proyecto tendrá impacto, por lo que se han iniciado jornadas de trabajo con la población, mismas que van desde ámbitos informativos hasta acciones de beneficio directo para la comunidad como mejoras de espacios públicos y vialidades.

CAPITULO V**IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES,
ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL****CONTENIDO**

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	1
V.1 Identificación de impactos	1
V.1.1 Análisis de la información técnica del Proyecto	4
V.1.2 Análisis de la legislación y normatividad aplicable	6
V.1.3 Trabajo en campo	7
V.1.4. Análisis del estado actual del sistema ambiental.....	8
V.1.5. Indicadores de impacto ambiental.....	10
V.2. Descripción de Impactos Ambientales	13
V.2.1 Preparación del sitio.....	13
V.2.2. Construcción	14
V.2.3 Operación y mantenimiento	16
V.2.4 Abandono	19
V.3 Evaluación de Impactos ambientales	20
V.3.1 Importancia del impacto.	23
V.3.2. Evaluación de los impactos ambientales del Proyecto	25
V.3.3 Impactos residuales	29
V.3.4 Impactos acumulativos.....	29
V.4. Conclusiones.....	31

LISTA DE TABLAS

Tabla V.1. Identificación de Impactos	3
Tabla V.2. Principales actividades del proyecto.....	6
Tabla V.3. Obligaciones y requisitos legales del proyecto.	7
Tabla V.4. Indicadores de Impacto Ambiental	11
Tabla V.5. Factores ambientales con los que interactúa cada etapa del Proyecto	12
Tabla V.6. Valores de los atributos de los componentes ambientales.	24
Tabla V.7. Equivalencias de valores y clasificación de los componentes ambientales	24

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se presentan los impactos ambientales que puede generar el proyecto en sus diferentes etapas. El proceso para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basa en una metodología analítica para determinar la interacción entre las actividades del proyecto (Capítulo 2) y las condiciones ambientales actuales del sitio del proyecto (Capítulo 4), en cumplimiento de los ordenamientos legales aplicables (Capítulo 3). Ver Figura 5.1

Para la evaluación de los impactos ambientales, se toman en cuenta las medidas preventivas y de mitigación que tiene previsto el diseño del Proyecto y las medidas de mitigación adicional o complementaria que se proponen como resultado de la identificación de impactos.

V.1 Identificación de impactos

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podría generar el Proyecto “Hidroeléctrica GAYA” se siguieron los siguientes pasos, ejecutados de forma iterativa:

1. Análisis de la información técnica del proyecto. (Capítulo 2): Actividades, consumos de energía, uso de recursos y emisiones de las operaciones, actividades e instalaciones en cada etapa del proyecto
2. Análisis de la legislación y normatividad aplicable. (Capítulo 3)
3. Trabajo de campo: recorridos de observación y reconocimiento realizados por personal profesional multidisciplinario (Capítulo 4).
4. Análisis del estado actual del sistema ambiental del área del proyecto. (Capítulo 4).
5. Identificación de impactos a través de la delimitación de las interacciones ambientales potenciales que podrían generarse entre cada una de las actividades del proyecto, en sus diferentes etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio, y los diferentes componentes ambientales del área del proyecto.
6. Análisis y evaluación de los impactos ambientales identificados por medio de las siguientes metodologías:

- Mesas de trabajo con equipo multidisciplinario,
- Diagramas de flujo
- Sobreposición de mapas
- Opiniones de expertos
- Matrices de interacción causa-efecto. Matriz de Leopold modificada

El proceso descrito para la identificación y evaluación de los impactos y la utilización de las metodologías indicadas se representa gráficamente en la Figura 5.1.

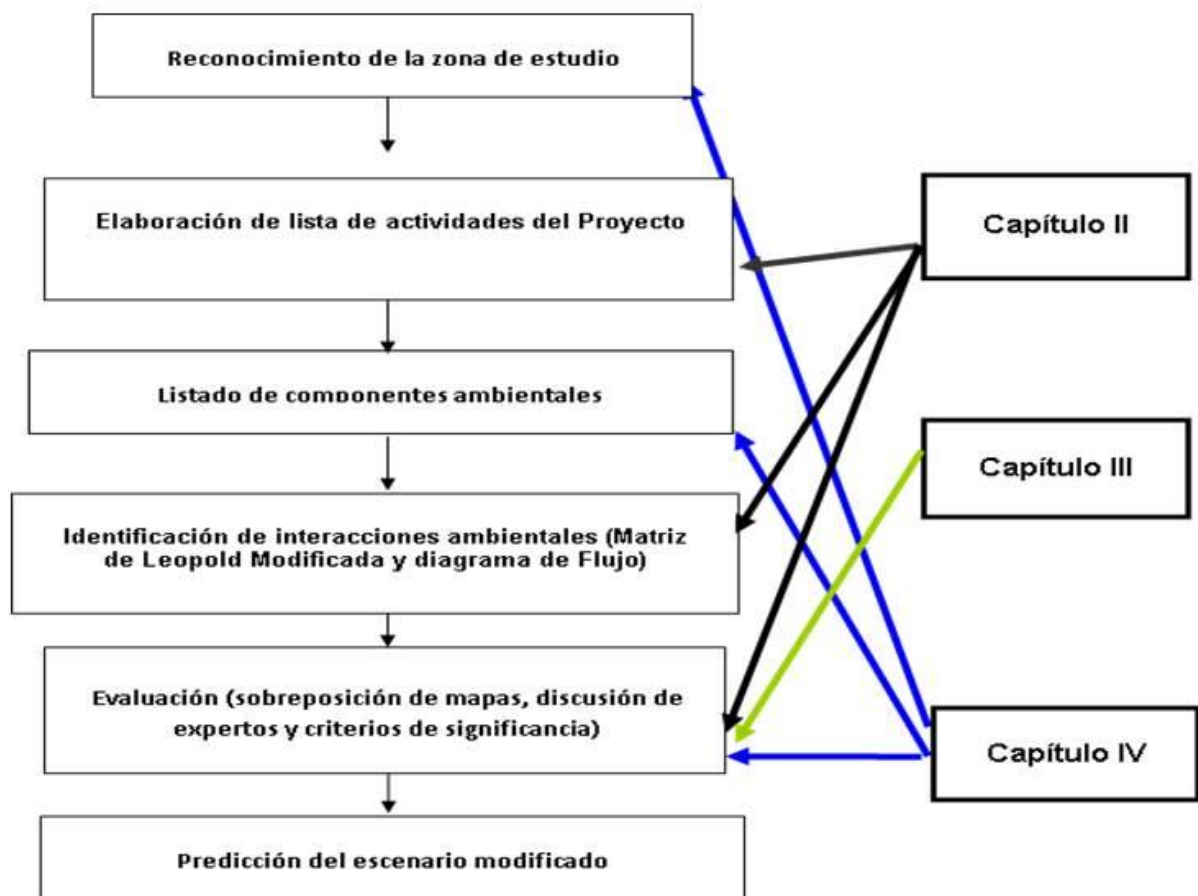
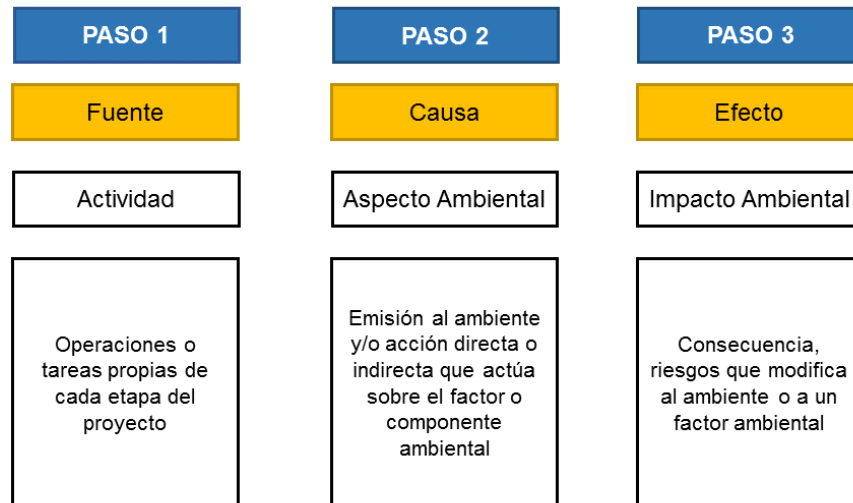


Figura V. 1. Esquema de trabajo para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

En la tabla siguiente se muestra un esquema con la secuencia de los pasos mencionados.

Tabla V.1. Identificación de Impactos



Cabe mencionar que con el objetivo de que el análisis realizado sea lo más preciso, claro y científico posible, en el proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales se ha tenido en cuenta tres situaciones que pueden causar variabilidad e incertidumbre:

- Diferentes respuestas que algunos componentes del sistema ambiental pueden tener frente a una acción determinada. En tales casos, se plantean y analizan las diferentes respuestas identificadas y se evalúan los efectos posibles.
- Limitada disponibilidad de información detallada sobre algunos componentes del proyecto o ambientales. En tales casos, la identificación y evaluación de impactos se realiza a nivel general.
- Modificaciones que posteriormente sean necesarias realizar al proyecto original. Al respecto, se prevé que cualquier modificación que sea necesaria al proyecto, posterior a la versión evaluada en este documento, será oportunamente informado a las autoridades para que se dictamine lo aplicable.

V.1.1 Análisis de la información técnica del Proyecto

En el proceso de identificación de impactos ambientales, es de suma importancia considerar los criterios de protección ambiental y/o de prevención de la contaminación que el proyecto haya planteado desde su diseño para analizar alternativas. En este sentido, el principio de prevención para no causar el impacto y evitar invertir en medidas de mitigación, ha sido aplicado por el Proyecto como un criterio base de su ingeniería conceptual. Como se menciona en el Capítulo 2, las dimensiones de la obra son relativamente pequeñas, apenas 3.1 ha de afectación definitiva, tal que el diseño conceptual integra importantes criterios ecológicos que evitan o minimizan riesgos de generar impactos ambientales, y con lo cual se contribuye a sustentar la factibilidad ambiental del proyecto.

1. **Configuración de la instalación de toma de agua.** Con base en las dimensiones y capacidades del Proyecto y previendo la mínima modificación en la configuración ambiental en la orilla del río, el área de Ingeniería analizó y definió una instalación de toma con canalización en la margen derecha del río Apulco; no se requerirá desecar el sitio durante las obras de preparación y construcción. El diseño particular del proyecto tiene la característica de no requerir áreas de inundación o formación de embalses, con lo cual se evita la ocupación de terrenos que actualmente tienen una vocación preferentemente forestal en el sitio. También es de mencionar que en esta instalación, el manejo de sedimentos es muy sencillo porque su generación es baja debido las dimensiones de ésta instalación en comparación con obras típicas para este tipo de proyectos pero de gran escala.
2. **Tubería de conducción de agua.-** El trazo actualmente propuesto para la línea de conducción de agua tiene las siguientes características:
 - El canal se construirá únicamente en la margen derecha del río Apulco. En esa área, actualmente no se realiza ningún tipo de aprovechamiento.
 - No se requerirán obras para cruzar el río, por lo que se minimizarán impactos en la zona.
3. **Chimeneas de equilibrio.** El Proyecto “Hidroeléctrica GAYA” está diseñado sin las tradicionales chimeneas de equilibrio de este tipo de proyecto debido a la corta longitud de la tubería de conducción de agua (sólo 500 m), lo que minimiza el riesgo de de las sobrepresiones. De esta manera se evita el típico impacto visual que provoca la instalación de las tradicionales chimeneas de equilibrio por sus considerables alturas y diámetros.

4. **Ubicación de la casa de máquinas.** Mediante el análisis de factibilidad técnica y económica del proyecto, y las características topográficas del sitio de la zona de estudio, se evaluó la alternativa para ubicar el sitio en una superficie plana, que limita la complejidad de los trabajos de construcción tradicionales de sitios muy accidentados, minimizando excavaciones, uso de explosivos, y maquinaria pesada.
5. **Túnel.** Esta obra representa importantes beneficios ambientales a la flora, fauna y suelo, porque evita la deforestación en dicho tramo (230 m) lo que minimiza el impacto a la cobertura vegetal, hábitat para fauna, y reduce también la exposición de suelo con riesgo a erosión.
6. **Cimentación y muros de seguridad,** con diseño especializado de ingeniería para terrenos deslizables e inundables, que garanticen la estabilidad y seguridad de las instalaciones a eventos climatológicos extraordinarios.

Como se ha descrito, el Proyecto “Hidroeléctrica GAYA” ha considerado desde su diseño, el análisis y las alternativas de ingeniería posibles con todos los elementos componentes del Sistema Ambiental, enfocando a su protección y conservación. En la siguiente tabla.

Tabla V.2. Principales actividades del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra
	Operación de maquinaria y vehículos
	Desmonte y despalde
	Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes
Construcción	Contratación de mano de obra
	Operación de maquinaria y vehículos
	Excavación y nivelación
	Adquisición de materiales, equipo e insumos
	Construcción de estructuras (Obra de Toma, Casa de Máquinas, etc.)
	Construcción de túnel e instalación de tubería de conducción de agua
Operación	Contratación de personal
	Generación de energía eléctrica
	Aprovechamiento de agua
	Mantenimiento de instalaciones y equipo
Abandono	Contratación de mano de obra
	Programa de reintegración del área

V.1.2 Análisis de la legislación y normatividad aplicable

Con base en la naturaleza del proyecto éste está regulado principalmente por la Federación, a través de la legislación ambiental aplicable en materia de impacto ambiental, aprovechamiento de agua, cambio de uso de suelo en terrenos forestales, generación y manejo de residuos (peligrosos y no peligrosos) y generación de ruido. En la siguiente tabla se resumen las autorizaciones o permisos, así como los requisitos u obligaciones con las que tiene que cumplir el proyecto.

Tabla V.3. Obligaciones y requisitos legales del proyecto

Materia	Autorización, Permiso o Norma aplicable	Requisitos u obligación
Impacto Ambiental	Autorización de Impacto Ambiental	Manifestación de Impacto Ambiental y cumplimiento de las condicionantes impuestas en la autorización.
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Título de Concesión • Concesión para la utilización de terrenos federales • Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica 	Solicitud en formato oficial y proyecto técnico de obras a realizar.
Residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización de Programas de Manejo de Residuos • NOM-052-SEMARNAT-2005 • NOM-053-SEMARNAT-1993 • NOM-054-SEMARNAT-1993 	Elaborar y dar seguimiento a Programa de Manejo de Residuos en comunicación con las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno.
Suelo Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal • NOM-060-SEMARNAT-1994 • NOM-061-SEMARNAT-1994 • NOM-062-SEMARNAT-1994 	Solicitud en formato oficial y proyecto técnico de obras a realizar, incluyendo autorización de propietarios de terrenos, y manifestando el cumplimiento de las especificaciones para mitigar los efectos adversos causados en suelo, flora, fauna y biodiversidad por el cambio de uso de suelo, conforme con las normas correspondientes.
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de la LGEEPA. • NOM-085-SEMARNAT-2011 • NOM-081-SEMARNAT-1994 	El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Los niveles de emisión de ruido deben medirse en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme con la norma correspondiente.

Respecto a instrumentos de Planeación, el sitio del Proyecto no se encuentra dentro de algún Programa de ordenamiento ambiental del territorio, ni dentro de área natural protegida. Salvo el análisis de la Propuesta del Ordenamiento General del Territorio en donde no se identifican restricciones para las obras y actividades del Proyecto GAYA.

V.1.3 Trabajo en campo

Durante los recorridos de reconocimiento del sitio y trabajo de campo realizados durante 2014 y 2015, en los que participaron especialistas para caracterizar el medio físico, biológico y socioeconómico, se realizó la evaluación y registro visual de la calidad actual del sistema ambiental del sitio, mediante el muestreo de algunas especies de flora, y la observación de especies de fauna.

Conforme con lo que se describe en el capítulo 4 de este documento, se caracterizó la vegetación actual de la zona de estudio mediante trabajo de campo y se corroboró con la información bibliográfica obtenida; se elaboró el listado florístico y faunístico de las principales especies en el sitio del proyecto; también se verificó si las especies de flora y fauna estaban catalogadas como endémicas, raras, amenazadas y en peligro de extinción presentes en la zona de estudio, conforme con la normatividad aplicable.

También se realizaron entrevistas con habitantes de las comunidades cercanas y autoridades municipales, para presentar el proyecto e iniciar el involucramiento de la empresa promotora en la dinámica social y económica de la zona.

Asimismo, se identificaron aquellos puntos de posible afectación al medio natural por las actividades constructivas y operativas del proyecto

V.1.4. Análisis del estado actual del sistema ambiental

En general, los valores escénicos del paisaje en relación con la vegetación, aún se encuentran bien conservados; sin embargo, actualmente las actividades humanas en la zona, tienen acción directa en el suelo, y la calidad del aire debido a la generación de residuos municipales y a la quema de leña.

El paisaje de la zona del proyecto mantiene una estructura bien conservada con características de una zona montañosa, con vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña con presencia de pinos y encinos. Sin embargo es importante diferenciar que el sitio del proyecto se ubica en la parte más baja de la barranca contigua al río, donde la vegetación es de bosque secundario de mesófilo de montaña. Las especies herbáceas que existen dentro del sitio del proyecto, incluyen principalmente helechos, incluyendo los de tipo arbóreo, sin omitir la presencia de epífitas como orquídeas y bromelias que se encuentra sobre los árboles, además de pastos y selaginellas principalmente. En el sitio del proyecto no se identificaron especies de flora bajo régimen de protección legal con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La única comunidad cercana a al sitio del Proyecto no cuenta con drenaje generalizado, la mayoría de las casas tienen fosas sépticas.

Aunque la infraestructura de caminos para la circulación vehicular es limitada debido a la topografía del terreno y reducido número de vehículos automotores circulantes, sin embargo, son la fuente de emisiones de gases de combustión a la atmósfera en la zona.

Respecto a las actividades económicas en la zona de estudio, las comunidades han sobrevivido realizando actividades de agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal, que son prácticas en aumento, las cuales por su naturaleza influyen aunque en baja escala, en el desequilibrio ecológico de la zona con la deforestación, cambio de uso de suelo no controlado y la consecuente fragmentación del bosque Mesófilo.

En relación con la actividad ganadera, se desarrolla en muy baja escala, la población mantiene en corrales rústicos algunas aves y caprinos principalmente, además de observarse la presencia de equinos y bovinos pastando en pequeños grupos.

Respecto a la fauna, durante las actividades de campo tampoco se observó ningún individuo de las especies bajo régimen de protección legal.

La ubicación del proyecto en las márgenes del río y lo abrupto del terreno, dificultan el acceso tal que se tienen condiciones de protección natural de hábitats o refugios para la flora y fauna silvestres. Dichas áreas son las que serían utilizadas preferentemente, como sitios de anidación, reproducción y alimentación. Los pobladores realizan la caza ocasional de especies para autoconsumo. Sin embargo, existen pobladores de otras comunidades que realizan caza furtiva e ilegal. Los “pajareros” de Cuetzalan, han mermado las poblaciones de aves canoras también en esta región.

V.1.5. Indicadores de impacto ambiental

Con base en la definición de **indicador** como elemento del ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio, tal que **puede ser un componente estructural, una especie, un proceso funcional o un índice**, como un parámetro medible del medio natural que nos informa del estado de dicho medio o de aspectos relacionados con él¹, y que la aplicación de indicadores se extiende en los campos en los que no existe unidad de medida para algo que se desea cuantificar, se aplicarán como indicadores de impacto ambiental, aquellos factores, procesos o índices que indiquen un cambio potencial en el ambiente y/o alguno de sus factores o componentes.

Los indicadores de los impactos ambientales se conforman de los elementos del medio ambiente que potencialmente pueden ser modificados, con ello es posible tener una referencia de las afectaciones al ambiente a consecuencia de la obra y/o actividad proyectada.

En el caso del presente estudio, los indicadores de impacto se asocian al valor de la calidad del aire, la emisión de ruido y vibraciones, la cantidad y calidad del agua (hidrología), la calidad del suelo y la correspondiente infiltración, la vegetación terrestre, la presencia de fauna, el paisaje y la socio económica de la zona de estudio.

Por el carácter preventivo de la presente Manifestación Ambiental, los indicadores son principalmente cualitativos con base en los niveles de conservación e interrelación entre los factores ambientales, pero también son representativos y de fácil identificación con base en la información ambiental que es presentada en el Capítulo 4; además aportan información para evaluar la intensidad e importancia o magnitud de los impactos que serán identificados en el sitio del proyecto, para sus diferentes etapas del proyecto.

¹ ALVAREZ-ARENAS BAYO, M.; LOSARCOS, L., (2001). Sistema Español de Indicadores Ambientales: Indicadores de Medio Urbano. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Tabla V.4. Indicadores de Impacto Ambiental

Indicador Ambiental	Estado ambiental base	Indicadores de Impacto
Aire Ruido y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de movilidad vehicular, tal que la calidad del aire es buena • Mínimos procesos de combustión de leña • No fuentes de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de gases, humos o vapores contaminantes • Generación de Ruido
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Siendo el agua prácticamente el único recurso natural que será aprovechado como el único insumo por el Proyecto "Hidroeléctrica GAYA" mediante la toma del río Apulco, éste es quizá el indicador más importante. Como valor de referencia se parte de datos disponibles del caudal existente y se analiza el efecto de la toma del caudal autorizado para el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en calidad • Cambio en el uso • Reducción de disponibilidad
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • La calidad del suelo, su uso y el relieve como indicadores permiten evaluar como es afectado este elemento ambiental a causa de la inserción de las instalaciones del proyecto y su relación con la erosión en la superficie ocupada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de estructuras estables • Generación de residuos
Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Bosque Mesófilo de Montaña, pero afectada por las diferentes actividades de las obras 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de Cobertura <ul style="list-style-type: none"> ○ Reducción de Abundancia ○ Reducción de Diversidad
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Como hábitat de importante variedad de comunidades faunísticas en la zona, es un espacio con presencia potencial de diversas especies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de Cobertura <ul style="list-style-type: none"> ○ Reducción de Abundancia ○ Reducción de Diversidad
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Las unidades paisajísticas del sitio son rurales, aunque con áreas ya modificadas pero poco contrastantes, por lo que la calidad de este factor ambiental puede considerarse como buena. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Visibilidad ○ Modificación de escenarios
Socio Economía	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades productivas básicas primarias • Alto nivel de marginación • Bajo nivel de ingreso per cápita (alto nivel de pobreza) • Limitada infraestructura en caminos, comunicaciones, salud, educación, servicios hidráulicos y drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Influencia en la economía local y regional ○ Desarrollo de infraestructura y servicios públicos

En la siguiente tabla se indican los factores ambientales directos con los que interactúa cada una de las actividades del proyecto y los aspectos ambientales correspondientes:

Tabla V.5. Factores ambientales con los que interactúa cada etapa del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	INTERACCION CON FACTORES AMBIENTALES	ASPECTO AMBIENTAL
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra	Suelo Agua	Aguas Residuales Residuos orgánicos e inorgánicos (incluyendo residuos sanitarios)
	Operación de maquinaria y vehículos	Suelo Aire	Emisiones a la atmosfera de gases de combustión Emisión de ruido y vibraciones Residuos Peligrosos
	Desmante y despalde	Suelo Flora Fauna Aire	Residuos orgánicos (vegetación) Emisiones a la atmosfera de polvos
	Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes	Suelo Fauna	Generación de ruido Residuos orgánicos e inorgánicos (incluyendo residuos sanitarios) Residuos de Construcción
Construcción	Contratación de mano de obra	Suelo Agua	Aguas Residuales Residuos orgánicos e inorgánicos (incluyendo residuos sanitarios)
	Operación de maquinaria y vehículos	Suelo Aire	Emisiones a la atmosfera de gases de combustión Emisión de ruido y vibraciones Residuos Peligrosos
	Excavación y nivelación	Suelo Aire Fauna	Emisiones a la atmosfera de polvos Residuos inorgánicos (material de excavación)
	Adquisición de materiales, equipo e insumos	Suelo	Residuos inorgánicos
	Construcción de estructura de Obra de Toma, Casa de Máquinas y Subestación Eléctrica.	Fauna Aire Suelo	Emisiones a la atmosfera de polvos Generación de Ruido Residuos de construcción y material de excavación para tiro
	Construcción de la tubería de conducción de agua	Suelo Aire Fauna	Emisiones a la atmosfera de polvos Generación de ruido Residuos de construcción y material de excavación
Operación	Contratación de personal	Suelo Agua	Aguas Residuales Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios)

ETAPA	ACTIVIDAD	INTERACCION CON FACTORES AMBIENTALES	ASPECTO AMBIENTAL
	Generación de energía eléctrica	Suelo Agua Aire	Reducción del caudal de agua Generación de ruido Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios)
	Aprovechamiento de agua	Agua	Reducción al caudal
	Mantenimiento de instalaciones y equipo	Suelo	Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios) Residuos industriales peligrosos y no peligrosos
	Almacenamiento y uso de aditivos para mantenimiento	Suelo	Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios) Residuos industriales peligrosos y no peligrosos
Abandono	Contratación de mano de obra	Suelo Agua	Aguas residuales Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios)
	Programa de reintegración del área	Suelo Agua	Aguas residuales Residuos orgánicos e inorgánicos (residuos domésticos y sanitarios)

V.2. Descripción de Impactos Ambientales

Una vez identificación de los impactos ambientales mediante las interacciones entre los factores ambientales de la zona de estudio en cada una de las etapas del proyecto, éstos se describe para las respectivas etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio.

V.2.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio consiste de las actividades previas necesarias para la construcción de las instalaciones del proyecto. Las principales actividades de esta etapa del proyecto son:

- Contratación de mano de obra
- Operación de maquinaria y vehículos
- Desmonte y despalme
- Acondicionamiento de áreas para maniobras, taller y almacén

Los impactos ambientales que se identifican generados por las actividades de esta etapa del Proyecto son los siguientes:

- Impacto suelo por la generación de residuos de materiales de excavación de las instalaciones, los cuales requerirán de un manejo y sitio de disposición adecuados, para evitar el riesgo de erosión y afectar la productividad del suelo.
- Impacto al suelo de las áreas a ser ocupadas para estas actividades, por efecto del despalme deshierbe y la compactación.
- Impacto a la atmosfera por la emisión de ruido, humos, polvos y vapores provenientes de los vehículos y maquinaria pesada.
- Impacto al agua por la generación de residuos sanitarios y aguas residuales por los trabajadores
- Impacto a la vegetación por la remoción de especies e individuos forestales en las superficies que ocupará el Proyecto.
- Impacto a la fauna por la reducción de espacios y obstrucción de paso por la presencia de los almacenes y talleres temporales, y por la generación de ruido.

Es importante reiterar que los espacios que sean utilizados para maniobras, talleres y almacenes durante la construcción serán preferentemente ubicados dentro de las áreas asignadas para las obras del proyecto y en los casos que se ocupe áreas adicionales, éstas serán restauradas y reforestadas.

V.2.2. Construcción

La etapa de construcción incluye todas las actividades para la construcción e instalación de la estructura de obra de toma, tubería de conducción de agua, la casa de máquinas, la subestación eléctrica y la cimentación para máquinas. Las principales actividades de esta etapa del proyecto son:

- Contratación de mano de obra
- Operación y maquinaria de vehículos
- Excavación y nivelación de las áreas donde se ubicarán las instalaciones que componen el proyecto.
- Adquisición de materiales, equipo e insumos

-
- Construcción de la estructura de obra de toma, casa de máquinas y subestación eléctrica.
 - Instalación de la tubería de conducción de agua

Los impactos ambientales que se identifican generados por las actividades de esta etapa del Proyecto son los siguientes:

- Impacto en el suelo la reducir la superficie permeable disponible por la ocupación con las instalaciones.
- Impacto al suelo por la generación de residuos de materiales de construcción de las instalaciones, los cuales requerirán de un manejo y sitio de disposición adecuados, para evitar el riesgo erosión y de afectar la productividad del suelo.
- Se prevé el impacto directo al paisaje causado por la presencia de las estructuras de las obra de toma y la casa de máquina, que si bien son de dimensiones pequeñas que se integrarán en el paisaje, constituirán la adición de un nuevo elemento visual.
- Impacto al agua por la generación de residuos sanitarios y aguas residuales por los trabajadores
- Impacto a la vegetación por la remoción de especies e individuos forestales en las superficies que ocuparán los trabajos.
- Impacto a la fauna por la reducción de espacios y obstrucción de paso por la presencia de los almacenes y talleres temporales, y por la generación de ruido.

En resumen, en la etapa de construcción los impactos serán muy similares a los de la etapa de preparación del sitio, los impactos benéficos se producirán sobre los factores sociales y económicos con la demanda de mano de obra y servicios temporales, tal que se contratará personal y creará una derrama económica en el área del proyecto.

El manejo y disposición de los residuos generados en esta etapa es uno de los puntos principales, donde se debe tener mucho cuidado para evitar la contaminación al ambiente y crear focos de infección. Entre los principales residuos están los generados por los propios trabajadores (residuos sanitarios) y los remanentes de los materiales de construcción.

Los materiales de construcción pueden crear afectaciones al ambiente si no se almacenan adecuadamente. Los materiales a granel pueden deslavarse y afectar la vegetación y la capa de suelo, así como la calidad del agua y características del río.

V.2.3 Operación y mantenimiento

Dadas las características de los procesos de generación de energía eléctrica, las actividades ordinarias de la etapa de operación y mantenimiento se reducen al control del funcionamiento normal y constante de la maquinaria. Para ello, se prevé que la operación normal sólo requeriría de un máximo de tres personas por turno en sitio.

La operación de las instalaciones será prácticamente automatizada, por lo que las actividades son mínimas, desde el punto de vista ambiental, en esta etapa del proyecto los impactos ambientales están más relacionados con las actividades de mantenimiento de los equipos más que con la operación propiamente dicha, ya que las actividades de mantenimiento implican el manejo de sustancias químicas y el transporte de personal, maquinaria o equipo. Cabe mencionar al respecto que el Proyecto “Hidroeléctrica GAYA”, contará con Programas y Procedimientos de Mantenimiento Preventivo, los cuales incluirán indicaciones para el manejo ambiental de sustancias químicas y los residuos que se generen. Las actividades previstas para esta etapa del proyecto son las siguientes:

- Contratación de personal.
- Generación de energía eléctrica.
- Aprovechamiento de agua.
- Mantenimiento de instalaciones y equipos.
- Almacenamiento y uso de aditivos para mantenimiento.

Los impactos ambientales que se identifican generados por las actividades de esta etapa del Proyecto son los siguientes:

- Impacto suelo por la generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante los eventos de mantenimiento, los cuales requerirán de un manejo y sitio de disposición adecuados, para evitar el riesgo de erosión y afectar la productividad del suelo. Los residuos en esta etapa del proyecto serán por una parte residuos sólidos de tipo domiciliario o municipal, las

descargas de aguas sanitarias en la casa de máquinas y los residuos procedentes de las actividades de mantenimiento. Cualquiera de estos residuos pueden ser causa de impactos adversos al ambiente, principalmente a la calidad del suelo y al agua del río en caso de no manejar y disponerse adecuadamente.

- Impactos benéficos por la generación de empleos permanentes y temporales con las actividades de mantenimiento, en esta zona donde existe un déficit de empleo, educación y servicios. Oportunidad de desarrollo de proveedores de servicios especializados.
- Impacto potencial al agua (superficial y subterránea) en caso de mal manejo de la generación de aguas residuales sanitarias, con el riesgo de escurrimiento al río o infiltración al subsuelo en caso de un manejo inadecuado.
- Se mantiene en el largo plazo, aunque en menor escala, el impacto positivo socioeconómico por la generación de oportunidades de trabajo entre los habitantes de la zona del proyecto y en la región, con los beneficios sociales y económicos que las contrataciones conllevan de forma directa. Asimismo se prevé, el incremento de la demanda de servicios en general, tales como alimentos, hospedaje, transporte, salud, entre otros.
- Los impactos potenciales que se prevén generados por esta actividad específica, son los relativos a situaciones de emergencia y que pudieran afectar a cualquier componente ambiental. En estos casos, cualquiera que sea la causa de la emergencia, los impactos ambientales pueden derivarse principalmente de incendios, rompimiento de la tubería y rebose del canal de agua.

Impacto al paisaje por el aprovechamiento de agua.- Durante la operación de las instalaciones, el Proyecto “Hidroeléctrica GAYA” aprovechará el flujo de agua que autorice la CONAGUA. Este caudal denominado “caudal ecológico” es “la cantidad, calidad y variación del caudal o de los niveles de agua reservada para preservar servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales”², esto quiere decir que el caudal ecológico que haya sido determinado de acuerdo a la norma MX-AA-159-SCFI-2012 y que pueda autorizar la CONAGUA, cumplirá con todas las funciones para las cuales se ha promulgado, para el caso en particular de este proyecto, en el río Apulco, por lo que el uso del

² http://atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=5446:entra-en-vigor-la-norma-mexicana-para-la-determinacion-del-caudal-ecologico&catid=165:governabilidad-del-agua&Itemid=407

caudal a ser autorizado puede afirmarse que será sustentable. Después de la utilización de la energía cinética del agua en la casa de máquinas, el caudal se reincorporará al Río, prácticamente sin haber alterado su cantidad o calidad. El impacto identificado es Impacto directo al paisaje en el tramo de aproximadamente 719.42 m del río Apulco, por la reducción del caudal actual, a partir de la estructura de toma de agua y hasta la casa de máquinas.

No se prevé impacto a la cuenca hidrológica a la que pertenece el río Apulco, porque el flujo total de agua utilizada en el proyecto será reincorporado al mismo río sin modificación de su calidad en el desfogue de la casa de máquinas, manteniendo así la contribución ambiental del río Apulco a la cuenca hidrológica de la cual forma parte.

Mantenimiento de instalaciones y equipo. Conforme a las indicaciones de ingeniería, será programado el mantenimiento y limpieza de todas las instalaciones y equipo. De esta manera, la limpieza de la estructura de toma de agua incluirá la verificación periódica y calendarizada del funcionamiento de los instrumentos de control, de tal forma que se asegure el control del flujo de agua, y el manejo adecuado de los sólidos sedimentados que sean removidos.

Para el control de la proliferación de organismos indeseables, nocivos a la salud pública, a la ecología de la zona o a la operación y uso de las instalaciones, se utilizarán técnicas mecánicas.

Los programas de mantenimiento preventivo y correctivo incluirán chequeo, limpieza, pintura, lubricación y ajustes, entre otras actividades que contribuyan a dar la mayor seguridad, eficiencia en funcionamiento y buena presentación a las instalaciones, tanto a estructuras como a equipos.

El mantenimiento preventivo de la subestación eléctrica también estará debidamente programado, y preferentemente realizado por una empresa de servicio calificada. El manejo de los insumos que requiera y residuos que generen serán debidamente documentados en procedimientos, copias de los registros que genere el manejo de sustancias químicas y residuos serán guardadas en las oficinas para documentar el debido cumplimiento conforme con la legislación aplicable.

Como se menciona en el capítulo IV, en las visitas de campo no fue posible apreciar en la zona de estudio, especies acuáticas de interés ecológico o comercial de forma natural. Además de que el agua del río Apulco arrastra gran cantidad de sedimentos por lo que es difícil que existan especies

que respiran a través de branquias. Por lo anterior, no se identifican impactos a fauna acuática en el tramo del proyecto.

V.2.4 Abandono

Con base en la vida útil estimada del proyecto, se prevé que la etapa de abandono de sitio tendrá lugar después de cincuenta años o más, una vez iniciada la operación. Posiblemente para ese momento la legislación ambiental tenga requerimientos específicos; sin embargo para este momento se prevé que se realice la renovación tecnológica necesaria para extender el periodo de operación de las instalaciones. En otro caso, podría considerarse la donación de las instalaciones para la exhibición educativa de la tecnología como museo. La última opción sería el desmantelamiento de las instalaciones y el posible aprovechamiento de la infraestructura para el abasto de agua a algunas comunidades. El manejo de residuos que puedan generarse en cualquier actividad durante esta etapa del Proyecto, se realizará conforme con la legislación ambiental aplicable.

En caso aplicable, se elaboraría un Programa de reintegración del área, en donde se documenten los procedimientos ambientales aplicables para el adecuado abandono del sitio.

Las actividades de esta etapa son las siguientes:

- Contratación de mano de obra
- Operación de maquinaria y vehículos
- Desmantelamiento de las instalaciones

- Impacto potenciales al suelo, en caso de mal manejo de residuos de construcción, peligrosos, orgánicos e inorgánicos, lo cual puede representar mayor demanda de servicios de manejo y disposición final de residuos en sitios autorizados para evitar el riesgo de contaminación del suelo y la potencial reducción de su productividad.
- Impacto a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión provenientes de las unidades de transporte, y por la generación de ruido debido a la operación de la maquinaria y vehículos automotores.

- Impacto potencial al agua (superficial y subterránea) en caso de mal manejo de aguas residuales sanitarias, con el riesgo de escurrimiento al río o infiltración al subsuelo.
- Impacto socioeconómico adverso como consecuencia de la suspensión de los empleos permanentes en la zona del proyecto y de la contribución a la generación y abastecimiento de electricidad que demanda el sector eléctrico nacional.
- Impacto socioeconómico adverso aunque los trabajos para realizar esta actividad serán reducidos y temporales, además de no requerir de personal especializado.
- Impacto socioeconómico adverso porque la demanda de servicios será menor y en general la derrama económica en la zona del proyecto se verá disminuida.
- Impacto al paisaje porque se prevé nuevamente la modificación del escenario con el desmantelamiento, la restitución del sitio, o su acondicionamiento para otras actividades productivas.

V.3 Evaluación de Impactos ambientales

La evaluación de los impactos se realiza considerando la importancia de cada componente ambiental, en relación con las actividades identificadas del proyecto, a través del criterio del indicador correspondiente. Los valores asignados son identificados mediante esquemas que facilitan el análisis cualitativo. De la sumatoria de los impactos identificados (Valor total) a través de la ponderación en la matriz de Leopold se obtienen las variables ambientales que resultan más o menos afectadas durante el proceso. Mediante este proceso se determina cuáles actividades del proyecto causan mayor impacto sobre las variables ambientales.

Como variables en el componente ambiental se consideraron: la calidad del aire, agua, suelo, ruido, vegetación y fauna terrestre y su hábitat, como indicadores del estado general de bienestar actual del ecosistema. Respecto a los componentes florísticos y faunísticos se tomó en cuenta a la vida silvestre, no se consideraron especies domésticas o de producción comercial. En cuanto al componente socioeconómico se consideraron los aspectos de empleo, calidad de vida y servicios dentro del rubro de economía, así como lo referente a seguridad en el trabajo.

Esta metodología presenta las siguientes ventajas:

1. Permite tener una apreciación rápida de los impactos ambientales generados por el proyecto,

por medio de la representación gráfica de éstos, teniendo a la vez una ponderación susceptible de sumar las barras de la matriz.

2. Mediante la matriz de Leopold se obtiene una ponderación cualitativa del proyecto, en relación con su impacto en el ecosistema donde realiza.

Los criterios aplicados para la evaluación de los impactos ambientales se describen a continuación.

A) Dirección del impacto

Se hace referencia al sentido del impacto sobre el factor ambiental que se analiza, definiéndose como Benéfico (B) o Adverso (A).

- **Benéfico:** Cuando las consecuencias de las acciones implementadas implican directa o indirectamente cambios favorables o positivos en el medio receptor, entendiéndose como tales aquellas que ejerzan un efecto activador de las tendencias de desarrollo preexistentes o permitan nuevas posibilidades de crecimiento económico y/o cultural previamente consensuadas con la población involucrada o sus representantes directos. También, se consideran positivas aquellas acciones que tienden a recuperar las características funcionales y estructurales del sistema ecológico existente.
- **Adverso:** Cuando las modificaciones provocadas por la acción y obra considerada, implican directa o indirectamente una alteración en el equilibrio preexistente, afectando la dinámica natural del sistema, las condiciones ambientales o la disponibilidad de recursos. En general involucra aquellas afectaciones sobre el medio natural, tanto en sus aspectos físicos como biológicos que alteran la estructura y/o función del ecosistema. A su vez se considera negativo el aumento de riesgos, así como todo daño o perjuicio sobre las condiciones socioeconómicas y/o culturales de la población.

B) Duración del efecto o Permanencia

Se refiere al tiempo en que el recurso o factor recibirá los impactos provocados por la actividad o proceso; es decir la existencia de persistencia o no del impacto una vez ocurrido. Este hecho se relaciona directamente con la capacidad que tiene el sistema para absorber una modificación o disturbio sobre un componente ambiental, de modo tal que retorne espontáneamente a una situación igual o similar a la que presentaba con anterioridad.

- **Permanente:** Cuando los efectos de la acción considerada persisten en el tiempo debido a que el sistema no retorna a la situación anterior al impacto (irreversible).
- **Temporal:** Cuando los efectos de la acción considerada son absorbidos por el Sistema de modo tal que retorna por sí solo a una situación igual o similar a la anterior (reversible).

C) Magnitud

Se refiere a la cantidad o porcentaje del recurso o factor que es impactado por una actividad, definiéndose como:

- **Baja:** Cuando se estima o predice que menos del 1 % del recurso es afectado.
- **Media:** Cuando se estima o predice que de 1 al 10% del recurso ó factor es impactado.
- **Alta:** Cuando se estima o predice que más del 10% del factor es impactado.

D) Alcance o Extensión

Se refiere al área donde se manifiesta la afectación o respuesta sobre el componente ambiental analizado.

- **Puntual:** Cuando el área o suma de áreas afectadas presenta en su eje mayor, una longitud inferior a los 50 m. Corresponde a los impactos que se desarrollan en una extensión acotada al entorno inmediato del punto de aplicación de la acción del Proyecto analizado.
- **Local:** Cuando el área o suma de áreas afectadas presenta en su eje mayor, una longitud superior a los 50 m. Los impactos con un alcance local se manifiestan principalmente en el entorno inmediato al área circundante del sitio del proyecto.
- **Regional:** Cuando el área afectada es superior a la de la zona de estudio.

E) Mitigación

Se refiere a la posibilidad de implementar medidas que disminuyan, corrijan o reviertan los efectos no deseados de un impacto sobre el componente ambiental bajo consideración. Esta variable no se analiza para los impactos de sentido positivo, ya que en estos casos la calificación que se realiza se refiere a la posibilidad de implementar medidas que permitan maximizar los efectos positivos identificados.

- **Mitigable:** Cuando es técnica y económicamente posible implementar medidas efectivas que permitan al sistema afectado retornar en el corto o mediano plazo a una situación igual o comparable con la preexistente.
- **No mitigable:** Cuando no es factible técnica ni económicamente implementar medidas, de modo tal que el sistema retorne a una situación igual o comparable con la preexistente.

Otros conceptos importantes que hay que tomar en cuenta en el análisis de evaluación son las siguientes:

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

V.3.1 Importancia del impacto.

La importancia del impacto está en relación directa con la importancia del componente ambiental afectado, esta se determinó calificando su función en la dinámica del sistema ambiental definiendo si el impacto es No importante (N), importante (I) o Muy importante (M). Se utilizaron 6 atributos los cuales se indican en la tabla siguiente:

Tabla V.6. Valores de los atributos de los componentes ambientales

Atributo	Posible clasificación	Valor	Posible clasificación	Valor
Comportamiento	Genera inestabilidad	1	No genera inestabilidad	0
Regulación y legislación (es reconocido por la legislación como importante)	Se encuentra regulado	1	No se encuentra regulado	0
Importancia dentro de la política de desarrollo	Indicador de desarrollo	1	No es indicador de desarrollo	0
Análisis de expertos	Tiene función limitativa en otros sistemas	1	No tiene función limitativa en otros sistemas	0
Revisión de otros estudios. (tiene importancia científica o cultural)	Se ha reportado como importante antes	1	No se ha reportado como importante antes	0
Es reconocido social, económica, productiva y políticamente	Se encuentran reconocido	1	No se encuentra reconocido	0

Los rangos para definir la importancia de los componentes se presenta en la tabla siguiente. El grado de importancia del componente ambiental, se obtuvo sumando directamente los valores asignados. Se consideraron tres categorías: no importante (1-4), importante (5) y muy importante (6). Para su uso en las matrices, se identificaron como 1= no importante, 2= importante y 3= muy importante.

Tabla V.7. Equivalencias de valores y clasificación de los componentes ambientales

Rangos de Valor	Calificación
1-4	No importante (1)
5	Importante (2)
6	Muy Importante (3)

Acumulación

- **Acumulativo:** Cuando el efecto del impacto ocurre sobre un componente ambiental ya modificado, de tal manera que hay modificación adicional a los efectos de impactos preexistentes.

- **No acumulativo:** No genera impactos adicionales al ambiente, sobre acciones que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

V.3.2. Evaluación de los impactos ambientales del Proyecto

Con base en los indicadores y la metodología descrita previamente, a continuación se presenta la evaluación de los impactos ambientales identificados.

Es importante mencionar que los cambios identificados en el medio biótico del área de estudio, están interrelacionados y en este proyecto se deben principalmente a la modificación localizada puntual del régimen hidráulico.

Agua.

El posible impacto al agua por el riesgo de incorporación de suelo proveniente de las excavaciones durante la construcción, puede evaluarse como adverso, temporal, de magnitud baja, de alcance puntual y mitigable.

La toma de agua del río Apulco, provocará la modificación parcial en la cantidad y distribución actual del agua en el tramo desde la obra de toma hasta la casa de máquinas. Sin embargo, es de observarse que el cauce del río Apulco no se desecará en el tramo seleccionado a causa de este proyecto, ya que se garantizará la permanencia de un caudal ecológico que permita la continuidad de los procesos biológicos que se desarrollan en el río en ese tramo. Esta modificación iniciará gradualmente en la construcción de las instalaciones y se mantendrá durante toda la etapa de operación del proyecto. Debido a que el caudal se reintegra al lecho en el desfogue de la casa de máquinas, el río nuevamente integrará la totalidad de su volumen sin sufrir cambios fisicoquímicos en su composición. Asimismo, se tiene en cuenta que en el río no se observan especies de fauna mayor y el agua no es utilizada para consumo humano, por parte de las comunidades. De esta manera, el impacto por modificación en la calidad del agua, se evalúa como adverso, permanente, de magnitud baja, puntual y mitigable.

Durante la etapa de operación, el aprovechamiento del agua para la generación de electricidad, provocara la reducción de la disponibilidad actual. Para evaluar la intensidad y la magnitud de este impacto en el ecosistema acuático, se tiene en cuenta que en las Plantas Hidroeléctricas tradicionales, la extracción total del agua y/o el funcionamiento de grandes embalses provocan la

modificación del flujo hídrico con cambios en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos, lo cual no aplica al Proyecto Gaya porque es de dimensiones pequeñas, ocupación de áreas no realizará extracción de agua ni la almacenará, solo aprovechará el flujo corriente en la proporción que le sea autorizado por CONAGUA, de tal forma que no afectará la disponibilidad de agua actual en la zona.

Paisaje

Durante la preparación del sitio y la construcción, el paisaje puede verse influenciado por la cantidad de maquinaria y personal actuando directamente sobre el relieve y características topográficas del sitio. En el sitio del proyecto las excavaciones, cortes y rellenos, ocasionarán impactos directos adversos, importante, temporales, de baja magnitud, de alcance puntual y mitigables en el manejo de residuos.

Con la construcción de la estructura de la toma de agua y la casa de máquinas, se incluirá un nuevo elemento visual en el paisaje; este impacto se evalúa como adverso, permanente, de baja magnitud porque las construcciones será de dimensiones pequeñas, fácilmente ocultas con vegetación natural alrededor, además de que se ubicarán en zonas remotas, de acceso limitado y aisladas por la fisiografía, por lo que el impacto puede evaluarse como de baja magnitud, alcance puntual y mitigable.

Flora

Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, las actividades de desmonte y despalme incidirán directamente en la vegetación del sitio de estudio con un impacto adverso, permanente, de baja magnitud, de alcance puntual, mitigable, importante y acumulativo porque áreas cubiertas de vegetación que se ocuparán tendrán una ocupación temporal y en menor proporción habrá ocupación definitiva por las obras civiles.

La pérdida de la vegetación puede provocar la desprotección del suelo, haciéndolo susceptible de erosionarse. También debe considerarse que algunos cambios en las comunidades de plantas se derivan de los cambios en el régimen hidráulico y en el suelo por lo que se identifica un impacto indirecto, pero temporal, porque se contara con Programa de restauración ambiental.

Fauna

Las áreas señaladas para realizar las obras superficiales son reducidas y puntuales, ya que serán: la bocatoma, el tramo inicial de la tubería antes de entrar al túnel, las silletas que sostendrán la tubería al salir del túnel y la casa de máquinas. Se cree que la fauna podrá ser afectada a través del desmonte y despalme del terreno dispuesto para realizar las obras, sin embargo, deberán seguirse las indicaciones que se señalan en las medidas de mitigación para afectar lo menos posible a la fauna local. En tanto en el medio acuático, se prevé alguna afectación parcial a los organismos, particularmente al bentos, ya que son organismos que llevan a cabo sus actividades en el sustrato del río. Para actuar de forma acorde con estos organismos, se deberá trasladar el sustrato del tramo que será afectado a una zona ubicada metros abajo antes de llevar a cabo la obra de toma, para evitar daños innecesarios a este grupo de organismos. El impacto a la fauna se evalúa como indirecto, no significativo, temporal, de baja magnitud, de alcance puntual y mitigable.

Ruido

La alteración del ambiente sonoro será producida principalmente en la preparación del sitio y en la construcción por la operación maquinaria, vehículos de transporte y equipo en general. Este impacto es adverso, temporal, de media magnitud, de alcance local y mitigable.

Durante la operación no se identifica impacto al ambiente sonoro considerando que la tecnología del proceso está basada en el desarrollo más avanzado y que tiene como una de sus características el ser silenciosa.

Suelo

Los impactos al suelo identificados en las diferentes etapas del proyecto incluyen:

- La remoción de la capa fértil del suelo y modificación del relieve actual, durante la preparación del sitio y la construcción. Este suelo puede quedar expuesto a la erosión hídrica y eólica, por la potencial pérdida de la capa superficial, pérdida de la materia orgánica y de nutrientes, hasta resultar en una disminución en la calidad del suelo. Teniéndose en cuenta que se contará con un programa de ejecución de actividades en el cual se minimice el periodo de exposición de las áreas deforestadas, este impacto se evalúa como directo, adverso, temporal, de baja magnitud porque las áreas a deforestar son mínimas, puntual porque está delimitado sólo al sitio del

proyecto, mitigable, importante, acumulativo porque el área que ocupará el proyecto ya se encuentra parcialmente intervenida por los propietarios de los predios.

- Almacenamiento temporal y disposición final de residuos en todas las etapas del proyecto. Debido a la necesidad para el manejo y disposición final de residuos en la zona, se hace necesario el uso del relleno sanitario del municipio de Zacapoaxtla, u otro cercano en el estado de Puebla. Asimismo, existen lineamientos legales vigentes para promover el cumplimiento en materia de manejo de residuos dependiendo de sus características. Este impacto se evalúa como adverso, permanente, de magnitud baja, de alcance regional y mitigable.
- La generación de diferentes tipos de residuos en todas las etapas del proyecto, puede provocar impactos potenciales al suelo si no son debidamente manejados; es decir separados, clasificados, envasados, almacenados, transportados y dispuestos.
- La ocupación del suelo para áreas de maniobras, talleres y almacenes durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Impacto adverso, temporal, de magnitud baja, puntual y mitigable.
- La disposición del material proveniente de la excavación, considerando que el proyecto “Hidroeléctrica GAYA” tiene como criterio constructivo el aprovechamiento del material en la restauración de los sitios de afectación temporal, por lo que este impacto se evalúa como positivo permanente, de magnitud alta, alcance puntual e importante.

Aire

Se identifica que las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción son las únicas etapas en la que podrían impactar la calidad del aire. Se prevén las emisiones de gases de combustión ocasionado por la maquinaria y vehículos que operen durante la preparación del sitio y construcción, considerando que dichas unidades estarán debidamente verificadas de sus emisiones gases contaminantes a la atmósfera provenientes de la combustión en motores. Asimismo, se prevé el control de dispersiones de partículas o polvo durante el transporte, la carga y descarga de materiales y suelo. Estos impactos se evalúan como adversos, temporales, de baja magnitud, locales y mitigables.

V.3.3 Impactos residuales

Considerando que el impacto residual es aquel efecto que permanece en el ambiente, aún después de la implementación de las medidas de mitigación, prácticamente son aquellos impactos ambientales que no pueden ser mitigados, los cuales pueden ser benéficos o adversos, y los que son adversos pero reducidos en su magnitud por alguna medida de mitigación, pero no eliminados; entonces se puede decir que los impactos residuales identificados en este proyecto son los siguientes:

- Impacto social por la contribución con la generación de energía eléctrica durante los próximos 50 años, para satisfacer de la creciente demanda que existe en el país, con infraestructura y la tecnología más moderna.
- Impacto social por la generación de oportunidades de trabajo durante todas las etapas del proyecto, con la contratación del personal y los beneficios sociales y económicos que esto conlleva para las comunidades cercanas al sitio del proyecto y para la región.
- Impacto visual al paisaje por la construcción de la estructura de la toma de agua y la casa de máquinas, ya que se incluirá un nuevo elemento visual en el paisaje, aun cuando en el área en donde se construirán las instalaciones, particularmente la toma de agua, ya están modificadas.

V.3.4 Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad cuando se suman a los efectos de otros proyectos o actividades existentes, planificadas y/o razonablemente predecibles.

En la región en la que pretende ubicarse el Proyecto Gaya únicamente se encuentra la Central hidroeléctrica La Soledad desde hace más de 50 años en operación, la cual se ubica aguas abajo del área del Proyecto GAYA y como ha sido analizado en secciones anteriores, no hay condiciones de efectos sucesivos, incrementales o combinados entre las actividades de la Presa la Soledad y el Proyecto GAYA, por lo que no se identifican impactos acumulativos.

Sin embargo, se ha identificado que la región es zona de interés para otros desarrolladores de Proyectos hidroeléctricos, de tal suerte que actualmente hay un Macro Proyecto denominado “Sistema Hidroeléctrico Río Apulco” en etapa incipiente de planificación y desarrollo que ha ingresado una solicitud de autorización de impacto ambiental con información general y básica, el cual implica obras de alta magnitud con la construcción de 3 presas y el aprovechamiento de agua en un tramo de más de 20 km de longitud del río Apulco, incluso dentro de los terrenos de los propietarios del Proyecto Gaya, esta situación desafortunadamente pone en riesgo la factibilidad de ambos proyectos.

Aunque tanto el Macro Proyecto como el micro Proyecto Gaya, no son obras preexistentes, sí se prevé el riesgo de la generación de impactos ambientales acumulativos en caso de que ambos proyectos sean autorizados, tales como:

- Aumento en las concentraciones de contaminantes en un cuerpo de agua o en el suelo o sedimentos, o su bioacumulación, como consecuencia de múltiples descargas de efluentes industriales no tratados.
- Reducción del caudal de agua en una cuenca hidrográfica debido a múltiples extracciones.
- Aumento de la carga de sedimentos en una cuenca hidrográfica como resultado de una mayor erosión generada por la deforestación, pérdida de cobertura vegetal, cambio de uso de la tierra y/o la construcción indiscriminada de vías de acceso.
- Interferencia con las rutas migratorias o el movimiento de la fauna silvestre por la construcción de múltiples obras de infraestructura lineal (tuberías y caminos de acceso).
- Mayor presión sobre la capacidad de carga o la supervivencia de especies indicadoras en un ecosistema.
- Impactos sociales secundarios o inducidos tales como la inmigración, o una mayor congestión del tráfico y accidentes en las carreteras comunitarias debido a un aumento de la actividad de transporte en el área de influencia del proyecto.

V.4. Conclusiones

Por la naturaleza del proyecto, éste está principalmente regulado por la legislación ambiental aplicable en materia de impacto ambiental, aprovechamiento de agua, cambio de uso de suelo en terrenos forestales, generación y manejo de residuos (peligrosos y no peligrosos) y ruido. En virtud de que el Proyecto manifiesta el cabal cumplimiento de los lineamientos y requerimientos establecidos con los instrumentos jurídicos aplicables, se visualiza que el desarrollo de las actividades se ejecutara con un buen nivel de desempeño ambiental.

Considerando la integración de la normatividad y demás instrumentos jurídicos aplicables, se ha identificado que los principales impactos adversos al ambiente en las diferentes etapas del proyecto “Hidroeléctrica GAYA”, son los siguientes:

- Afectación a la vegetación forestal por las obras civiles, debido a la remoción forestal que obliga a obtener un permiso de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, a un control de excavaciones y taludes, proteger de riesgos de erosión las superficies deforestadas y realizar un adecuado manejo de residuos, como medidas de mitigación.
- El flujo de agua del río Apulco se verá disminuido al ser captado por la toma de agua del Proyecto “Hidroeléctrica GAYA”, debido al aprovechamiento autorizado en el tramo comprendido entre la obra de toma de agua y el punto de descarga. Este flujo será el adecuado para un aprovechamiento sustentable debido a que cumplirá con lo señalado en la norma MX-AA-159-SCFI-2012, la cual “Establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas”. El caudal ecológico se define como “la cantidad, calidad y variación del caudal o de los niveles de agua reservada para preservar servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales”. Esto implica que además de proveer agua para los usos domésticos (que en el caso del río Apulco no tiene uso doméstico), público urbano, pecuario y agrícola, es posible mantener caudales provenientes tanto del escurrimiento, como de las descargas de los acuíferos para la conservación de los ecosistemas.
- La presencia de la Obra de toma y la Casa de Máquinas a instalarse junto al río Apulco, producirán cambios puntuales en el paisaje, ya que en estas áreas actualmente no existe ninguna construcción. Al respecto están definidas las medidas de mitigación respectivas.

Finalmente, en este capítulo se demuestra que dadas las características técnicas del proyecto, su ubicación y sus dimensiones, no se identificaron impactos acumulativos o sinérgicos que ocasionen desequilibrio ecológico, porque los impactos del Proyecto no interactúan con otros impactos preexistentes, tal que no habrá destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas, ya que el proyecto ha considerado desde su diseño no solamente los elementos ambientales que serán directamente influenciados o aprovechados por el mismo, sino que ha definido medidas de mitigación y compensación ambiental en el conjunto de todos los elementos del Sistema Ambiental.

CAPITULO VI

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL**

Contenido

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	1
VI.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	2
VI.1.1 Etapas de preparación del sitio y construcción.....	2
VI.1.1.1. Manejo ambiental del suelo	2
VI.1.1.2 Manejo ambiental del recurso atmosfera.....	6
VI.1.1.3 Manejo ambiental del agua	9
VI.1.1.4. Manejo ambiental de flora y fauna.....	11
VI.1.2. Etapa de operación.....	15
VI.1.2.1. Manejo ambiental del suelo	15
VI.1.2.2 Manejo ambiental del recurso atmosfera.....	17
VI.1.2.3 Manejo ambiental del agua	17
VI.1.2.4. Manejo ambiental de flora y fauna.....	18
VI.1.3 Manejo ambiental integral de residuos.....	20
VI.1.4 Manejo en materia de riesgo.....	25
VI.2. PROYECCIÓN DE LA OBRA.....	28
VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).....	29

LISTA DE TABLAS

Tabla VI.1. Tipos de estrategias, objetivos y tiempo de implementación.....	1
---	---

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En este capítulo se presentan las medidas de mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados, mediante la estructura básica de un Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa.

De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad.

Así mismo incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción que son necesarias para prevenir, eliminar, reducir, controlar o compensar los impactos adversos que el proyecto (diseño, construcción, operación- mantenimiento y abandono). Las medidas de mitigación propuestas adquieren el carácter de especificaciones de protección ambiental, y se observarán obligatoriamente por los contratistas que desarrollen las diversas obras del proyecto. Asimismo, se presentan medidas y recomendaciones adicionales, enfocadas principalmente a mitigar los impactos socioeconómicos y la operación del proyecto hidroeléctrico. Las medidas de mitigación pueden incluir una o varias de las acciones alternativas, ver tabla siguiente:

Tabla VI.1. Tipos de estrategias, objetivos y tiempo de implementación

Estrategias	Objetivos	Tiempo de implementación
Prevención	Evitar actividades que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún elemento del ecosistema.	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente del ecosistema afectado por las actividades propias del proyecto para que vuelva su estado original.	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones correctivas sobre factores ambientales o acciones del proyecto, para lograr sus objetivos.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo establecido.

VI.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental que se propone establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales causados en el desarrollo del proyecto. Para facilitar la presentación de su estructura, se realizaron una serie de fichas metodológicas con el objeto de permitir una mayor comprensión, tanto para el responsable de la medición, como para quien realice el seguimiento del Plan. Las fichas metodológicas incluyen indicadores, además de considerar otras variables como la fuente de donde debe obtenerse la información para aplicar el indicador.

VI.1.1 Etapas de preparación del sitio y construcción

Para estas etapas se plantean las acciones de prevención, mitigación y compensación para el manejo ambiental de cada uno de los componentes ambientales: suelo, atmósfera y ruido, agua, flora y fauna.

VI.1.1.1. Manejo ambiental del suelo

En materia de suelo, los impactos previstos en la etapa de preparación del sitio y construcción son los relacionados con las actividades de despalme y deshierbe para la preparación del terreno y la excavación para la instalación de tubería y cimentaciones.

Objetivo

Proteger y mantener las características fisicoquímicas del suelo

Criterios ambientales

El suelo es el recurso base para la reproducción y mantenimiento de la vegetación natural en la zona; su adecuado manejo, remoción y preservación, con técnicas y procedimientos adecuados, evitará problemas de desestabilización y erosión durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

Por lo tanto, se debe tener en cuenta el estado actual del suelo en el sitio del proyecto, ya que sus condiciones fertilidad son variables dependiendo del uso actual y de su naturaleza edafológica, así como de su nivel de humedad.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS
PÉRDIDA DE LA CAPACIDAD ORGÁNICA DEL SUELO Y SU DEGRADACIÓN	1. Las actividades de despalme, deshierbe y excavaciones, estarán estrictamente delimitadas en las áreas y especificaciones del proyecto.	Delimitación de las áreas únicamente a las autorizadas para desmontar.	Número de observaciones registradas por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> En caso de intervenir áreas fuera del límite de obra y sin autorización, la empresa deberá restaurar de manera inmediata la afectación.
	2. La capa de suelo distribuida se protegerá de la erosión eólica e hídrica, ubicándolo en un sitio con buenas condiciones de drenaje superficial e interno, mínimo riesgo de inundación o deslizamientos y estableciendo una cobertura vegetal oportuna, si es necesario y aplicable.	Disposición de sitios potenciales para el movimiento de tierras.	Número de observaciones registradas por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> Deberá contarse con sitios de disposición temporal para el suelo sobrante del movimiento de tierras. De manera oportuna los montículos de suelo deberán protegerse mediante lonas, previo al establecimiento o renuevo de vegetación
	3. El suelo que deba ser almacenado temporalmente para utilizarlo después, se conformará en pilas para que le permitan conservar las condiciones físicas y químicas del suelo evitando su degradación; es decir, taludes trapezoidales, orientados hacia donde se exponga la menor área posible a la acción del viento y cuya altura no represente un riesgo a su estabilidad.	Cálculo del volumen de suelo en remoción y disposición de sitios para resguardo.	Número de observaciones registradas por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> De manera oportuna los montículos de suelo deberán protegerse mediante lonas, previo al establecimiento o renuevo de vegetación.
	4. En caso de que sea necesario utilizar material adicional para relleno, se conseguirán proveedores que obtengan el material de bancos debidamente autorizados.	Identificación y ubicación de Bancos de Material.	Número de observaciones registradas por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.

	<p>5. En caso de que sea necesario disponer del material de excavación, se localizarán terrenos en los que sea de utilidad y/o beneficio la nivelación o relleno, de acuerdo con las autoridades municipales y comunidades. La asignación de la zona en la que se depositará el material de excavación, considerará los siguientes criterios: - Sitios que requieran mejoras estructurales, nivelación de terrenos. - Sitios que requieran mejoras paisajísticas. - Sitios que requieran el rápido establecimiento de la cobertura vegetal</p>	<p>Estimación del volumen de tierra a remover.</p>	<p>Número de observaciones registradas por el supervisor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Previo a la disposición de suelo para otros sitios, la empresa deberá asegurarse de la compatibilidad en cuanto al tipo de suelo.
	<p>6. Se evitará el derrame en el suelo, de residuos de grasas, aceites, solventes y sustancias peligrosas que se lleguen a generar en las diferentes etapas de construcción de la obra.</p>	<p>Mantenimiento preventivo de la maquinaria. Áreas de almacenamiento.</p>	<p>Número de observaciones registradas por el supervisor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con material que impida la permeabilidad al suelo, como aserrín.
	<p>7. Aprovechamiento del material proveniente de la excavación para la cobertura de la tubería enterrada y nivelado de las áreas del proyecto.</p>	<p>Estimación del volumen de tierras. Superficie mejorada.</p>	<p>Número de observaciones o desviaciones registradas por el supervisor (evidencias de inspección) verificadas por el supervisor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El material utilizado para el aprovechamiento deberá mantener las mismas características del tipo de suelo presente.
	<p>8. Una vez terminadas las actividades de despalme, deshierbe y excavaciones, se restablecerán y mejorarán las áreas a la brevedad posible, evitando retrasos durante la construcción y asegurando el mínimo tiempo de exposición.</p>	<p>Superficies con cobertura de protección (materia orgánica, suelo, etc.).</p>	<p>Número de observaciones o desviaciones registradas por el supervisor (evidencias de inspección) verificadas por el supervisor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conforme los frentes de trabajo sean finalizados deberá aplicarse la medida propuesta en caso de desplazar el tiempo de restablecimiento las áreas deben cubrirse de la intemperie.

	<p>9. En caso de ocurrencia accidental de derrames en el suelo de residuos de grasas, aceites, solventes y sustancias peligrosas que se lleguen a generar, se removerá el suelo impregnado y se manejará como residuo peligroso conforme a la normatividad aplicable.</p>	<p>Superficie libre de residuos.</p>	<p>Número de observaciones o desviaciones registradas por el supervisor (evidencias de inspección) verificadas por el supervisor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de contenedores para el almacenamiento de suelo o material contaminado.
	<p>10. En cuanto se terminen las actividades de construcción, se conservará una cubierta vegetal para evitar la erosión dentro del derecho de vía, en los tramos donde sea factible.</p>	<p>Superficie permanente con cobertura vegetal.</p>	<p>Número de observaciones o desviaciones registradas por el supervisor (evidencias de inspección) verificadas por el supervisor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas que se establezcan para la recuperación de vegetación deberán mantener una delimitación o cerco para evitar su intervención.

VI.1.1.2 Manejo ambiental del recurso atmosfera

En materia de emisiones a la atmósfera y ruido, los impactos previstos por el Proyecto Gaya durante la construcción son los ocasionados por las emisiones provenientes de la maquinaria y vehículos, así como por la dispersión de partículas debido al movimiento de materiales.

Objetivo

- Control de emisión de partículas al aire.
- Control de emisión de gases a la atmósfera.

Criterios ambientales

Se debe minimizar durante la etapa de construcción la emisión de gases y partículas a la atmósfera y la emisión de ruido.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS
AUMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES A LA ATMÓSFERA	1. En la medida que los combustibles suministrados a la maquinaria y equipo, sean de certificada calidad (bajo contenido de plomo, azufre y otros), se garantiza que su combustión genere menos gases contaminantes a la atmósfera.	Bitácora de mantenimiento y verificación vehicular.	Registros de la verificación vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con el mantenimiento óptimo de manera periódica.
	2. El uso de maquinaria y equipo estará provista de motores con inyección electrónica y catalizadores: así, complementados con el uso de un buen combustible, controlarán la emisión de gases, productos de la operación de los motores a la atmósfera.	Bitácora de mantenimiento y verificación vehicular.	Registros de la verificación vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con el mantenimiento óptimo de manera periódica.
	3. El mantenimiento y sincronización de maquinaria y equipo, dentro de los tiempos establecidos por los fabricantes, como el reemplazo de partes y aditivos recomendados, garantizará la correcta operación de éstos, y la disminución de emisiones de gases a la atmósfera.	Bitácora de mantenimiento y verificación vehicular.	Registros del mantenimiento y/o revisión general de cada vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con el mantenimiento óptimo de manera periódica.
	4. En caso de que se detecte que las obras de construcción provocan molestias en el personal por la dispersión de polvos, se llevarán a cabo actividades de riego en las áreas de trabajo, con el fin de evitar la dispersión.	Disposición de pipas para la aspersion de agua. Frentes de trabajo humedecidos.	Cero quejas del personal y/o de la comunidad por emisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los frentes de trabajo bajo la aspersion de agua, principalmente en temporadas de secas.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS
	5. En las áreas donde se vayan a concentrar maquinaria y equipo en la actividad y nivelación del terreno, se contará con un sistema de riego de agua para humedecer el terreno.	Disposición de pipas para la aspersión de agua. Frentes de trabajo humedecidos.	Cero quejas del personal y/o de la comunidad por emisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Previo al inicio de obras, deberá establecerse un sitio para el resguardo y estancia de la maquinaria y vehículos de operación.
	6. Para mitigar la dispersión de partículas o polvo durante el transporte, la carga y descarga de materiales y suelo, éste se realizará en camiones cubiertos con lona y de preferencia humedecidos para evitar la dispersión de polvos y partículas.	Registro de entrada y salida de vehículos de transporte de materiales.	Número de quejas de la comunidad Registros del supervisión ambiental Número de correcciones o llamadas de atención en el periodo.	<ul style="list-style-type: none"> • Los camiones de transporte que salgan fuera del límite de la obra, deben quedar exentos de cualquier material que pueda dispersarse en su trayectoria.
	7. Horarios de trabajo. En acuerdo con las autoridades municipales, se establecerán los horarios de trabajo diurnos como medida de control.	Bitácora de registro laboral.	Registros de cumplimiento del horario de labores	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.
	8. Monitoreo periódico de los niveles permitidos con base en la normatividad aplicable.	Registro en bitácora de los monitoreos.	Registros de medición de ruido comparado con los límites permisibles en la normatividad aplicable	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.

VI.1.1.3 Manejo ambiental del agua

Las acciones y medidas propuestas para el manejo ambiental de agua, son esencialmente de tipo operativo (medición, mantenimiento, vigilancia), y de orientación, educación y motivación entre empleados, teniendo en cuenta que los impactos previstos al agua, podrían ser principalmente causados por la indebida disposición de fecas y la descarga al río de aguas residuales sanitarias.

Objetivos

- La protección de la salud humana
- La protección del recurso hídrico.

Criterios ambientales

Se debe evitar durante la etapa de construcción la realización de trabajos o actividades innecesarias en las riberas del río y se promoverá lo necesario para apoyar durante esta etapa que planta de tratamiento de aguas residuales municipales inicie operaciones.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
CONTAMINACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA	1. Se delimitarán con la debida señalización, las áreas de obra cercanas al río, para que las actividades se realicen exclusivamente dentro de las áreas establecidas y se minimice el riesgo de realizar actividades innecesarias en las márgenes de río.	Disposición del plano de construcción para los operadores de maquinaria.	Registros de supervisión ambiental	a. Delimitar el perímetro del borde del río con cinta.
	2. Instalación y operación de sanitarios portátiles en el sitio del proyecto con capacidad para dar servicio al total del personal que labore en la etapa de construcción del Proyecto. Dichos sanitarios se localizarán lo suficientemente alejados del cuerpo de agua, en zonas secas y no inundables.	Número de sanitarios a disposición del personal.	Programas y/o registros del servicio recolección contratado Registros de supervisor ambiental	a. Contar con el servicio de mantenimiento para las letrinas portátiles de manera continua.
	3. Mantener el Caudal Ecológico del río, con base en la medición de los caudales extremos –máximos y mínimos.	Ubicar sitios de aforo uno antes de la OT, un punto intermedio entre la obra de toma y casa de máquinas y un punto después de CM	Registro de Datos en bitácora hidrológica.	b. Diseño de instalaciones y construcción e instalación de dispositivos que sean requeridos para la implementación de esta medida..
	4. Instalar a la salida de agua reductores de velocidad.	Control sobre la velocidad de Salida de Agua, para evitar daños a la ribera del río.	Conservación de la flora, fauna y forma del cauce del río.	c. Durante la etapa de Operación

VI.1.1.4. Manejo ambiental de flora y fauna

En materia de flora, se prevé que las actividades de preparación del sitio y la construcción implican la remoción de la vegetación en áreas específicas de tal forma que este Programa incluye las medidas de mitigación propuestas.

Se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación para la protección de la fauna porque se reconoce que típicamente, la reducción de la cubierta vegetal y instalación de la tubería de conducción de electricidad pueden ocasionar la desprotección de la fauna y el desplazamiento e incluso mortalidad de especies que sí pueden encontrarse en las áreas circundantes a la zona del proyecto.

Objetivo

- Proteger la vegetación.
- Proteger la fauna.

Criterios ambientales

Contemplar procedimientos durante la construcción que permitan minimizar, reponer y compensar, las pérdidas de la vegetación y alteración del hábitat faunístico.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
AFECTACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA	1. Realizar la identificación, rescate y reubicación especies de flora y fauna representativas del sitio y/o la región.	Número y relación de individuos y especies de flora y fauna a rescatar Inventario de individuos y especies de flora y fauna a rescatados Porcentaje de sobrevivencia.	- Inventario de individuos y especies de flora y fauna a rescatados Porcentaje de sobrevivencia.	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un Programa de Rescate de Flora y Fauna en el sitio del Proyecto.
	2. Delimitación y demarcación de áreas de obra, maniobras, talleres y almacenes abiertos o cerrados, para evitar la pérdida innecesaria de vegetación y hábitats de fauna durante las actividades de limpieza, desmonte y deshierbe.	Registro de individuos afectados. Capacitación del personal operativo.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Para las obras complementarias (talleres, bodegas, etc.) deberán establecerse en sitios desprovistos de vegetación arbórea y/o arbustiva.
	3. No se realizarán quemas de maleza durante las actividades de desmonte, ni se utilizarán productos químicos que afecten el brote de vegetación.	Maquinaria disponible para el desmonte.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.
	4. La totalidad del personal participante en las actividades de construcción, recibirá charlas de inducción sobre la protección de la vegetación y fauna durante el desarrollo de sus trabajos. Entre los temas se hablará sobre la prohibición de caza y la prevención de la erosión.	Registro de la capacitación ambiental del personal.	Registros de supervisión ambiental sobre el desempeño ambiental del personal	<ul style="list-style-type: none"> Contar con un supervisor ambiental, encargado del seguimiento de los trabajos en campo. Principalmente la inspección de los frentes de trabajo.
	5. Se colocará señalización necesaria en puntos de mayor circulación del personal para la comunicación de restricciones o acciones preventivas para la protección y conservación de la flora y fauna.	Registro de individuos afectados.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
	6. En el caso necesario de derribo de árboles, se realizará manualmente y en forma direccional, de tal manera que se eviten daños al suelo y a la vegetación circundante.	Levantamiento y clasificación de los árboles derribados.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Respetar el volumen de materia forestal autorizado por el cambio de uso de suelo.
	7. Durante la instalación del túnel y la tubería enterrada, sólo se realizará el desmonte a matarrasa en la brecha y áreas de maniobras y de patrullaje. Una vez concluidas las obras, en los sitios que ocuparon las áreas de maniobras se permitirá la regeneración de la vegetación en forma natural.	Superficie con vegetación.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.
	8. Los especímenes de fauna que pudieran ser capturados durante la etapa de construcción, deben ser trasladados y liberados en áreas aledañas al Proyecto.	Capacitación del personal. Registro de captura.	Registros de supervisión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de encierros temporales o sitios de estancia para aquellos individuos que no puedan liberarse de manera inmediata.
	9. Construir sitios de paso para el desplazamiento de la fauna o en su defecto complementar las áreas con abrevadores, refugios, comederos, etc., con el fin de hacer más atractivo el hábitat para los animales.	Índices de abundancia de especies. Registro de observaciones.	Registros de supervisión ambiental (supervivencia y/o reproducción de especies durante la etapa de construcción)	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y analizar los sitios posibles para la conformación o disposición de nidos, madrigueras, bebederos, etc. Con el fin de ubicar las áreas con mayor capacidad para el desplazamiento de la fauna, previniendo aquellas zonas con mayor movimiento de personal o disturbios.
	10. Se promoverá que la madera proveniente del desmonte será aprovechada por la población cercana del lugar.	Estimación del volumen maderable a remover.	Registros de supervisión ambiental (madera generada y beneficiarios locales)	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
	11. Compensación forestal. Se realizará la reforestación de superficie forestal equivalente al área solicitada para CUSF, en espacios disponibles dentro de los predios del proyecto, o si es necesario en predios que lo requieran y que puedan ser negociados con sus propietarios. La reforestación se realizará con especies vegetales nativas y productivas, para contribuir al mantenimiento y ampliación de los servicios ambientales en la zona.	Superficie reforestada equivalente al área solicitada para CUSTF.	Informes de avance conforme con el Plazo establecido en el Programa de Trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.

VI.1.2. Etapa de operación

En este apartado se plantean las acciones de prevención, mitigación y compensación para el manejo ambiental de cada uno de los componentes ambientales: suelo, atmósfera y ruido, agua, flora y fauna, para la etapa de Operación del Proyecto.

VI.1.2.1. Manejo ambiental del suelo

Durante la operación, principal impacto al suelo corresponde a los sedimentos que serían captados en la obra de toma y los cuales requieren de una disposición particular, así como los sólidos que se generen por arreastré en el desfogue de la descarga de la casa de máquinas.

Objetivo

- Preservar el recurso suelo.
- Evitar el aporte de sedimentos a cuerpos de agua.
- Controlar los procesos erosivos y deslizamientos en áreas sensibles.

Criterios ambientales

Se debe evitar la erosión y el consecuente aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, afectando los ecosistemas y alterando las propiedades fisicoquímicas del agua.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
PÉRDIDA DE SUELO POR ARRASTRE DE AGUAS DE ESCORRENTÍA Y LA CAPACIDAD BIOLÓGICA.	1. Recorridos de supervisión para la identificación de áreas y condiciones que puedan causar erosión.	Registro de actividades en la superficie del trazo.	Reportes de supervisión con evidencias de no erosión en la zona del Proyecto ni en las zonas circundantes	<ul style="list-style-type: none"> No aplica.
	2. Diseñar e implementar un Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para las instalaciones, específicamente para la obra de toma, tubería de conducción y el desfogue de la casa de máquinas.	Bitácora de mantenimiento y operación óptima de la maquinaria.	Reportes de supervisión <input type="checkbox"/> Reportes periódicos del mantenimiento y acciones correctivas realizadas a las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> Selección de sitios para manejo y/o disposición final de sedimentos.

VI.1.2.2 Manejo ambiental del recurso atmosfera

Con base en la naturaleza y las características de operación del Proyecto GAYA, no se prevén emisiones a la atmósfera y emisión de ruido, por lo que no se definen acciones de manejo ni de mitigación.

VI.1.2.3 Manejo ambiental del agua

Así también, por la naturaleza y las características de operación del Proyecto Gaya no se generarán aguas residuales industriales, sólo un mínimo de aguas residuales sanitarias por la asistencia del personal operador de la central y para ello se instalará un sistema de fosa séptica.

El aprovechamiento de agua del río Apulco para la generación de electricidad, será controlado exclusivamente para utilizar el caudal autorizado por la CONAGUA, en virtud de que se mantendrá en el cauce del río la corriente del caudal ecológico, y se realizará un monitoreo ambiental continuo que permita vigilar las condiciones ambientales que garanticen el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuático y ribereño, y en su caso implementación de acciones correctivas que sean necesarias.

Objetivo

- Mitigar el impacto ambiental que puede producir al suelo o río, la descarga de aguas residuales sanitarias.
- La protección de la salud humana
- La protección del recurso hídrico.

Criterios ambientales

No se debe realizar ningún tipo de vertimiento de agua sin tratamiento.

No se debe aprovechar más agua que el volumen autorizado y se mantendrá el gasto ecológico establecido.

VI.1.2.4. Manejo ambiental de flora y fauna**Objetivo**

- Proteger la vegetación.
- Proteger la fauna.

Impacto a prevenir o mitigar

- Pérdida de vegetación arbórea y cobertura vegetal.
- Impacto visual negativo
- Pérdida o desplazamiento definitivo de especies animales.

Criterios ambientales

Implementar Programas y procedimientos básicos para minimizar, reponer y/o compensar la vegetación removida en las áreas de construcción, así como la modificación local del hábitat faunístico.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
AFECTACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA	1. La reforestación debe proporcionar cubierta vegetal estable y presentar el mayor número de estratos posibles.	Superficie reforestada. Porcentaje de sobrevivencia.	<ul style="list-style-type: none"> - La restauración biológica del suelo. - La reducción y control de la erosión. - La estabilización de los terrenos sin consolidar. - La protección de los recursos hidráulicos. - La integración paisajística. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de un Programa de Reforestación del áreas afectadas y por compensacion adecuado a las características del sistema ambiental, además de una propuesta de conectores biológicos.
	2. Mantener los sitios de paso contruidos para el desplazamiento de la fauna o en su defecto, mantener las áreas cercanas con abrevaderos, refugios, comederos.	Corredores de vegetación.	Condiciones del hábitat en buen estado	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y analizar los sitios posibles para la conformación o disposición de nidos, madrigueras, bebederos, etc. Con el fin de ubicar las áreas con mayor capacidad para el desplazamiento de la fauna, previniendo aquellas zonas con mayor movimiento de personal o disturbios.
	3. Con la finalidad de promover la protección ambiental del entorno, se propone realizar programas de educación ambiental, tanto para las personas de la región como personal de la empresa.	Buenas prácticas de la comunidad. Sensibilización ambiental.	Temas impartidos en: <ul style="list-style-type: none"> - Prevención y control de incendios. - Señalización y restricción de velocidad en los accesos y carreteras. - Importancia de la protección de la flora y fauna. - Prohibición de la cacería furtiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de herramientas visuales (carteles) para sensibilizar a la población y personal de obra.

VI.1.3 Manejo ambiental integral de residuos

Tanto en la etapa de construcción como en la de operación, se generarán dos tipos de residuos que se pueden clasificar como peligrosos y no peligrosos (incluyendo a sólidos y líquidos). En la gestión y manejo integral de los residuos se realizará conforme con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Los residuos no peligrosos en su mayoría serán material reciclable, como papel, cartón, madera y plásticos, los cuales deben ser clasificados, separados, envasados, almacenados y dispuestos conforme lo indica la legislación y normatividad a nivel federal, estatal y las directrices municipales aplicables.

El manejo de los residuos peligrosos está también regulado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección, su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos y las Normas Oficiales correspondientes.

Objetivos

- Proteger la salud humana
- Proteger el recurso suelo, aire y agua.
- Conservar la estética del paisaje.
- Promover alternativas de manejo como el Reciclaje y la Reutilización.

Criterios ambientales

Identificar, clasificar y cuantificar la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, para dimensionar adecuadamente los sistemas de control e instalaciones que implican el manejo adecuado de los mismos conforme con la legislación aplicable.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELO Y AIRE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.	1. Elaboración de procedimientos y/o instructivos. Las actividades de manejo de todos los residuos estarán documentadas en procedimientos en los que también se especificarán las responsabilidades y funciones del personal asignado a las diferentes actividades.	Superficies libres de residuos sólidos urbanos.	Contar con los instructivos y/o procedimientos y con el personal asignado Registros del supervisor ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	2. Los envases de los residuos peligrosos deberán tener las dimensiones, formas y materiales que reúnan las condiciones de seguridad necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.	Registro de incidentes o accidentes laborales.	Contar con envases específicos para los residuos peligrosos que se generarán Registros del supervisor ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	3. El área de acopio general de los residuos no peligrosos se ubicará en un espacio debidamente acondicionado, con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> - Se asegurará que las áreas o espacios para acopio o almacenamiento de residuos tengan las dimensiones adecuadas conforme con el volumen de generación de cada tipo de residuos y la frecuencia de la recolección para transportarlos al sitio de disposición final. - Señalización clara y completa de su ubicación y espacios asignados para cada tipo de residuo. - Que las áreas o espacios para acopio o almacenamiento de residuos estén localizados a la mayor distancia posible del río. - Los espacios que se asignen para el acopio de residuos líquidos, deberán contar con dispositivos y/o materiales para el control de escurrimientos o derrames. 	Registro del volumen acopiado de RSU.	Contar con área de acopio exclusivamente para residuos no peligrosos Registros del supervisor ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELO Y AIRE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.</p>	<p>4. Para los residuos peligrosos se asignará un espacio para almacenamiento, el cual tendrá las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El área estará ubicada en una zona donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones. - El área contará con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos líquidos o lixiviados. - Los pisos del área contarán con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de los residuos acopiados - El área contará con pasillos que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia. - El área contará con sistemas de extinción contra incendios. - El área contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles. <p>Si el área es cerrada, no existirán conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida</p>	<p>Registro del volumen acopiado de RSU.</p>	<p>Contar con área de acopio exclusivamente para residuos peligrosos</p> <p><input type="checkbox"/> Registros del supervisor ambiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELO Y AIRE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.	5. Los residuos serán clasificados en peligrosos y no peligrosos, conforme con lo establecido en la legislación aplicable. Los residuos no peligrosos se separarán, envasarán y clasificarán como orgánicos, inorgánicos y los que pueden ser reciclados para reincorporarlos en la medida de lo posible, como materia prima al ciclo productivo (vidrio, papel, cartón, chatarra, etc.) y se llevará el control documentado.	Registro del volumen acopiado de residuos.	La correcta clasificación de los residuos Registros del supervisor ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	6. Todos los residuos serán colectados en contenedores clasificados e identificados, los cuales estarán distribuidos en las áreas de generación.	Presencia de contenedores.	Contenedores clasificados e identificados en las áreas de generación Registros del supervisor ambiental sobre la correcta identificación de contenedores de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	7. Los residuos peligrosos serán envasados de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso.	Registro de la disposición de residuos. Presencia de contenedores.	Registros del supervisor ambiental, sobre la correcta clasificación de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELO Y AIRE POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.	8. Para los residuos peligrosos se asignará un espacio para acopio, considerando que se reunirán mínimas cantidades y éstas serán enviadas a tratamiento o disposición final, cumpliendo con los requisitos indicados en el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos y de la LGPGIR, junto con los criterios de ingeniería.	Registro del acopio de residuos.	Cumplir con el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos y de la LGPGIR en el manejo de residuos peligrosos y su disposición final	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	9. Los movimientos de residuos (carga, transporte y descarga) desde el área de acopio hasta el sitio de disposición final estarán a cargo de empresas debidamente autorizadas; en particular para el manejo de residuos peligrosos, las empresas estarán autorizadas por la SEMARNAT y la SCT.	Convenio con empresa de recolección. Registro del acopio de residuos.	Cumplir con el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos y de la LGPGIR en el manejo de residuos peligrosos y su transportación	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.
	10. Los sitios de disposición final de los residuos deberán reunir las condiciones de protección y control ambiental necesarios, por lo que éste será previamente seleccionado y aprobado por el personal responsable. Los residuos peligrosos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados por la SEMARNAT.	Registro de la clasificación de residuos y volumen de generación.	Cumplir con el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos y de la LGPGIR en el manejo de residuos peligrosos y su disposición final	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un Programa de Manejo Integral de Residuos.

VI.1.4 Manejo en materia de riesgo

Objetivo

- Prevenir riesgos que puedan provocar una emergencia ambiental.
- Definir los elementos de preparación de respuesta a emergencias ambientales.

Criterios ambientales

- Definir e implementar acciones para identificar, prevenir y minimizar riesgos.
- Definir e implementar acciones para respuesta en caso de emergencias ambientales.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
RIESGO AMBIENTAL.	1. Identificación de peligros y análisis de riesgos que puedan generar una condición de emergencia (Análisis de riesgos).	Programa de prevención de accidentes.	Contar con la metodología de análisis de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Contar en la residencia de obra con un Manual Preventivo de Accidentes.
	2. Se contará con procedimientos para: <ul style="list-style-type: none"> • Actuación del personal en casos de emergencia, • Uso del equipo de seguridad personal adecuado, • Primeros auxilios, • comunicación de emergencias, • Análisis de accidentes y causas 	Señalización de prevención. Manual de procedimientos ante riesgos.	Contar con la metodología de análisis de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Contar en la residencia de obra con un Manual Preventivo de Accidentes.
	3. Se capacitará al personal de la planta sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Actuación del personal en casos de emergencia, • Uso del equipo de seguridad personal adecuado, • Primeros auxilios, • comunicación de emergencias, • <input type="checkbox"/> Análisis de accidentes y causas 	Registro de capacitación. Registro de accidentes laborales.	Personal capacitado	<ul style="list-style-type: none"> • Contar en la residencia de obra con un Manual Preventivo de Accidentes.

SEGUIMIENTO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA	INDICADOR DE REALIZACIÓN	INDICADOR DE EFECTIVIDAD	MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN
	4. Se asignará personal capacitado para control de sustancias químicas que puedan ser utilizadas eventualmente en las instalaciones, las cuales estarán almacenadas en cantidades mínimas, ya que el mantenimiento del equipo será periódico y realizado por personal especializado externo.	Identificación de personal capacitado. Bitácora de accidentes.	Contar con personal responsable del almacén de materiales peligrosos y brigadas de respuesta de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Contar en la residencia de obra con un Manual Preventivo de Accidentes.
	5. Como parte de los dispositivos de control de la tubería de conducción de agua, y específicamente para el control de la corrosión, se contará con un sistema de protección que será debidamente mantenido para lograr la máxima eficiencia de operación.	Bitácora de inspección y mantenimiento.	Registros de supervisión que indiquen la frecuencia y resultados del mantenimiento de dichos dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica.
	6. En el derecho de vía no existirán obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza, para protección del público y de las propias instalaciones.	Superficie del trazo libre de obstáculos. Señalética precautoria.	Registros de supervisión que del mantenimiento de la señalización	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el uso de señalética de precaución e información.
	7. Se supervisarán que no existan condiciones de riesgo en las instalaciones y se mantendrán los registros de control correspondientes.	Bitácora de inspección y mantenimiento de las instalaciones.	Registros de supervisión que indiquen acciones correctivas aplicadas en el periodo	<ul style="list-style-type: none"> • Contar en la residencia de obra con un Manual Preventivo de Accidentes.

VI.2. PROYECCIÓN DE LA OBRA

En general, mediante la aplicación de tecnología de punta, criterios ambientales desde la etapa de planeación y diseño y buenas prácticas operativas de ingeniería, el Proyecto “Hidroeléctrica Gaya” establece medidas preventivas para los impactos ambientales. Asimismo, se proponen las medidas de mitigación enfocadas no solo para el manejo de los impactos residuales y adversos, sino para garantizar la minimización de las tendencias del deterioro actual de los procesos ecológicos del sistema ambiental.

En cumplimiento con el artículo 44 del REIA de la LGEEPA, para determinar los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse por el Proyecto “Hidroeléctrica Gaya” no solamente ha evaluado el recurso ambiental que pretende aprovechar: el agua, sino también todos los elementos que conforman dicho ecosistema: agua, aire, suelo, flora y fauna. Asimismo, se han considerado las interacciones recíprocas entre los mencionados elementos ambientales, y se ha valorado el servicio ambiental que el ecosistema presta no solo a las comunidades inmediatas, sino al equilibrio ecológico integral regional.

En la utilización del agua para aprovechamiento en la generación de energía eléctrica, el Proyecto “Hidroeléctrica Gaya” ha evaluado el flujo ecológico del río, respetando así la integridad funcional y las capacidades de carga del ecosistema.

Las medidas preventivas o de mitigación que las autoridades competentes consideren necesarias como adicionales a las propuestas voluntariamente en esta Manifestación de Impacto Ambiental, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, serán totalmente acatadas y cumplidas, de acuerdo con su propósito.

Con base en el análisis y descripción de las condiciones ambientales que prevalecen en la zona del proyecto, sustentada con el trabajo de campo y bibliografía especializada, el análisis preciso y objetivo de las condiciones ambientales, ordenamientos jurídicos aplicables y las medidas preventivas y de mitigación que propone el Proyecto, según se han descrito en este capítulo, es posible afirmar que el desarrollo del Proyecto “Hidroeléctrica Gaya” ha previsto proteger la integridad de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas de la zona y respetar su capacidad de carga, conforme con lo establecido en los artículos 28 y 30 primer párrafo de la LGEEPA.

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Las acciones propuestas para ser ejecutadas durante la realización de la obra deberán ser monitoreadas mediante la implementación de un Programa de Vigilancia ambiental para cada una de las etapas del proyecto.

La supervisión deberá ser realizada por personal especializado, con registro de actividades y resultados en bitácoras y control fotográfico de cada una de las acciones llevadas a cabo. Para realizar las medidas propuestas antes de la construcción, se podrá contratar a una empresa y ésta será la responsable. Durante la etapa de construcción, el personal dedicado a esa actividad podrá ser contratista bajo supervisión del dueño o promovente del Proyecto.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	1
.....	1
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	1
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	4
VII.3 Comparación de escenarios.....	7
VII.4 Pronóstico ambiental.....	7
VII.5. Seguimiento y Vigilancia	8

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Este capítulo tiene la finalidad de presentar los diferentes escenarios de socio-ambientales de desarrollo que podrían pronosticarse en el sistema ambiental y en el sitio del proyecto, con base en la información analizada en la presente Manifestación.

Básicamente, se pueden tener 3 escenarios o alternativas:

- Condiciones sin proyecto
- Condiciones con proyecto sin medidas de mitigación
- Condiciones con proyecto y con medidas de mitigación.

Sin embargo, este Proyecto integra medidas de prevención y control ambiental desde su diseño conceptual; es decir, el Proyecto está diseñado con base en criterios de minimización de impactos ambientales, por ello en este capítulo los escenarios que se analizan son solo dos: Condiciones sin proyecto y condiciones con proyecto y sus medidas de mitigación, y posteriormente se hace una comparación objetiva para valorar las diferencias y ventajas de cada uno.

Los escenarios socio-ambientales que se prevén, identifica que los componentes ambientales más sensibles de la zona del proyecto son: agua (hidrología y ecosistema acuático) y flora (recursos forestales del bosque mesófilo de montaña).

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Para el pronóstico de este escenario, se ha considerado la tendencia de deterioro y/o conservación, reconociendo la importancia de los ecosistemas naturales existentes (Bosque mesófilo de montaña), pero evitando la posición de conservacionismo extremo.

En general para el sistema ambiental, respecto a los valores escénicos del paisaje vinculado con la vegetación que aún se encuentran con espacios bien conservados podrían mantenerse en el mediano y largo plazo, con acciones mínimas del hombre o de lento efecto por tratarse de zonas rurales de alta marginación. El buen estado de conservación paisajística y

ambiental, podría ser particularmente mantenida en las áreas fisiográficamente aisladas por la accidentada topografía de la sierra, y no se desarrollen caminos de acceso.

En particular, la cobertura vegetal de bosque mesófilo de montaña alrededor del sitio del proyecto está en buen estado de conservación, pero poco a poco, a mayor distancia del río, se aprecia que se reduce el grado de conservación ya que este ecosistema está más deteriorado en cuanto se acerca a la comunidad.

La actual actividad humana de las comunidades de la zona tiene acción directa en el suelo, la calidad del agua y aire debido a la generación de residuos municipales, aguas residuales municipales, la circulación de vehículos, así como actividades como la agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal. La tendencia que definiría el escenario en este aspecto, enfoca hacia el crecimiento de estas comunidades y por lo tanto, al incremento de impactos directos en extensión y en magnitud. Esto puede pronosticarse aun reconociendo que ya están implementados temas de protección y manejo ambiental en el sistema educativo básico, con el beneficio para los niños, pero aun es de baja penetración en adultos jóvenes y mayores, lo que reduce su efectividad

En relación con la protección de especies de flora y fauna, aun cuando no fueron identificadas especies bajo régimen de protección legal en el sitio, la tendencia de este escenario sin proyecto podría indicar que se mantendría el saqueo y explotación ilegal de especies de flora para uso maderable y de ornato, así como el de aves, lo cual contribuiría al desequilibrio de cadenas tróficas y de polinización, con el riesgo de pérdida de la biodiversidad, debido a la reducción o escasez de alimento, resguardo y sitios de reproducción y anidación, como indican los ejemplos observados y reportados por habitantes de la zona para las orquídeas y el clarín, cuyas poblaciones en un tiempo atrás eran abundantes y actualmente han disminuido hasta casi desaparecer de la zona.

Respecto a los tipos de suelos que se presentan en la microcuenca, en la parte alta de la cuenca prevalecen los característicos de las zonas húmedas y subhúmedas, con lluvias todo el año. En la parte baja de la microcuenca el tipo de suelo es característico de las zonas de pendiente alta con una buena fertilidad, que es en donde se encuentra el sitio del Proyecto GAYA. En general, la erosión del suelo, principalmente hídrica, es una condición natural por la topografía de la zona asociada con los eventos meteorológicos que suceden cada año y que

en ocasiones pueden causar fuertes impactos en estas laderas como los registran los efectos del huracán “Stan” en el año 2005¹, el huracán “Karl” en el año 2010², el huracán “Ingrid” y la tormenta “Manuel” en el año 2013³, por mencionar solo algunos eventos. En la microcuenca, estos eventos y la erosión generada ha causado problemática para las comunidades respecto al daño de caminos e infraestructura de comunicaciones y pérdida de cultivos, principalmente. Es importante mencionar que el incremento de la explotación a cielo abierto de roca en la parte alta de la cuenca, en la ribera del río Apulco, aguas arriba del sitio del proyecto, contribuye a la erosión del suelo, y al arrastre de sólidos en el río con el aumento de sólidos suspendidos, para el escenario sin proyecto la tendencia de esta afectación y deterioro iría en aumento en la microcuenca.

En particular, en el sitio del proyecto, los efectos y daños de la erosión se han restablecido cíclicamente con la recuperación de la vegetación, porque con ello se refuerza la superficie de escurrimiento, favorece la infiltración y minimiza la erosión. En el escenario sin proyecto, la tendencia en el sitio puede preverse como mantenimiento o conservación natural: Resiliencia y homeostasia del sistema.

Hidrológicamente, la microcuenca Zacapoaxtla tiene una realidad como la mayoría de las cuencas en México, sobreexplotación en las partes altas, en donde la fisiografía permite el establecimiento y desarrollo de comunidades, y genera la demanda de agua. Sin embargo, esta condición no es debidamente planificada ni gestionada, de tal manera que pone en riesgo la disponibilidad de agua e incluso el mantenimiento del caudal aguas abajo de los ríos. Este riesgo es evidente para el proyecto GAYA, que se encuentra en la parte baja de la microcuenca del río Apulco. En el escenario sin proyecto, la tendencia es justamente el agotamiento del agua por la sobreexplotación en la parte alta de la cuenca y en caso extremo hasta la desaparición del cauce del río Apulco aguas abajo, lo cual de principio pondría en riesgo la operación de la Presa y la Central Hidroeléctrica La Soledad, que se encuentran aguas abajo, después del sitio del proyecto.

Respecto a la calidad del agua del río Apulco, que es buena para riego, puede desviarse a bajar su calidad con el aumento de actividades agropecuarias en la ribera, y el aumento de

¹ <http://www.lavozdezacapoaxtla.info/fotografico.htm>

² <http://www.elarsenal.net/2010/09/18/paso-la-etapa-critica-del-huracan-karl-pero-aun-habra-lluvias-segob/>

³ <http://www.educacioncontracorriente.org/secciones/politica/10676-en-zacapoaxtla-estiman-danos-de-viviendas-tras-el-huracan-ingrid-y-la-tormenta-manuel>

sólidos suspendidos por el arrastre erosivo que se genera con la explotación de roca en la parte alta de la cuenca.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El pronóstico del escenario con proyecto toma en cuenta los impactos ambientales identificados, su evaluación, y las medidas de mitigación propuestas; por lo tanto se propone mostrar el resultado de la implementación del proyecto considerando la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales, los mecanismos de autorregulación y la estabilización natural de los ecosistemas; es decir, se reconoce la importancia del proyecto con inversión en infraestructura, con la visión de un desarrollo sustentable que promueve el equilibrio ecológico y la protección ambiental, con el aprovechamiento racional de recursos naturales, y la promoción del desarrollo y bienestar de las comunidades actuales y futuras de la región.

En relación con la vegetación forestal del bosque Mesófilo de montaña, el desarrollo del proyecto eliminará vegetación forestal durante la etapa de preparación del sitio y construcción, pero una parte de esa afectación será temporal porque restaurará y reforestará la superficie que no sea de ocupación definitiva por las obras civiles, tal que la eliminación de vegetación forestal será minimizada a únicamente la superficie construida en el total de los predios. Asimismo, se han contemplado acciones preventivas para minimizar las áreas de afectación, tales como la selección de áreas de ocupación en la margen derecha del río Apulco con la menor cobertura vegetal, el diseño de un túnel para un tramo de la tubería de conducción de agua, la planificación de la ejecución de las obras con mano de obras y poca maquinaria pesada, la restauración y reforestación con especies nativas, de áreas de ocupación temporal en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como la compensación con la reforestación de áreas adicionales en la región, que se encuentren actualmente en condiciones de degradación. Con previsiones de diseño, elementos rescatados y áreas reforestadas, el escenario que se puede proyectar en el sitio es el de una integración de las instalaciones en el paisaje actual, con modificaciones que no representarán alteraciones de contraste visual, para la conservación del paisaje.

Ante el proceso natural del crecimiento de las comunidades, el proyecto promueve acciones para la mejora de la calidad de vida en equilibrio con el mantenimiento del ecosistema del bosque mesófilo de montaña, tales como la concientización de los habitantes de la región que permita hacer un uso racional del bosque con acciones de aprovechamiento sustentable, pago de servicios ambientales, acciones de restauración y enriquecimiento de especies de la

misma zona mediante la multiplicación de las mismas, con Programas de difusión y educación ambiental, talleres de actividades productivas rurales y aprovechamiento sustentable de recursos naturales.

Con estas acciones, la tendencia esperada es este aspecto del escenario con Proyecto, es un desarrollo sustentable basado en la colaboración participativa empresa-comunidades-autoridades, con objetivos claros y realistas para la protección y conservación de los recursos naturales, y la mejora en la calidad de vida de las comunidades.

Respecto a la protección de especies de flora y fauna, el proyecto implementará en una primera etapa Programas de Rescate de Flora y Fauna silvestre para evitar daños directos durante la preparación del sitio y construcción, esto podría incluir la instalación de un vivero con la comunidad para el almacenamiento temporal de especies rescatadas y para la producción de germoplasma para la reforestación. Asimismo, se implementará un programa de vigilancia ambiental que incluirá la organización para la vigilancia e instalación de señalamientos alusivos a evitar la caza furtiva de especies de fauna local y el saqueo de especies de flora y fauna de la zona, incluyendo la concientización y participación de la comunidad.

Respecto al manejo de suelos y control de la erosión, en el sitio del proyecto, las obras de construcción de la hidroeléctrica incluyen la protección por medio de muros de contención del suelo en las áreas que sean intervenidas, asimismo se sembrarán especies locales que permitan la conservación de suelos con pendientes fuertes y puedan ser susceptibles al arrastre o erosión. Con ello, se mantendrá la posibilidad de que el suelo vea disminuido su arrastre ante circunstancias naturales, procurando que las actividades de construcción de la hidroeléctrica, resulten con el menor impacto adverso posible.

A nivel regional, el proyecto implementará un programa de reforestación por compensación en una proporción 3 a 1 de la vegetación forestal afectada, lo cual se podría ampliar mediante la promoción de un Plan de gestión ambiental que contribuya al mejor manejo de la microcuenca, promoviendo la participación de las comunidades locales y las autoridades, siempre y cuando se contara con su apoyo.

En el aspecto hidrológico, si bien la inserción de la hidroeléctrica hará uso de un volumen de agua que disminuirá el caudal natural del río Apulco en un tramo de menos de 1 km de longitud del cauce, también es cierto que este volumen no alterará la microcuenca, porque en

dicho tramo se mantendrá un caudal ecológico para mantener el ecosistema acuático y se mantendrá un monitoreo biológico para verificar la efectividad de la medida de mitigación y la conservación ambiental del ecosistema; así también es de mencionarse que el total del caudal aprovechado por el Proyecto será devuelto a la misma cuenca, en la misma cantidad y con la misma calidad de agua, con lo cual se garantiza que no hay afectación ambiental regional en la microcuenca, ni en la disponibilidad del recurso que se demanda aguas abajo del proyecto.

Finalmente, es importante mencionar que el Plan de Manejo Ambiental que propone desarrollar el Proyecto, incluirá además de las medidas de manejo ambiental del Proyecto en todas sus etapas, propuestas para la colaboración participativa de las comunidades y las autoridades locales que contribuyan al manejo adecuado de la cuenca, tales como:

- Programas de educación ambiental y concientización
- Programas de uso y reúso de agua
- Programas de tratamiento de agua
- Programas para el desarrollo de infraestructura hidráulica y drenajes
- Programas de reforestación
- Programas de actividades productivas rurales
- Programas de control de cultivos y viveros.

En resumen, el desarrollo del Proyecto puede representar un escenario favorable por su integralidad de aspectos ambientales, medidas de mitigación y colaboración social. En un modelo teórico de gestión integral socio-ambiental, este pequeño proyecto puede iniciar una tendencia efectiva de desarrollo sustentable en la región.

VII.3 Comparación de escenarios

A manera de un breve resumen, la siguiente tabla presenta la comparación de las principales características de los dos escenarios analizados y pronosticados.

SIN PROYECTO	COSTO	CON PROYECTO	BENEFICIOS
Reducción de bosque mesófilo	Costos por pérdida de servicios ambientales	Implementación de Programas de Restauración y Reforestación	Recuperación de ecosistemas y servicios ambientales
Caza furtiva y saqueo de especies	Costos por pérdida de biodiversidad	Plan de Manejo ambiental con programas de vigilancia, concientización y apoyo a viveros	Proyectos de colaboración con autoridades, instituciones académicas y de investigación, y comunidades,
Riesgos de erosión por actividades de explotación de roca a cielo abierto en la parte alta de la microcuenca	Costos de restauración de infraestructura y ambiental	Obras de ingeniería segura con diseño para terrenos con riesgo de deslizamiento e inundables	Protección y conservación de suelos y de instalaciones.
Afectación a la calidad del agua del río por actividades humanas en la parte alta de la cuenca	Costos de tratamiento de agua, desarrollo de nuevas fuentes de abasto, daños a la salud.	Plan de Manejo Ambiental con programas para el manejo integral de la cuenca.	Proyectos de colaboración con autoridades, instituciones académicas y de investigación, y comunidades. Capacitación especializada
Contaminación de suelo y subsuelo	Pérdida de servicios ambientales, disminución de productividad, daños a la salud.	Plan de Manejo Ambiental con Acciones específicas de manejo ambiental en todas las etapas del proyecto.	Modelo auditable de gestión ambiental en una minicentral hidroeléctrica.

VII.4 Pronóstico ambiental.

La implementación del proyecto hidroeléctrico es recomendable en función del costo-beneficio que significa. La dimensión del proyecto es tal que pueda impactar en un bajo grado al ambiente donde se pretende establecer. A ello hay que agregar que se pretenden aplicar las medidas de mitigación necesarias para que dichas afectaciones sea reducida hasta un mínimo posible, manteniendo el ecosistema con poca intervención que brinde a la flora y fauna locales un espacio de permanencia, resguardo y protección. Asimismo, la implementación del proyecto no dejará de lado el desarrollo social y económico, dando impulso a los planes de modernización, crecimiento energético y sustentabilidad, pero sin olvidar la región donde se encuentra, apoyando a los pobladores y mejorando las alternativas de desarrollo locales.

VII. 5. Seguimiento y Vigilancia

Es importante reiterar que el seguimiento de la implementación de dichos programas en las diferentes etapas del proyecto y el adecuado análisis de los indicadores ambientales de calidad, impacto y/o conservación que se propongan, entre otros, permitirán manejo ambiental y toma de decisiones que garanticen y demuestren la sustentabilidad de estos proyecto en el mediano y largo plazo:

El seguimiento del manejo ambiental del proyecto y el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación, permitirán garantizar que los escenarios de protección, conservación y mejora ambiental que son pronosticados sean efectivamente logrados.

Al respecto, el Proyecto Hidroeléctrica Gaya se elaborará e implementará un Plan de Manejo Ambiental, cuyo contenido general abarcará los diferentes lineamientos y programas que se han mencionado en este Capítulo, incluyendo un Programa de Vigilancia ambiental a nivel proyecto y su potencial alcance en la microcuenca.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

CAPITULO I

Anexo I.1. Documentación Legal del Promovente

Anexo I.2. Documentación Legal de la Empresa Consultora encargada del proyecto

CAPITULO II

Anexo II.1 Estudio Hidrológico

Anexo II.2 Estudio Hidroenergético

Anexo II.3 Propuesta Caudal Ecológico

Anexo II.4 Resolutivo CONAGUA Caudal Ecológico

PLANOS

1. Planos de Áreas de Afectación del Proyecto (serie 205MIA):
 - 205-MIA-010-00 Área de afectación: Obra de Toma-Desarenador-Cámara de Carga
 - 205-MIA-011-00 Área de afectación: Conducción Forzada
 - 205-MIA-012-00 Área de afectación: Central
 - 205-MIA-013-00 Área de afectación: Subestación
 - 205-MIA-016-00 Área de afectación. Línea de Transmisión-Central a Subestación

2. Planos de detalles y cortes del proyecto (serie 205PIB)
 - 205-PIB-20.05-00 Implantación, Trazado, Planta, Perfil y Replanteo
 - 205-PIB-30.01-00 Obra de Toma, Situación Actual Planta
 - 205-PIB-30.02-00 Obra de Toma, Situación Final Planta
 - 205-PIB-30.70-00 Obra de Toma, Desvío de Río; Fase: I, II, III y IV
 - 205-PIB-30.71-00 Obra de Toma, Desvío de Río; Fase: V, VI, VII y VIII
 - 205-PIB-60.21-00 Conducción Forzada, Trazado, Planta y Replanteo
 - 205-PIB-60.22-00 Conducción Forzada, Trazado, Perfil
 - 205-PIB-70.01-00 Central, Situación Actual, Planta
 - 205-PIB-70.02-00 Central, Situación Final, Planta
 - 205-PIB-80.25-00 Canal de Salida, Escollera, Planta, Perfil y Sección

- 205-PIB-90.02-00 Subestación, Situación Final, Planta.

CAPITULO IV

Anexo IV.1. Coordenadas UTM del Sistema Ambiental (archivo electrónico)

Anexo IV.2. Reporte de análisis físico-químico de agua

Anexo IV.3. Estudio Limnológico

Anexo IV.4. Estudio Ictiológico

Anexo IV.5. Anexo Fotográfico

Anexo IV.6. Trabajos realizados con la comunidad

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

CAPITULO I

Anexo I.1. Documentación Legal del Promovente

Anexo I.2. Documentación Legal de la Empresa Consultora encargada del proyecto

CAPITULO II

Anexo II.1 Estudio Hidrológico

Anexo II.2 Estudio Hidroenergético

Anexo II.3 Propuesta Caudal Ecológico

Anexo II.4 Resolutivo CONAGUA Caudal Ecológico

PLANOS

1. Planos de Áreas de Afectación del Proyecto (serie 205MIA):
 - 205-MIA-010-00 Área de afectación: Obra de Toma-Desarenador-Cámara de Carga
 - 205-MIA-011-00 Área de afectación: Conducción Forzada
 - 205-MIA-012-00 Área de afectación: Central
 - 205-MIA-013-00 Área de afectación: Subestación
 - 205-MIA-016-00 Área de afectación. Línea de Transmisión-Central a Subestación

2. Planos de detalles y cortes del proyecto (serie 205PIB)
 - 205-PIB-20.05-00 Implantación, Trazado, Planta, Perfil y Replanteo
 - 205-PIB-30.01-00 Obra de Toma, Situación Actual Planta
 - 205-PIB-30.02-00 Obra de Toma, Situación Final Planta
 - 205-PIB-30.70-00 Obra de Toma, Desvío de Río; Fase: I, II, III y IV
 - 205-PIB-30.71-00 Obra de Toma, Desvío de Río; Fase: V, VI, VII y VIII
 - 205-PIB-60.21-00 Conducción Forzada, Trazado, Planta y Replanteo
 - 205-PIB-60.22-00 Conducción Forzada, Trazado, Perfil
 - 205-PIB-70.01-00 Central, Situación Actual, Planta
 - 205-PIB-70.02-00 Central, Situación Final, Planta
 - 205-PIB-80.25-00 Canal de Salida, Escollera, Planta, Perfil y Sección

- 205-PIB-90.02-00 Subestación, Situación Final, Planta.

CAPITULO IV

Anexo IV.1. Coordenadas UTM del Sistema Ambiental (archivo electrónico)

Anexo IV.2. Reporte de análisis físico-químico de agua

Anexo IV.3. Estudio Limnológico

Anexo IV.4. Estudio Ictiológico

Anexo IV.5. Anexo Fotográfico

Anexo IV.6. Trabajos realizados con la comunidad