Contenido

I.1. Datos generales del proyecto. 2

I.1.1..... Nombre del proyecto. 2

I.1.2..... Ubicación del proyecto. 3

I.1.3..... Duración del proyecto. 5

I.2. Datos generales del promovente. 5

I.2.1..... Nombre o razón social. 5

I.2.2..... Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 5

I.2.3..... Nombre y cargo del representante legal. 5

I.2.4..... Dirección del promovente o de su representante legal . 6

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental. 6

I.3.1..... Nombre o Razón Social. 6

I.3.2..... Registro federal de contribuyentes o CURP. 6

I.3.3..... Nombre del responsable técnico del estudio. 6

I.3.4..... Dirección del responsable técnico del estudio. 6

Índice de Figuras

Figura I.1 Localización del proyecto..... 2

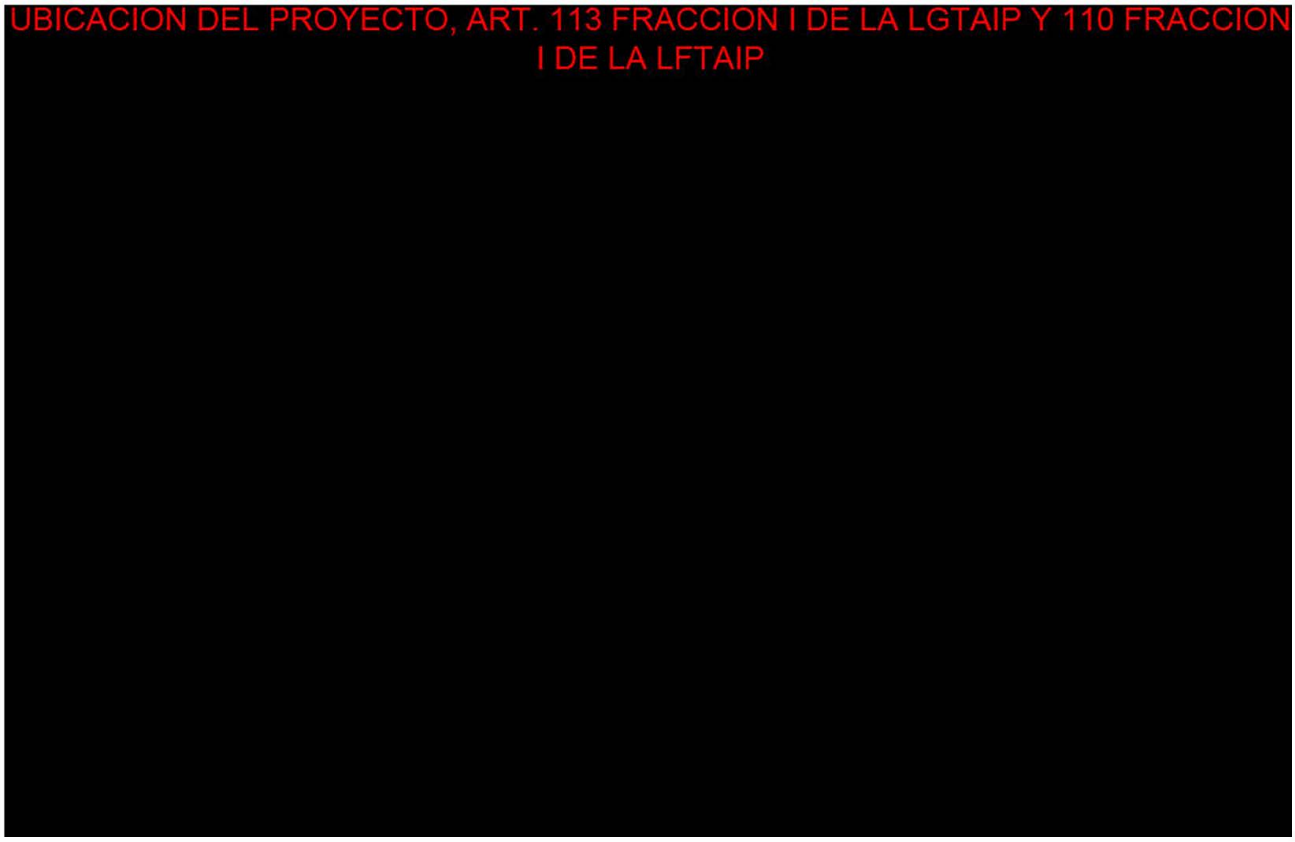
Figura I.2 Croquis de ubicación del proyecto..... 4

Índice de Tablas

Tabla I.1 Coordenadas UTM de ubicación del polígono del proyecto... 3

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.

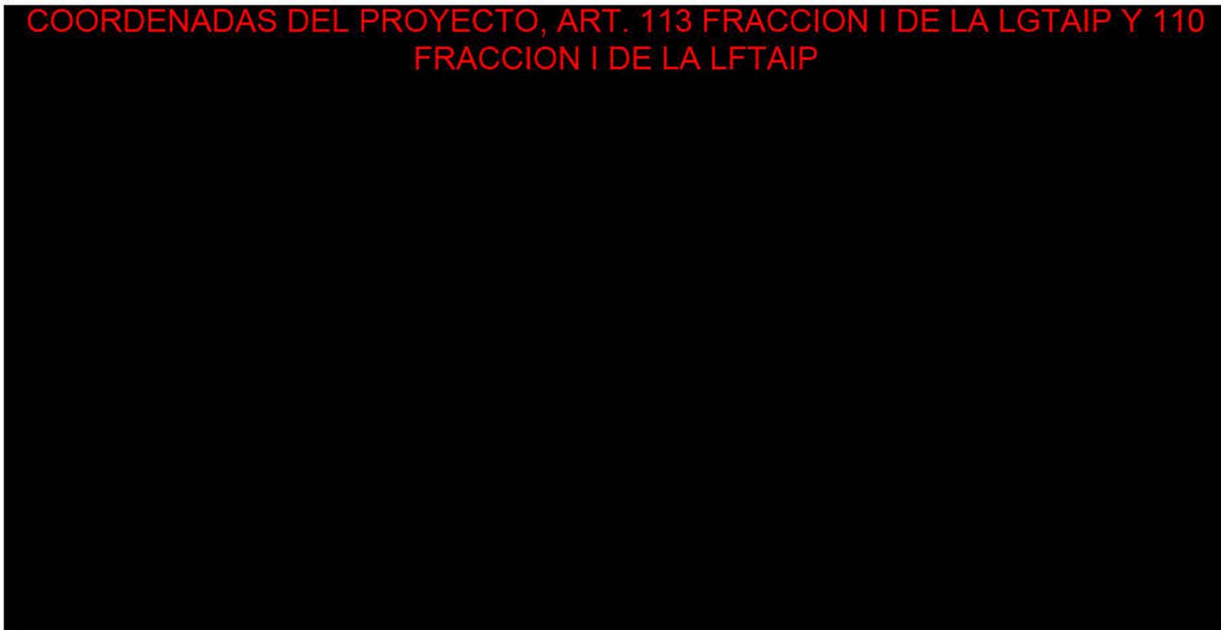
Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto de construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 se encuentra localizado en el Istmo de



área destinada para el proyecto es de 52.393 ha que se encuentran en un polígono inserto dentro de las siguientes coordenadas que se mencionan en la Tabla I.1:



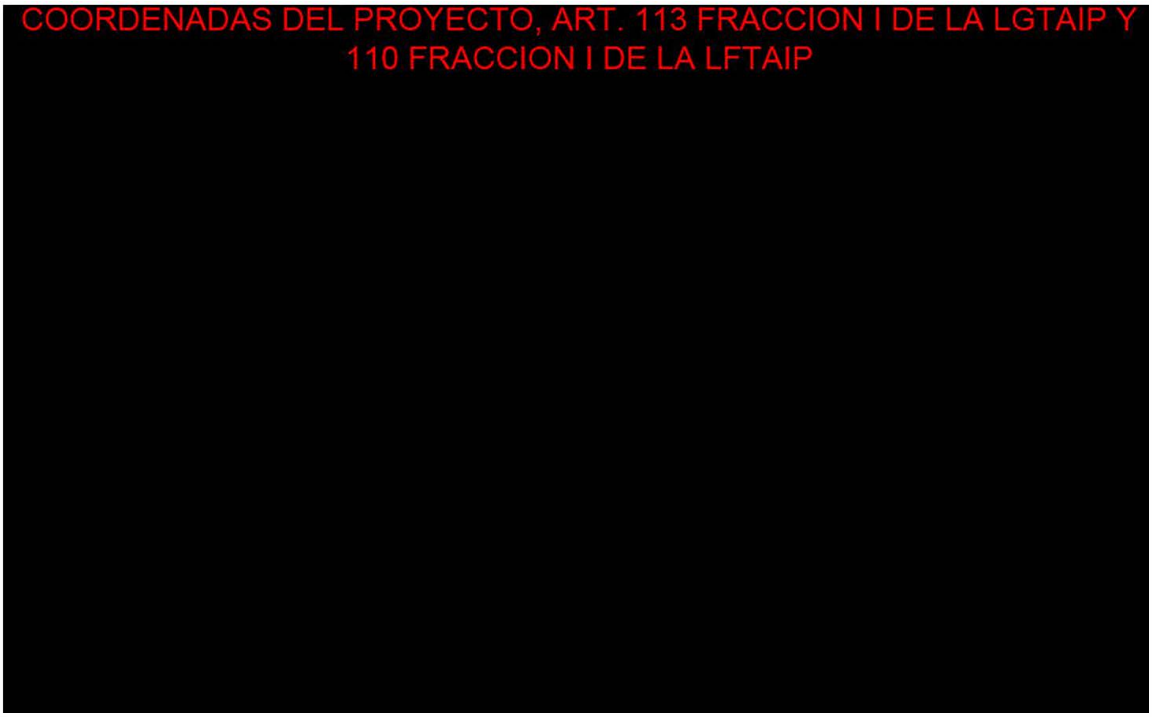


Figura I.2 Croquis de ubicación del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto.

El plazo solicitado para la realización del proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción será de 16 meses; para la etapa de operación y mantenimiento se estima una vida útil de 30 años, sin embargo, éste podrá incrementarse al realizar inspecciones y mantenimiento adecuado a las mismas, de acuerdo con los programas de mantenimiento que se establezcan.

Si por razones de estrategia productiva, económica, ambiental o alguna otra, se decide acortar o alargar el tiempo de vida útil del proyecto, se podrá tomar la decisión de sacar de operación las obras o alguno de sus componentes sin abandono del sitio; para lo cual, se realizará una planeación detallada y especifica de las actividades a realizar para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente; así mismo, se notificará por escrito dicha situación a la autoridad competente, previo a la aplicación de dichos cambios.

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

PEMEX Logística.

Subdirección de Tratamiento y Logística Primaria.

Gerencia de Operaciones de Tratamiento y Logística Primaria Sur.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

PLO151001KT9.

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

Ing. Yonny Rodríguez Hernández.
Superintendente General de Desarrollo Sustentable.

Correo electrónico: yonny.rodriguez@pemex.com.
Teléfono: 5519442500, Extensión: 891-56543.

RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal.

Avenida Marina Nacional 329, Torre Ejecutiva, Piso 24, Colonia Verónica Anzures, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, Código Postal 11300.

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.3.1 Nombre o Razón Social.

Instituto Mexicano del Petróleo.
Gerencia de Servicios de Ingenieria.
Dirección Regional Sur.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes o CURP.

RFC.: IMP650823397.

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.

M. en I. Jorge Álvarez Malpica.

RFC Y CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Cédula Licenciatura: 8654051.

Cédula Maestría: 8654051.

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.

DOMICILIO Y TELÉFONO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

En el Anexo A, se encontrará la documentación legal correspondiente del representante legal, del responsable técnico del estudio, la declaración y responsiva solicitada en la Guía.

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4

II.1 Información general del proyecto 4

II.1.1 Naturaleza del proyecto 5

II.1.2 Selección del sitio 7

Generalidades de la selección del sitio 7

Criterios técnicos generales para la selección del sitio 7

Los criterios ambientales coadyuvantes a la selección del sitio 9

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 11

Las coordenadas del proyecto: 12

Coordenadas de las instalaciones superficiales: 13

II.1.4 Inversión requerida 15

II.1.5 Dimensiones del proyecto 16

Dimensiones del proyecto 17

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 19

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 21

II.2 Características particulares del proyecto 24

II.2.1 Programa general de trabajo 24

II.2.2 Preparación del Sitio 26

Acondicionamiento de camino existente y Construcción tramo de calle internas nuevas 26

Traslado de equipo, personal, insumos y Plataforma para intervención o perforación de pozos (TUZ-403 y 406) 27

Limpieza de área existente (TUZ-403), limpieza de área para contratista (instalaciones temporales o provisionales). 29

Desmonte, despalme de áreas del proyecto para obras permanentes y provisionales (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos). 30

Excavación, compactación y nivelación de áreas (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos) 32

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 33

II.2.4 Etapa de Construcción de Instalaciones Superficiales y Creación (Lixiviación) de Cavidades para Almacenamiento de Crudo 37

Cimentación y Construcción de Casetas de Control, montaje de equipo de proceso (interconexión de tuberías) 37

Creación y acondicionamiento de las cavidades de crudo TUZ-403 y TUZ-406..... 47

Instalación de equipo para intervención de pozo existente TUZ-403 y prueba de integridad, hermeticidad y toma de información 47

Instalación de equipo y perforación de pozo TUZ-406, Revestimiento, Cementación, Pruebas de integridad y toma de información 52

Perforación del Pozo TUZ-406..... 52

Creación de cavidades (Lixiviación) TUZ-403 y TUZ 406 en forma simultánea. Pruebas de estanqueidad y Registro sonar..... 58

Descarga de salmuera al mar por lixiviación de cavidades TUZ-403 y TUZ 406 61

II.2.5 Etapa de Operación y Mantenimiento..... 65

Almacenamiento y extracción de crudo de las cavidades nuevas TUZ-403 y 406..... 65

Mantenimiento de instalaciones superficiales, pozos y cavidades 68

Descarga de salmuera al mar por operación/mantenimiento de cavidades (solo por mantenimiento en caso necesario)..... 68

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 69

II.2.7 Etapa de Abandono del sitio 69

II.2.8 Utilización de explosivos 70

II.2.9 Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 70

Residuos durante la Preparación del Sitio y Construcción (Instalaciones superficiales y creación de cavidades)..... 71

Residuos durante la Operación / Mantenimiento 74

Residuos durante la etapa de Abandono..... 75

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 78

FIGURAS

Figura II. 1 Cuenca salina del sureste de México donde se ubicará el proyecto 8
Figura II. 2 Ubicación física del proyecto (Área 400) 12
Figura II. 3 Croquis de ubicación de las instalaciones del Proyecto dentro del Polígo Área 400 13
Figura II. 4 Ubicación del Proyecto dentro del Área 400, Bocatoma exitente y CAE Tuzandepetl 17
Figura II. 5 Usos de suelo dentro del Área 400 (Perturbadas por actividades antrópicas) 20
Figura II. 6 Estado mecánico del pozo "TUZ-403" (Existente) 50
Figura II. 7 Cabezal de pozo TUZ-403 51
Figura II. 8 Lixiviación para la creación de cavernas en domos salinos 61
Figura II. 9 Flujo de Proceso durante la lixiviación 62
Figura II. 10 Estado mecánico y columna geológica del pozo TZ-406 55
Figura II. 11 Cabezal de pozo TUZ-406 56
Figura II. 12 Esquema de flujo, extracción de crudo de cavidades 68
Figura II. 13 Diagrama de bloques de emisiones, residuos y descargas por etapa del proyecto 77

TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas del ProyectoÁrea 400 12
Tabla II. 2 Coordenadas de ubicación de los Pozos y Cavidades de Crudo 14
Tabla II. 3 Coordenadas de ubicación de las Instalaciones superficiales 14
Tabla II. 4 Coordenadas de ubicación infraestructura de apoyo de Bocatoma existente 14
Tabla II. 5 Coordenadas de ubicación infraestructura de apoyo del CAE Tuzandepetl existente 14
Tabla II. 6 Inversión estimada del proyecto 15
Tabla II. 7 Dimenciones del Proyecto y áreas a afectar 18
Tabla II. 8 Diagrama de Gantt por etapas del Proyecto (incluye fase 1 y 2) 25
Tabla II. 9 Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto. 35
Tabla II. 10 Residuos y emisiones generados en la Preparación del Sitio y Construcción 71
Tabla II. 11 Residuos y emisiones en la etapa de Operación/Mantenimiento 74
Tabla II. 12 Residuos y emisiones en la etapa de Abandono 75
Tabla II. 13 Residuos, emisiones y descargas generados por el proyecto 78

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

El proyecto para almacenamiento en domos salinos en el Área 400 ubicado en el municipio de Tuzandepetl surge debido a las necesidades actuales y futuras de contar con importantes volúmenes de almacenamiento de Petrolíferos.

En esta etapa del proyecto motivo de esta Manifestación de Impacto Ambiental denominada **"Manifiesto de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para el proyecto de Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz"**, solo incluye la adquisición de equipo nuevo y el desarrollo de infraestructura necesaria para el almacenamiento de Crudo en dos cavidades y la operación de estos sistemas de almacenamiento (almacenamiento y extracción de crudo en cavidades).

Este proyecto que incluye la creación de las cavidades para el almacenamiento de Crudo Maya e Istmo y pretende llevarse a cabo como se indica a continuación:

En primera instancia se efectuarán estudios técnicos para verificar la integridad del pozo existente TUZ-403 previo a la creación de la cavidad, a su vez se perforará el pozo TUZ-406 y a través de los cuales se llevará a cabo la creación de las cavernas o cavidades respectivas TUZ-403 y TUZ-406 por lixiviación del estrato salino. Ambas cavidades se utilizarán para el almacenamiento de Crudo.

Para la creación de dichas cavidades, se efectuará el lixiviado inyectando agua dulce a presión controlada a través de dichos pozos, este proceso de inyección de agua dulce para la disolución salina se llevará a cabo hasta alcanzar la geometría y volúmenes de diseño de cada cavidad en el estrato salino.

Para el almacenamiento de crudo, cada cavidad tendrá un volumen de 1.5 MMB (238,480 m^3) dando un total de 3.0 MMB (476,960 m^3) con las dos cavidades.

El desarrollo de todas obras y actividades del proyecto en todas sus etapas, se dará estricto cumplimiento a la normatividad ambiental vigente aplicables como: leyes, reglamentos, normas, disposiciones administrativas de carácter general y el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA); así los lineamientos

aplicables de otros ordenamientos jurídicos aplicables en el ámbito federal, estatal o municipal, los cuales se describen en el Capítulo III del presente estudio.

Los detalles del presente proyecto, su naturaleza, las características técnicas de ubicación, atributos principales, atributos que interactuarán con los elementos ambientales para su integración y/o su aprovechamiento para su desarrollo de forma óptima y sustentable se describe a continuación.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

Para dar cumplimiento a los preceptos del Artículo 28 fracción II "Industria del Petróleo" de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; así como del Artículo 5° inciso D "Actividades del Sector Hidrocarburos" de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Petróleos Mexicanos a través de la Gerencia de Operaciones de Tratamiento y Logística Primaria Sur (GOTLP Sur), presenta el proyecto denominado **"Manifiesto de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para el proyecto de Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz"**, someterá a evaluación de los posibles impactos ambientales que podrían causar el conjunto de obras y actividades con la finalidad de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente y así cumplir con las disposiciones legales aplicables.

Este conjunto de obras y actividades que pretenden llevarse a cabo en el Área 400 como parte de los sistemas de almacenamiento estratégicos de Petróleos Mexicanos, su diseño tiene como propósito principal:

- Asegurar el suministro de crudo al Sistema Nacional de Refinación (SNR) a través del almacenamiento estratégico en domos salinos.
- Minimizar el impacto de cierres de producción por la presencia de condiciones climatológicas adversas a la navegación que impiden la continuidad de la logística en la exportación por Terminales Marítimas.
- Apoyar a los sistemas de almacenamiento durante el mantenimiento de instalaciones superficiales y de los procesos de producción entre otros.

Esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular se fundamenta en que las obras y actividades a llevarse a cabo y su interacción con los componentes ambientales por los posibles impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, se prevé que no causarán la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, por lo que cae en el supuesto del segundo párrafo de la Fracción IV del artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que a la letra dice *«En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular».*

Dichas Obras y Actividades se describen más adelante conforme al Plano de Localización General anexo.

La naturaleza y ubicación de este proyecto de almacenamiento en el Área 400, se debe principalmente por la zona que posee una gran importancia petrolera, tanto por su cercanía con los centros productores de petrolíferos y por su cercanía con las Terminales Marítimas las cuales operan como centros de embarque, así como con la refinería de Dos Bocas que actualmente se encuentra en la etapa de construcción.

Al llevarse a cabo dicho proyecto, también cubrirá la flexibilidad y optimización de la relación producción - exportación - importación de los productos mejorando así la logística de transporte y distribución de dichos productos para cubrir la demanda nacional.

En general, este proyecto motivo del presente estudio para el almacenamiento de Crudo se resume a continuación:

Creación y acondicionamiento de las Cavidades para Almacenamiento de Crudo TUZ-403 y TUZ-406, a través de un pozo existente TUZ-403 y la perforación de otro TUZ-406 respectivamente.

El volumen total aproximado de almacenamiento con las dos cavidades será de 3.0 MMB (476,960 m^3) siendo de 1.5 MMB (238,480 m^3) de cada una de las cavidades.

Los detalles del proyecto se describen en los numerales subsecuentes:

II.1.2 Selección del sitio.

Generalidades de la selección del sitio.

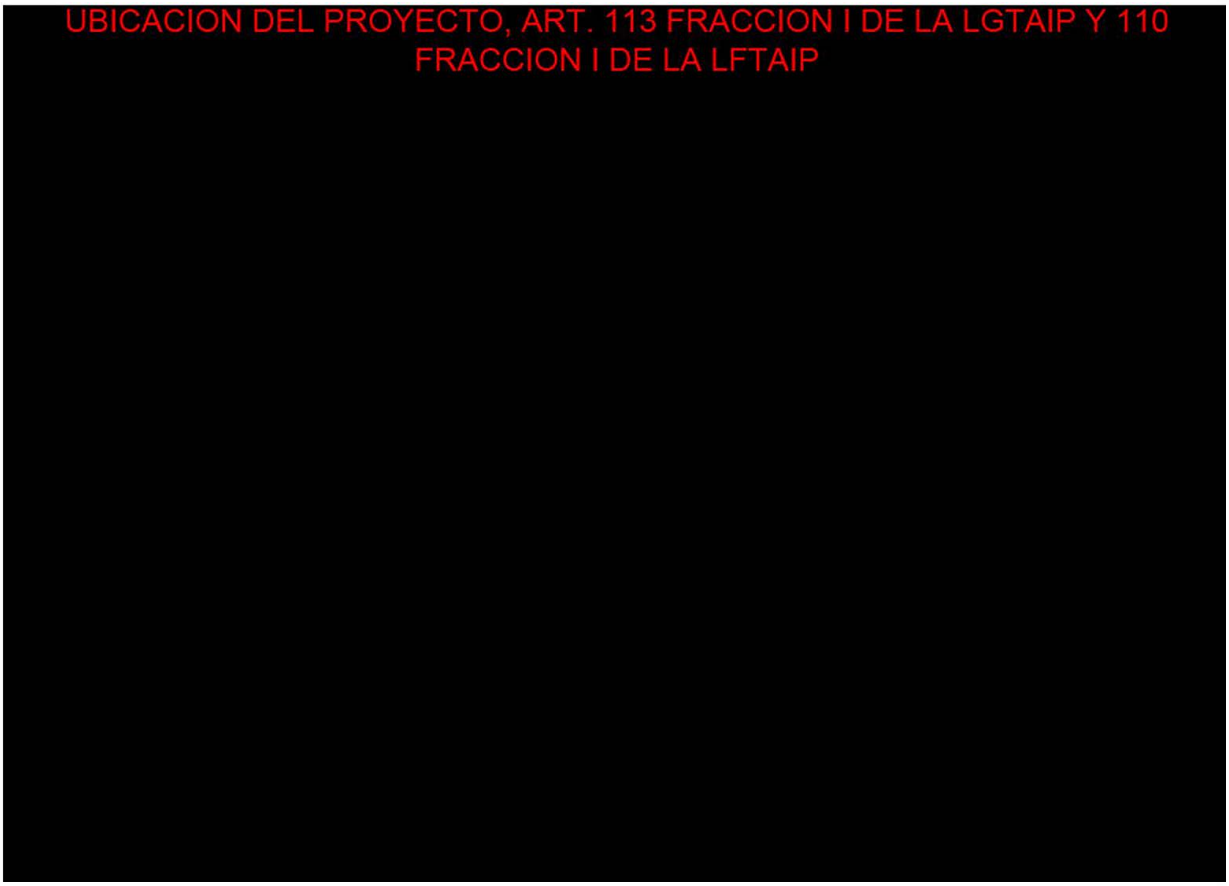
Desde hace más de seis décadas los países como Francia, Gran Bretaña, Holanda y Alemania, entre otros, han desarrollado técnicas para construir cavidades para almacenar productos petrolíferos. Estados Unidos desde los años 50´s inició con la construcción de confinamientos subterráneos en domos salinos para el almacenamiento de hidrocarburos, a la fecha existen más de 700 confinamientos en el mundo.

En México se conoce la existencia de depósitos salinos en diferentes partes del país como en el estado de Chihuahua, Nuevo León, Chiapas, Tabasco y el sureste del estado de Veracruz (*Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, enero 1983*). A principios de los años 80´s Petróleos Mexicanos con la finalidad de incrementar los volúmenes de almacenamiento de crudo, toma la decisión para dar inicio con la construcción del Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandepetl.

Criterios técnicos generales para la selección del sitio.

Uno de los principales criterios en la selección de este sitio se debe a la existencia de las formaciones o domos salinos en el área y en gran parte del sureste del estado de Veracruz, específicamente en el municipio de Tuzandepetl.

Otro de los criterios más relevantes se debe a la ubicación estratégica y cercanía a los centros de embarque de Pajaritos tanto para la exportación o importación de petrolíferos, así como por su cercanía a las zonas de explotación de hidrocarburos y más aun actualmente por la ubicación de la refinería de Dos Bocas que actualmente se encuentra en construcción. También cabe mencionar que actualmente el área 400 es propiedad de Petróleos Mexicanos, por lo que Pemex tomó la decisión de llevar a cabo el presente proyecto de almacenamiento de petrolíferos en cavidades salinas a construirse en esta zona del país.



Cabe mencionar que el almacenamiento en cavidades salinas resultan menos costosas y más seguras durante el tiempo de vida en comparación con los sistemas de almacenamientos superficiales debido a su flexibilidad operativa, ya que estas cavidades presentan muy buena resistencia durante su operación con hidrocarburos líquidos y a los gases derivados de estos, lo cual se debe a las propiedades viscoelásticas de los estratos salinos soportando un gran rango de presiones y ciclos de inyección durante la operación de estos sistemas de almacenamiento.

Así como también, otro de los criterios técnicos es que durante la fase exploratoria de estos domos salinos se aprovechan las mismas técnicas que se aplican en la exploración petrolera, lo cual reduce en gran medida los posibles impactos ambientales al utilizar equipos bien conocidos para el control de derrames y el manejo de residuos.

La construcción de los pozos (perforación) previos a la formación de las cavidades en los estratos salinos, también se lleva a cabo con tecnología muy conocida y de dominio similar a los pozos exploratorios o pozos de producción de hidrocarburos. Es decir; dichos pozos también cuentan desde

un contrapozo, un tubo conductor, tubería de revestimiento con sus correspondientes etapas de cementación, así como también en dichas actividades ya son bien conocidos los residuos, los posibles impactos a generar y las medidas de mitigación aplicables conforme a la normatividad ambiental.

A diferencia de la formación o construcción de la geometría y volumetría de diseño de las cavidades en la formación salina, es que estas se llevan a cabo por lixiviación inyectando agua dulce a presión y la extracción del agua saturada de sal a través de la tubería diseñada para tal fin hasta alcanzar el objetivo final.

Los criterios ambientales coadyuvantes a la selección del sitio.

Además de ser la forma más económica de almacenar petróleo durante largos períodos de tiempo, el uso de cavernas salinas, también es una de las más seguras para el medio ambiente teniendo una de las características de auto corregirse ante fisuras o agrietamientos durante su operación de almacenamiento de hidrocarburos.

Además de las formaciones geológicas como principal criterio de selección del sitio, otros criterios que podrían disminuir en gran medida los posibles impactos ambientales son, el aprovechamiento de infraestructura existente como son:

Aprovechamiento de pozo existente.

Dentro de los criterios ambientales principalmente se tiene que en el proyecto utilizará el pozo existente TUZ-403 para la construcción o creación de la cavidad para el almacenamiento de Crudo de esta manera se aprovechará ésta área o localización de dicho pozo.

Con el aprovechamiento de infraestructura y áreas existentes se podrán evitar impactos ambientales significativos tanto a la vegetación y fauna local en el área. Así como también, se evitarán impactos al ambiente por la no generación de recortes de perforación de este pozo existente.

Bocatoma para Agua de servicios e infraestructura existente.

Para fines de la evaluación del impacto ambiental, cabe aclarar que el agua requerida para construir las cavidades de almacenamiento de crudo, aprovechará la bocatoma existente FE-101, con capacidad de ≈6.81 MB. (1080 m^3) y que se encuentra ubicada en la margen derecha del río Coatzacoalcos a 300 metros corriente abajo del Puente Ing. Antonio Dovalí Jaime, el suministro de agua dulce al proyecto

del Área 400 a través de esta bocatoma se prevé que no producirá impactos significativos adversos que pudieran causar desequilibrios. El aprovechamiento de esta infraestructura existente, el área de la bocatoma de agua ubicada en el río Coatzacoalcos, sus instalaciones existentes, evitarán o se mitigarán posibles afectaciones a la flora y fauna.

Con la finalidad de proteger la tubería de agua existente y el aparejo de tuberías de los pozos, en la descarga de la bomba de la bocatoma, corriente abajo del registrador de flujo, se aplicará un tratamiento primario inyectando un biocida y secuestrante de oxígeno, el cual evitará la proliferación de materia orgánica, evitar la corrosión que podría causar el oxígeno disuelto en todo el sistema de transporte y equipos desde la bocatoma en el río Coatzacoalcos hasta el CAE Tuzandepetl; así como en el aparejo de tuberías de los pozos durante la lixiviación y operación de las cavidades del Área 400, para lo cual la contratista deberá contar con la hoja de datos de seguridad de dichos químicos.

La ubicación de esta bocatoma existente se muestra en la Figura II. 4 donde se muestra la ubicación de la bocatoma existente.

Las coordenadas y el mapa de ubicación se describen en los apartados II.I.3 y II.I.5.

Separación de la corriente de salmuera de lixiviación–diesel de sello.

Durante el lixiviado de las cavidades, también se aprovechará infraestructura existente en el Centro de Almacenamiento Estratégico (CAE) Tuzandepetl. Durante el lixiviado de cavidades la salmuera será enviada hacia la fosa existente en el CAE Tuzandepetl para acondicionamiento de salmuera (presa "C"), la cual tendrá la función de separar los materiales insolubles provenientes del domo salino, para efectuar una previa separación del aceite de sello que pudiera haberse arrastrado, así como también mantener una reserva de salmuera para vaciado de cavidades.

La corriente de diesel recuperado será enviada hacia la fosa de separación de aceite-agua tipo API, donde el aceite recuperado de dicha fosa, se enviará hacia un tanque de diesel recuperado para su uso nuevamente en cavidades.

Aprovechamiento del Salinoducto existente para descarga de salmuera.

Finalmente durante la fase de lixiviación (construcción o formación de cavidades) y durante la operación/mantenimiento de las dos cavidades, otra obra asociada que será aprovechada, será el uso

del salinoducto de 28" de Φ (existente) el cual descargará los excedentes de agua salina hasta el Golfo de México a través de un difusor marino que tiene instalado a tres kilómetros de la línea de costa, lo cual permitirá una dispersión inmediata del agua saturada y así mitigar los impactos a la fauna marina en su entorno, dando así cumplimiento con las normas oficiales mexicanas NOM-143-SEMRNAT-2003 y NOM-145-SEMARNAT-2003, referente al manejo y descarga aguas en el mar con altos contenidos de sólidos disueltos totales y salmuera producto de la lixiviación de domos salinos.

Cabe aclarar que este difusor marino se encuentra incluido en la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular denominado "Construcción de un Salinoducto de 20" Ø x 21 km de Domos Salinos Tuzandepetl – Rabón Grande".

Para protección interna del salinoducto, se inyectará inhibidor de corrosión y para su limpieza se cuenta con sistema de recepción y envío de diablos; así como para la detección de posibles daños por corrosión en las tuberías.

Caminos de acceso.

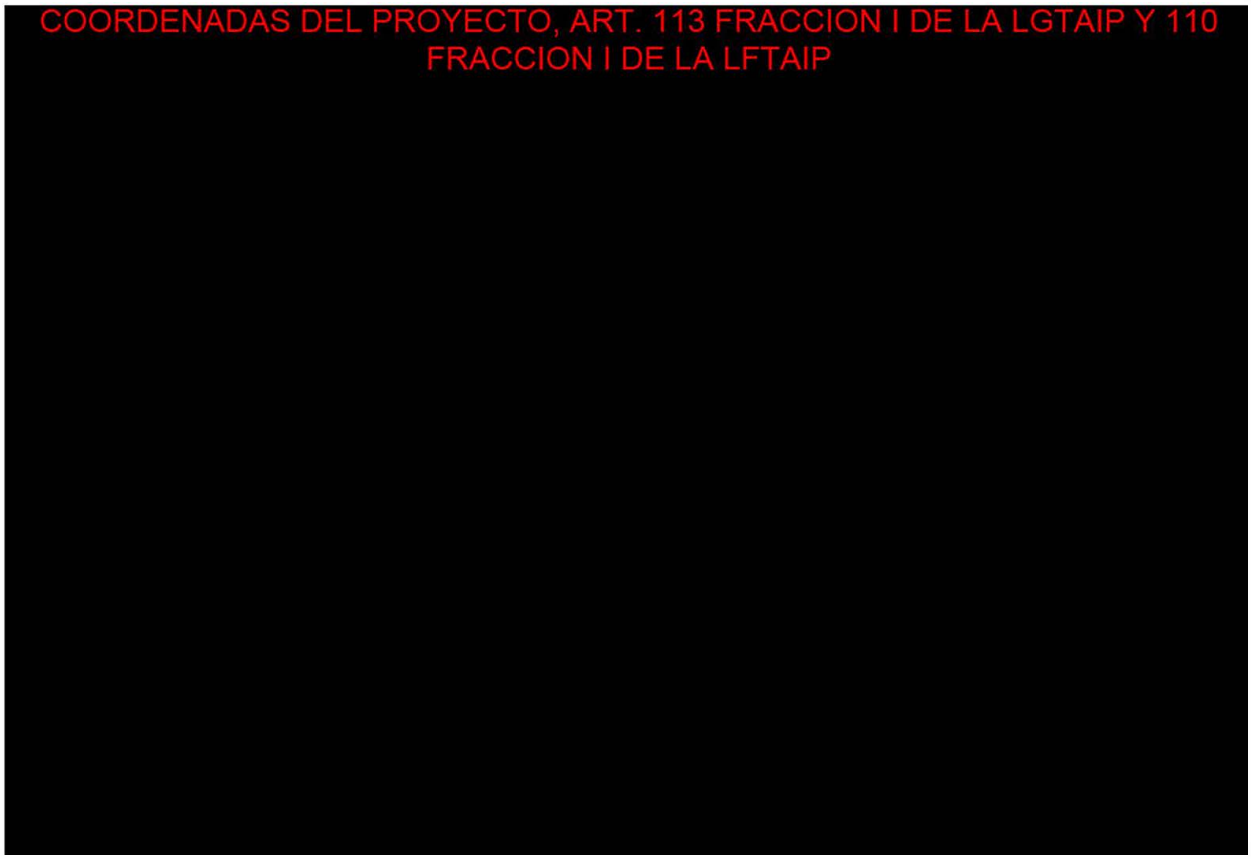
Durante el desarrollo de este proyecto, también se aprovechará un tramo del camino existente interno al área 400 con lo cual se disminuirán los impactos a la vegetación en aproximadamente 13,200 m^2, así como a la fauna presente. Estos camino existente será rehabilitado y acondicionado para su aprovechamiento y uso en el proyecto.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El proyecto, se ubicará a 4 km al oeste de la cabecera municipal de Ixhuatlán de Sureste en colindancia por el lado suroeste con el CAE Tuzandepetl, a 6 km hacia el suroeste del municipio de Nanchital, a 12 km hacia el sureste del municipio de Coatzacoalcos y 10 km al noreste de la Ciudad de Minatitlán, en el estado de Veracruz (ver figura II.2).

El área del proyecto denominado como Área 400 ocupará una superficie total de 523,037.53 m^2 (52.3 hectáreas) conforme a Escritura Pública No. 41,718 de Petróleos Mexicanos y el área estimada conforme a las coordenadas de dicha escritura pública con el sistema de referencia cartográfico UTM

(Universal Transversa de Mercator) zona 15, Elipsoide y Dátum WGS 84 (World Geodetic System 1984) la superficie resulta de 565,585 m^2 (56.55 ha).

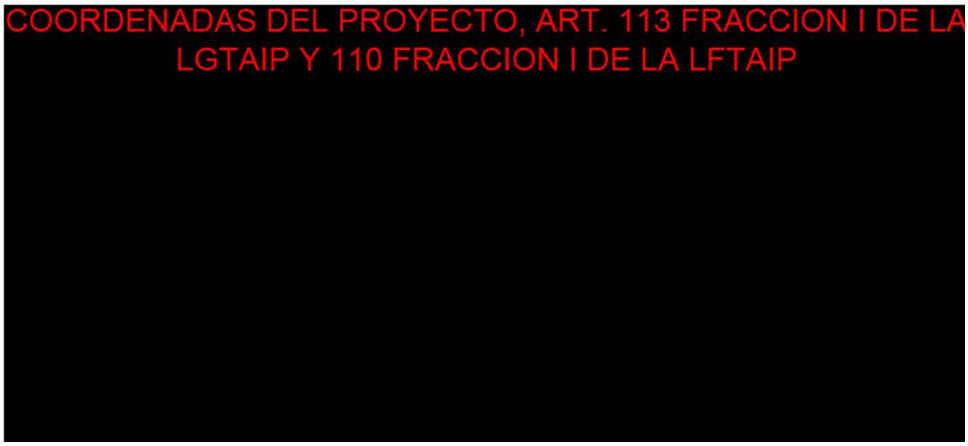


Las coordenadas de ubicación del Área del proyecto e instalaciones son las siguientes:

Para la ubicación física de las instalaciones, en primera instancia se especifican las coordenadas (UTM) de la poligonal del Área del Proyecto, posteriormente las coordenadas de los pozos existentes desde donde se inyectará el agua dulce para llevar a cabo la lixiviación de cada una de las cavidades a construir y finalmente las coordenadas de las áreas donde se ubicarán las instalaciones superficiales que se incluirán en el proyecto.

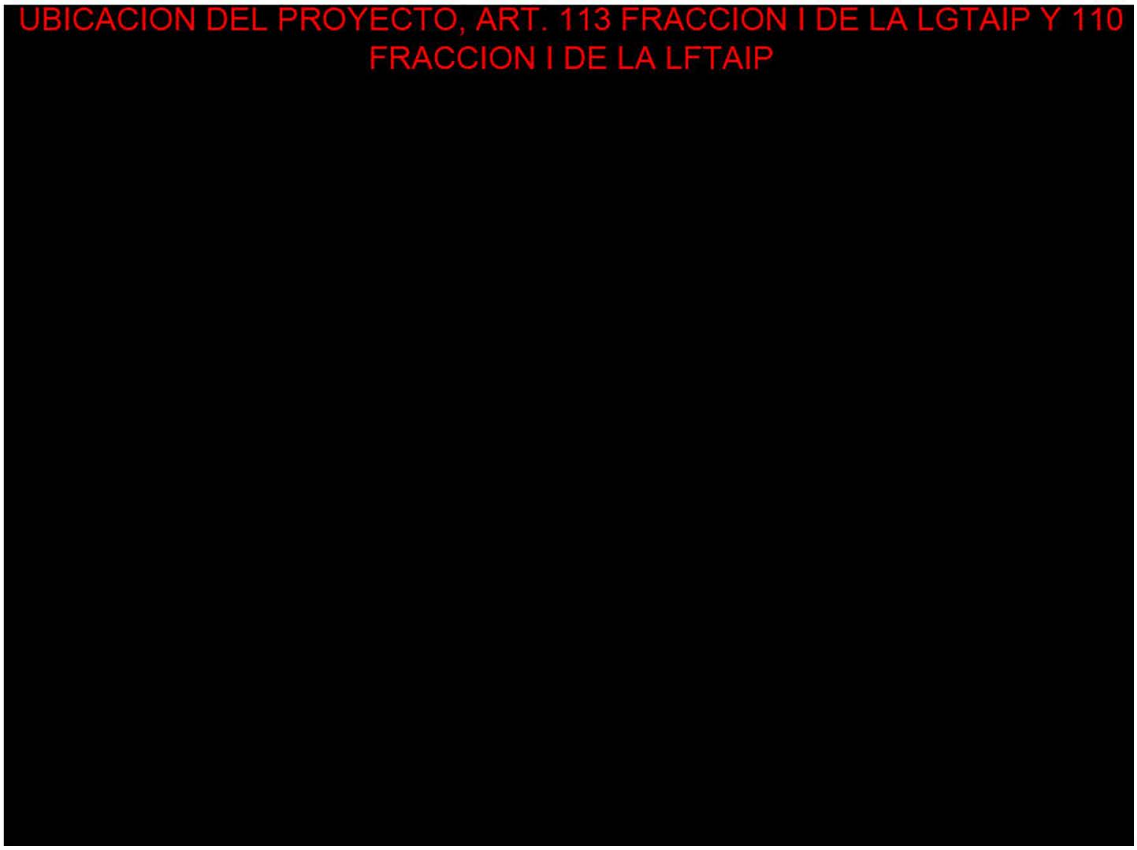
Las coordenadas del proyecto:





Coordenadas de las instalaciones superficiales:

La distribución de las instalaciones que incluyen el proyecto motivo de esta manifestación de impacto ambiental se muestra en la siguiente figura.



En el apartado II.1.5 se describen obras o instalaciones que se incluirán en el Área 400; así como las obras asociadas.

Los detalles del Área del proyecto e instalaciones se localiza en el Anexo: Plano de Localización General (PLG).

A continuación, se proporcionan las coordenadas puntuales de los pozos donde estarán ubicadas las cavidades de almacenamiento de Crudo. Cabe aclarar que para las instalaciones superficiales a ubicarse dentro de la poligonal, solo se proporciona el punto central como referencia de la ubicación de cada coordenada respectiva:

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

La infraestructura de apoyo existente externa al Área 400 que será utilizada es la siguiente y sus coordenadas son:

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

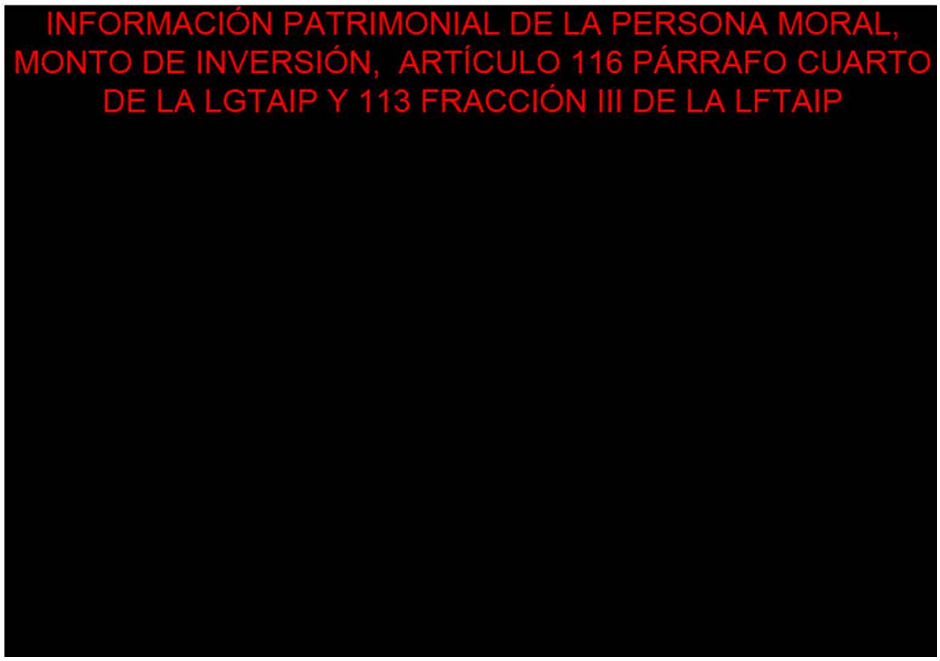
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



El PLG del Área del proyecto e instalaciones se localiza en el Anexo: Plano de Localización General.



Estas estimaciones de costos fueron realizadas en base a diferentes supuestos y premisas, los cuales podrán ser actualizados o modificados previos a la compra y adquisición de los materiales, contrato de servicios para la realización de dichas actividades, dado que hasta este momento no se han realizado los procesos de contratación de los bienes y servicios, a continuación se muestran los presupuestos estimados.

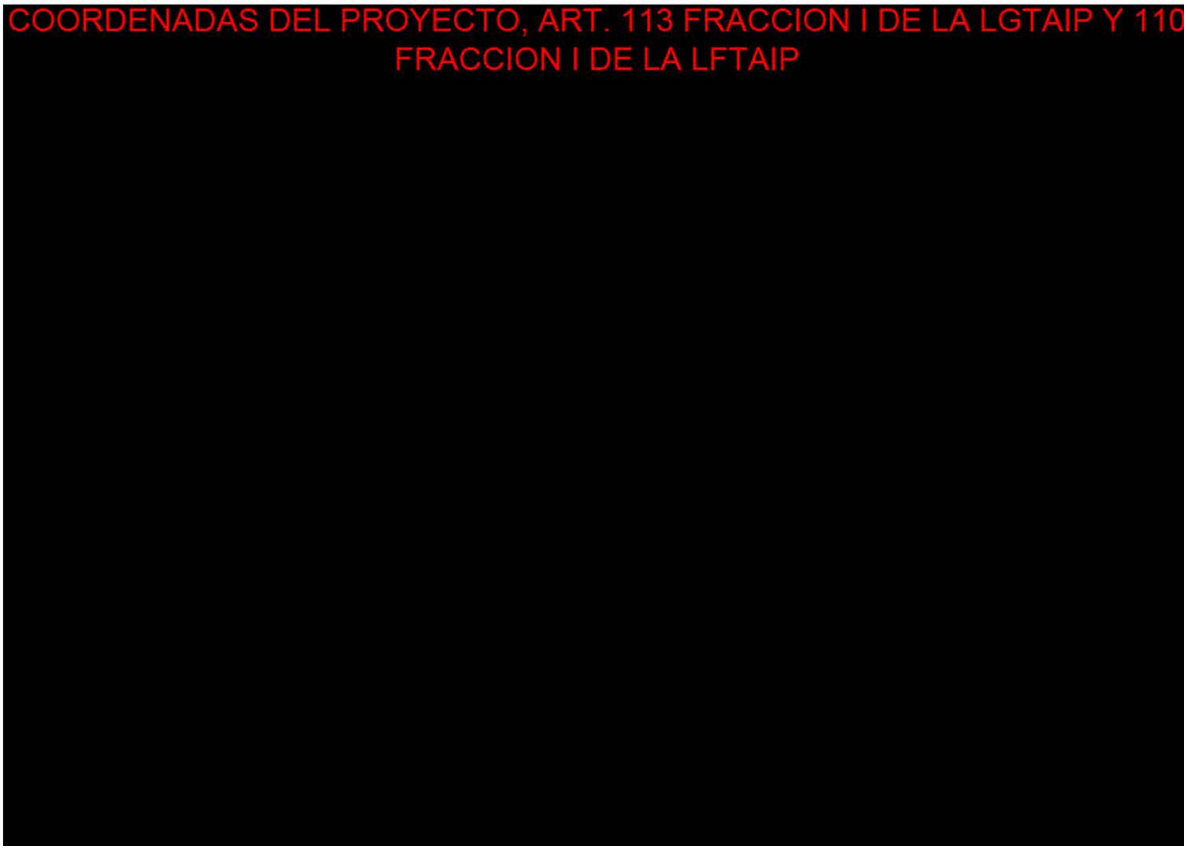


Estos costos estimados ya incluyen las medidas de prevención y mitigación requeridas para eliminar, prevenir y controlar las fugas y derrames de materiales, fluidos o recortes de perforación que puedan contaminar al suelo o manto freático como el uso de:

Camisa colectora para evitar derrames del fluido de perforación, charolas para recuperar fluidos de perforación, limpiador neumático para evitar derrames del fluido de perforación al sacar la tubería, válvula check para evitar el flujo de fluido de perforación, bomba de achique para la recuperación de aguas residuales del contrapozo para ser enviada al cárcamo de separación, válvula de control para retención de fluidos en la línea de succión de las bombas de lodos de perforación, cajas o charolas colectoras en las bombas de lodos para recuperación de posibles derrames de fluidos de perforación durante el cambio o mantenimiento, centrífuga para envío de fluido recuperado de charolas o cajas colectoras para ser enviadas e integradas al sistema de preparación de fluidos de perforación, uso de geomembranas textiles que eviten infiltraciones al subsuelo, contenedores metálicos para confinamiento temporal de recortes de perforación, uso de contenedores especiales para el almacenamiento de aceites gastados o quemados proveniente de maquinaria de combustión interna, uso de sanitarios portátiles con servicios de limpieza y disposición de residuos por empresa autorizada uso de filtros para evitar la dispersión de polvos al medio ambiente durante la descarga de materiales para el acondicionamiento de los fluidos de perforación, uso de contenedores para el almacenamiento temporal de chatarra para su manejo y disposición posterior conforme a la normatividad ambiental vigente, uso de señalización restrictiva y alusivas a la seguridad, entre otros.

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

En la siguiente figura se muestra de forma general tanto el Área 400 en donde se ubica el pozo existente TUZ-403, el pozo a perforar TUZ-406 y donde se ubicarán las instalaciones para la creación (lixiviación) de las cavidades. También se muestra la ubicación de la Bocatoma existente por el lado oeste, el acueducto existente y las instalaciones del CAE Tuzandepetl al noreste donde se encuentran ubicadas las presas “A”, “B”, “C” y Fosa de agua dulce FE-105 a utilizarse como infraestructura de apoyo durante la construcción (lixiviación) de las dos cavidades para almacenamiento de Crudo en el Área 400. También se proporciona la ubicación de los equipos de bombeo existentes (casa de bombas de salmuera y casa de bombas de crudo) para la operación durante el almacenamiento de crudo en esta fase del proyecto.



A continuación, se especifica la superficie total (m^2) requerida para el proyecto, la superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidades vegetales existentes en el predio; así como también se indica para cada caso su relación en porcentaje respecto a la superficie total del proyecto.

En la siguiente tabla se especifican dichas superficies, así como también se describen por Obras principales, asociadas e inclusive las áreas de las obras provisionales para llevar a cabo el proyecto incluyendo el aprovechamiento de la infraestructura existente y caminos de acceso a rehabilitar.

Dimensiones del proyecto.

Para el estimado de las dimensiones del proyecto, incluyen las obras principales y asociadas nuevas y existentes, caminos de acceso existentes y calles nuevas dentro del Área 400 las cuales serán permanentes durante el tiempo de vida del proyecto; así como las obras y actividades a rehabilitar (camino existente) e infraestructura de apoyo existente en la Bocatoma y del CAE Tuzandepetl, e inclusive un estimado de áreas para instalaciones provisionales:

Tabla II. 7 Dimenciones del Proyecto y áreas a afectar.

Área total del polígono 400 (52.3 hectáreas)			**523,037.53 (m^2)**
Obra/Instalación	**Área estimadas de ocupación (m^2)**	**Tipo de vegetación a afectar**	**% de afectación respecto al total**
OBRAS PRINCIPALES			
Pozo TUZ-403 (existente)	2500	Herbácea-arbustiva-pastizal (Pera existente)	0.478
Cavidad TUZ-403 Almacenamiento de Crudo (lixiviación)	---	Ninguna, es subterránea	---
Pozo TUZ-406 (Perforación)	2500	Arbórea-Herbácea-arbustiva-pastizal	0.478
Cavidad TUZ-406 Almacenamiento de Crudo (lixiviación)	---	Ninguna, es subterránea	---
OBRAS PRINCIPALES (SUBTOTAL)	**5000**		**0.956**
OBRAS ASOCIADAS			
Salida de Emergencias	1200	Arbórea-herbácea-arbustiva	0.229
Cobertizo de Agua Contraincendio	1000	Arbórea-herbácea-arbustiva	0.191
Caminos de acceso (rehabilitación y/o acondicionamiento) existente	3,700	Libre de vegetación (no hay afectación)	0.707
Calle interna (tramo nuevo)	2,300	Arbórea-Herbácea-arbustiva-pastizal	0.440
Acceso para maniobras hacia Cobertizo Contraincendio	1,200	Arbórea-herbácea-arbustiva-pastizal	0.229
OBRAS ASOCIADAS (SUBTOTAL)	**9400**	---	**1.797**
OBRAS PROVISIONALES			
Caseta de Control, Equipo de seguridad (TZ-403) y Patín de medición (TZ-403)	60	Herbácea-arbustiva-pastizal (en pera existente)	0.011
Equipo para lixiviación de Pozo TUZ-403 (Paquete de aire de instrumentos, paquete de diesel y sanitarios portátiles)	280	Herbácea-arbustiva-pastizal (en pera existente)	0.054
Equipo de perforación de pozo TUZ-406	---	Sin afectación (pera de pozos ya incluido)	---
Caseta de Control, Equipo de seguridad (TZ-406) y Patín de medición (TZ-406)	60	Herbácea-arbustiva-pastizal	0.011
Equipo para lixiviación de Pozos TUZ-406 (Paquete de aire de instrumentos, paquete de diesel y sanitarios portátiles)	280	Herbácea-arbustiva-pastizal	0.054

Área total del polígono 400 (52.3 hectáreas)			523,037.53 (m^2)
Obra/Instalación	**Área estimadas de ocupación (m^2)**	**Tipo de vegetación a afectar**	**% de afectación respecto al total**
Área estimada (estacionamiento, oficina (s), comedor, Talleres, Almacén de herramientas y equipo, sanitarios portátiles, etc.) durante rehabilitación de camino existente y acceso a TUZ-406	5000	Área recomendada con vegetación herbácea-arbustiva o pastizal	0.956
OBRAS PROVISIONALES	**5,680**	---	**1.086**
ÁREA TOTAL (m^2)	**20,080**	---	**3.839**

Las obras provisionales serán aquellas que solo se instalaran sobre las áreas definidas para el proyecto y se usarán de forma temporal para llevar a cabo las obras principales o permanentes del proyecto.

El área que utilizará la contratista, será definida por Pemex dentro del mismo polígono del proyecto privilegiando aquellas áreas sin vegetación arbórea debido a las actividades antropogénicas que se realizaban previas al proyecto.

Esta información técnica se ajustará durante el desarrollo de la ingeniería de detalle para dar cumplimiento con los aspectos técnicos previendo la no alteración de los efectos ambientales manifestados, en todo caso se dará aviso previo a la autoridad competente.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Usos del suelo.

El uso de suelo en el área del proyecto y sus alrededores, de acuerdo al mapa de uso de suelo y vegetación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2013, predomina el uso Agrícola- Pecuario con vegetación arbórea por el lado suroeste del predio, lo cual puede constatarse en la siguiente imagen donde se observan las diferentes áreas perturbadas por las actividades antropogénicas como: la agricultura de temporal y pastizal cultivado principalmente. Estos usos de suelo fueron corroborados con trabajos de campo, en donde se observó vegetación herbácea – arbustiva estacional en dichas áreas perturbadas por actividades externas al proyecto. En el Capítulo IV del presente estudio se presentan los pormenores del uso de suelo y vegetación.

En la siguiente imagen se pueden observar el uso de suelo de las diferentes áreas donde se ubicarán las instalaciones superficiales y sus alrededores.



Figu

Sin embargo, en el área y en sus colindancias de acuerdo al mapa de clasificación de suelos del INEGI, como unidades de suelo de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO por el lado oeste del Área 400 y el CAE Tuzandepetl, se caracterizan por poseer suelos de tipo Gleysol vértico y como suelo secundario Vertisol pélico y por el lado oriente donde se observan las topoformas de lomeríos con pendientes suaves la mezcla de suelos son de tipo Acrisol órtico y Cambisol gléyico, lo cual obedecen a las características fisiográficas entre las limítrofes de llanura costera inundable.

Tanto en la llanura costera inundable como en los lomeríos con pendientes suaves, los suelos son de clase textural fina, por lo que dichos terrenos colindantes son usados para la agricultura de subsistencia y para pastizal cultivado para la ganadería.

La solicitud de cambio de uso de suelo será para uso industrial cumpliendo con los requerimientos del Estudio Técnico Justificativo para el Área 400.

Usos y actividades principales de los cuerpos de agua.

El cuerpo de agua más cercano al área del proyecto es el río Coatzacoalcos, el cual se encuentra a 1800 m por el lado suroeste del Área 400, donde está ubicada la bocatoma actual y a 2 km aproximadamente por el lado norte, ver Figura II. 4.

El aprovechamiento de los cuerpos de agua superficiales en la región, principalmente es para el abastecimiento a los centros de población aledaños y para uso industrial. También se practica la pesca de algunas especies comerciales o para autoconsumo de algunas localidades aledañas.

Áreas Naturales Protegidas.

De conformidad con los artículos 130 y 131 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, el polígono del Área 400 donde se ubicarán las instalaciones, se encuentra en la fase de desincorporación ante la CONANP como Área Natural Protegida que presenta un nivel de certificación intermedia con No. CONANP-251/2011 asignado como Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación denominado como **"Parque Ecológico Tuzandepetl"**, debido a esta clasificación, se requerirá de la autorización de cambio de uso de suelo a través del Estudio Técnico Justificativo para las áreas que serán afectadas dentro del Área 400, debido a su estatus de protección, así como por las especies de vegetación que podrían encontrarse en dicha área.

Los detalles de estas descripciones se encuentran en el Capítulo IV.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Los servicios básicos requeridos tales como: vías de acceso, agua potable, energía eléctrica, drenaje, líneas telefónicas, etc. se describen a continuación:

- **Vías de acceso externos.** - Actualmente se cuenta con vías de acceso las cuales se indican como sigue: desde la cabecera municipal de Nanchital, por vía terrestre se llega por la carretera Ixhuatlán - Paso Nuevo hasta antes de llegar al km 5. También se puede llegar por la autopista Nuevo Teapa – Cosoleacaque, a la altura del puente Antonio Dovalí Jaime hacia la desviación a la Cd. de Nanchital y a 2.2 km se encuentra el acceso al Área 400 y a 5 km el CAE Tuzandepetl.

Otro de los accesos, es a través del rio Coatzacoalcos el cual es navegable en toda la época del año hasta el embarcadero de Paso Nuevo.

Es importante mencionar que por vía aérea, el CAE Tuzandeptl cuenta en su interior con un Helipuerto para casos de emergencia o para necesidades específicas de la instalación, el cual podrá ser utilizado por estas nuevas instalaciones.

- **Servicios sanitarios (fase de preparación del sitio y construcción).** - Durante la fase de preparación del sitio y construcción, estos serán suministrados por la contratista a través de sanitarios portátiles, los cuales incluirán los servicios de limpieza y recolección de residuos que se generen.

- **Servicios sanitarios (durante la de operación).** - Serán proporcionado a través de la red de drenajes existentes en el CAE Tuzandepetl.

- **Agua para servicios y usos sanitarios.** - Este será suministrado por Petróleos Mexicanos de la red del CAE Tuzandepetl. El agua potable necesaria será suministrada en garrafones de acuerdo a las necesidades del personal.

- **Agua para la lixiviación de cavidades.** - El agua para lixiviación de cavidades será suministrado a través de la bocatoma existente que se ubica en el río Coatzacoalcos (Ver Figura II. 4).

  El agua se captará en el cárcamo de la bocatoma existente FE-101, con volumen de agua de ~6.81 MB. (1083 m^3). El suministro de agua desde el cárcamo será a través de las motobombas verticales de captación de agua cruda, GA-400 AB/R.

  Las capacidades de diseño consideradas para el sistema de suministro de agua es de:

  Flujo Máximo y Normal de 90.6 MBPD (14,400 m^3/día), considerando la lixiviación simultánea a dos cavidades. Resultando un flujo aproximado de 300 m^3/hora de agua para una cavidad y de 600 m^3/hora de agua por ambas cavidades.

  Flujo Mínimo de 45.3 MBPD (7200 m^3/día), considerando la lixiviación de una sola cavidad.

  Pudiéndose extraer hasta 5,526,000 m^3/año si el factor de servicio considerado es de operación continua durante 365 días.

Durante la fase de operación de las cavidades de almacenamiento de Crudo, el suministro de agua al proyecto solo será para agua de servicios y agua de reposición a las presas existentes del CAE Tuzandepetl.

- **Energía eléctrica.** - Será suministrada a través de la acometida eléctrica ubicada en el Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandepetl y será distribuida en las áreas requeridas para la operación de las instalaciones e instrumentación de los equipos a ubicarse en el Área 400, así como para el sistema de bombeo de agua de suministro e instrumentación en la Bocatoma existente. Debido a los aumentos de cargas eléctricas para el desarrollo del proceso de lixiviación y para proporcionar una mejor flexibilidad operativa al incrementar la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos en domos salinos, para tal efecto y con la finalidad de aprovechar la infraestructura eléctrica existente se realizarán modificaciones y adecuaciones necesarias al sistema eléctrico conforme a los requisitos técnicos establecidos por la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012.

- **Sistema de comunicación.** - El proyecto contará con un sistema de comunicación vía radio (trunking) que permita a los responsables de su operación garantizar las operaciones de suministro de agua desde la bocatoma existente y la caseta de operadores del cuarto de control de los Pozos TUZ-403 y 406 en las instalaciones del Área 400, cuarto de telecomunicaciones, medios de transporte y rama operativa de PEMEX.

  A su vez contará con un sistema de radio punto-multipunto y punto-punto para integrar las señales de cada una de las Unidades Terminales Remotas con el CAE Tuzandepelt.

Otros servicios requeridos por el personal en la fase de preparación del sitio y construcción de las instalaciones tales como:

Transporte terrestre, hospedaje, agua, energía, sanitarios, medios de comunicación, etc. Estos serán proporcionados desde la Ciudades o poblados que conforman la zona conurbada como Coatzacoalcos, Nanchital e Ixhuatlán del Sureste e inclusive la Ciudad de Minatitlán, las cuales por su cercanía al proyecto serán influenciadas en los aspectos socioeconómicos. Así como para el transporte aéreo, éste será proporcionado desde el Aeropuerto "Canticas" ubicado a aproximadamente 25 kilómetros del proyecto sobre la carretera antigua Minatitlán-Coatzacoalcos.

II.2 Características particulares del proyecto.

En este numeral, desde el II.1.5, II.2.1 al II.2.10 se describen las obras principales, asociadas y/o provisionales en cada una de las etapas de que consta el presente proyecto. Se destacan las características principales de diseño de las obras y actividades; así como también se incluye dentro de los apartados los puntos de generación de contaminantes y residuos, de las acciones o medidas preventivas a tomar durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación/Mantenimiento y Abandono del proyecto.

II.2.1 Programa general de trabajo.

Las etapas programadas (Preparación del Sitio, Construcción y Operación/Mantenimiento) pueden sufrir variaciones en sus periodos de cumplimiento dentro del plazo de vida útil del proyecto, lo cual dependerá de las circunstancias puntuales que se presenten en el momento de su ejecución, sin embargo, esto no implicará ningún cambio en los impactos analizados y evaluados, ni en las posibles afectaciones estimadas sobre los componentes ambientales del sistema ambiental; tampoco implicará la falta de cumplimiento de ninguna de las medidas de mitigación propuestas ni de la normatividad ambiental aplicable.

En el diagrama de Gantt se presenta el programa calendarizado de trabajo del proyecto, desglosado por etapas, éste establece los tiempos estimados para llevar a cabo la ejecución, en términos de hasta 16 meses para su construcción y de 30 años de vida útil del proyecto.

Dentro de ese mismo diagrama además de las actividades del proyecto, también se prevé el tiempo que podría tomar la obtención de otras autorizaciones como licencias, permisos, entre otros, que puedan llegar a postergar el inicio de las actividades del proyecto.

Es importante mencionar que la fecha de inicio de las actividades del proyecto está supeditada a las autorizaciones necesarias de acuerdo a la normatividad aplicable.

La Tabla II.8 presenta un resumen de la información más relevante de las actividades del proyecto desde la Preparación del sitio, Construcción, Operación/Mantenimiento hasta el Abandono.

Este programa de trabajo calendarizado del proyecto por etapas es como se indica a continuación:

Tabla II. 8 Diagrama de Gantt por etapas del Proyecto para almacenamiento de crudo

Etapa	Actividades	CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES																	
		MESES (APARTIR DE LA AUTORIZACIÓN DE LA MIA)																OPERACIÓN DE CAVIDADES (TIEMPO DE VIDA ÚTIL 30 AÑOS)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Preparación del sitio	Acondicionamiento de caminos existentes y Construcción de calles internas nuevas	■	■																
	Traslado de equipo, personal, insumos y Plataforma para intervención o perforación de pozos (TUZ-403 y 406)		■																
	Limpieza de área existente (Pera TUZ-403), limpieza de área para contratista (instalaciones temp. o provisionales)		■	■															
	Desmonte, despalme de áreas del proyecto para obras permanentes y provisionales (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos)		■	■															
	Excavación, compactación y nivelación de áreas (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos)			■	■														
Construcción (instalaciones superficiales y Cavidades)	Cimentación y Construcción de Casetas de Control, montaje de equipo de proceso (bombas e interconexión de tuberías)			■	■	■													
	Instalación de equipo para intervención de pozo existente TUZ-403 y prueba de integridad, hermeticidad y toma de información					■	■												
	Instalación de equipo y perforación de pozo TUZ-406. Revestimiento, Cementación, Pruebas de integridad y toma de información					■	■	■	■										
	Creación de cavidades (Lixiviación) TUZ-403 y TUZ 406 en forma simultánea. Pruebas de estanqueidad y Registro sonar									■	■	■	■	■	■	■	■		
	Descarga de salmuera al mar por lixiviación de cavidades TUZ-403 y TUZ 406									■	■	■	■	■	■	■	■		
Operación / mantenimiento	Almacenamiento y extracción de Crudo de cavidades TUZ-403 y TUZ-406																	■ (todo el periodo)	
	Descarga de salmuera al mar por operación/mantenimiento de cavidades (solo por mantenimiento en caso necesario)																	■ (intermitente)	
Abandono	Limpieza de cavidades, tuberías, equipo y recipientes de proceso previo al desmantelamiento																	Las actividades de esta etapa serán ejecutadas al finalizar el tiempo de vida útil del Proyecto o sí por razones de estrategia productiva, económica, ambiental o de alguna otra índole se toma la decisión de acortar o alargar el tiempo de vida útil se realizará cumpliendo con la autorización de las entidades correspondientes. Estas actividades serán realizadas en estricto cumplimiento con las medidas de Seguridad, Salud y Protección Ambiental que rigen en el territorio mexicano; así como con las normas internas de Petróleos Mexicanos.	■
	Desmantelamiento y retiro de equipos, estructuras para el abandono																		■
	Manejo y disposición de equipo e infraestructura conforme a la normatividad vigente																		■
	En caso de evidencia de contaminación, restauración de áreas afectadas																		■

En el diagrama antes mencionado se hace énfasis a las etapas críticas de Preparación del sitio, Construcción (instalaciones superficiales y Cavidades), operación / mantenimiento hasta el Abandono del proyecto que pudieran propiciar alteraciones significativas al ambiente, tanto por su magnitud como por su permanencia.

En este mismo Diagrama de Gantt se incluyen las actividades del proyecto que permiten asociar los efectos del diseño y construcción con los tiempos que ocuparán las etapas que podrían resultar más lesivas al ambiente.

Las obras y actividades de Preparación del Sitio, Construcción (instalaciones superficiales y Cavidades), Operación/Mantenimiento hasta el Abandono del proyecto se describen a continuación:

II.2.2 Preparación del Sitio.

Las afectaciones a la vegetación durante esta etapa del proyecto, se encuentran descritas en el apartado II.1.5 referente a dimensiones del proyecto. Las principales actividades que podrían dar lugar a impactos en el área del proyecto y sus alrededores, se describen a continuación:

Acondicionamiento de camino existente y Construcción tramo de calle internas nuevas.

Dentro de las actividades principales para el acondicionamiento o rehabilitación de caminos son los siguientes:

- Trazo y nivelación del terreno
- Limpieza o desmonte y despalme del terreno natural, así como cortes laterales, o abajo de la subrasante para alojar la estructura multicapa del asfalto o pavimento
- Estabilización para consolidar el terreno donde se rehabilitará el camino interno existente y un tramo de calle o acceso hacia el Pozo TUZ-406.
- Compactación de la subrasante (capa más inferior de la estructura), con riego de agua requerida según conforme al diseño
- Capa de subrasante formada normalmente con materiales seleccionados de bancos de materiales de la región

- Capa de sub-base y base hidráulica constituida con materiales seleccionados de bancos aledaños previamente autorizados
- Carpetas asfálticas en caliente o en frío de plantas de asfalto por contratista
- Drenaje laterales para los escurrimientos de forma eficiente de aguas pluviales

En general, la remoción de vegetación y despalme solo se realizará para el trazo y construcción del tramo de calle nueva hacia el Pozo TUZ-406, donde se recuperará el material de despalme en condiciones de reutilización. El material residual se transportará y dispondrá en el sitio indicado por Pemex o donde autoridad local lo autorice; así como en todos los casos no se permitirá la quema de la vegetación producto de la remoción, su disposición y manejo será de acuerdo a la normatividad interna de Pemex y con estricto apego a la normatividad ambiental vigente.

El corte de terreno natural se llevará a cabo en áreas donde se requieran: en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes. Esta actividad se realizará una vez que hayan finalizado las actividades de la remoción de la vegetación, despalme y limpieza, el corte se realizará hasta a la profundidad de acuerdo a lo indicado en los planos de construcción y una vez que este se compacte buscándose de tal manera que se tenga el nivel del proyecto.

La estimación del volumen de tierra a retirar que no cumpla con los requerimientos o características para relleno o nivelación, se estima en el apartado del despalme de áreas, el cual está incluido en párrafos subsecuentes, donde se considera un espesor aproximado de 20 cm de sustrato (0.2 m) a retirar no considerando el factor de expansibilidad del suelo.

Una vez acondicionados los caminos o vías de acceso dentro del área del proyecto, se continuará con las siguientes actividades; así como con las actividades subsecuentes como el traslado de equipo, desmonte, despalme, etc.

Traslado de equipo, personal, insumos y Plataforma para intervención o perforación de pozos (TUZ-403 y 406).

El traslado de equipo necesario, el personal, insumos, herramientas manuales y mecánicas; así como el traslado de equipo y plataforma para la intervención de los pozos existentes con lo cual se dará inicio

con las primeras actividades en el área del proyecto, por lo general se efectúa en los primeros días una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental.

El equipo y herramienta requeridos para las actividades de preparación del sitio, construcción de las instalaciones superficiales, rehabilitación de caminos existentes y construcción de tramo de calle interna a base de carpeta de concreto asfáltico, son las siguientes: Motoconformadoras, Entendedoras o esparcidoras, Compactadores de rodillos provisto de petos limpiadores, Unidad de mezclado, Estabilizadoras, Tractores montados sobre orugas o neumáticos, Camiones y pipas de agua, Aspersores, Barredoras Mecánicas, entre otras que serán requeridas conforme a las necesidades que se presenten.

Estos equipos y herramientas se describen más a detalle en el apartado de Obras y actividades provisionales.

Equipo típico para intervención y perforación de pozos.

Para la intervención del pozo existente TUZ-403, estudios geotécnicos y de integridad mecánica; así como el equipo necesario para la perforación del pozo TUZ-406, previo a la lixiviación o construcción de las cavidades, en general el equipo requerido es el siguiente:

Típicamente para estas actividades se utiliza equipo para perforación rotatoria al igual que para pozos exploratorios o de producción, la cual se compone del siguiente equipo: Plataforma de perforación, Torre de perforación, mesa giratoria y motor, Equipo mezclador de lodo, bombas de inyección de lodos, malacate con cable metálico, tubería de perforación, lastrabarrenas y barrenas de perforación de diámetros requeridas en el diseño del pozo, vástago cuadrante (Kelly), sistema de inyección de lodos, sistema de válvulas de seguridad antireventones, generadores de energía, sistema de control de derrames y contenedores metálicos para almacenamiento de recortes de perforación.

Una vez montado todo el sistema de perforación, ya sea para intervención del pozo o para la perforación de uno nuevo, la mesa rotatoria hace girar el vástago o cuadrante, el cual en la parte superior está provisto de un sistema para la inyección de lodos de perforación conectada al sistema de válvulas de seguridad, la tubería de perforación colocada gira a una velocidad de entre 40 y 250 rpm y ésta a la vez hace girar la barrena seleccionada previamente en el diseño de la perforación de acuerdo a las características geológicas a atravesar en la localización de interés.

Los insumos principales para estas actividades son: Agua, Bentonita para los fluidos de perforación base agua, diesel para base aceite, químicos para neutralizar pH, tubería de revestimiento, cemento con características indicadas en el diseño de la perforación principalmente. Los detalles de la perforación y del estado mecánico de los pozos existentes; así como la construcción de la Cavidades TUZ-403, TUZ-406 para almacenamiento de crudo, se describen en los numerales correspondientes a la Construcción.

En el traslado de todo el equipo necesario para el desarrollo del proyecto los posibles contaminantes que podrían resultar más significativos serían las emisiones vehiculares durante el transporte al área 400, la vegetación y posible erosión del suelo.

Limpieza de área existente (TUZ-403), limpieza de área para contratista (instalaciones temporales o provisionales).

Cabe aclarar que los equipos como Equipo de lixiviación de pozos que consiste en: Paquete de aire de instrumentos, paquete de diesel, bombas de diesel para lixiviación e inclusive sanitarios portátiles, serán colocados a un costado de las localizaciones de los Pozos TUZ-403 y TUZ-406 dentro de las mismas áreas de las peras de los pozos como se muestra en el Plano de Localización General que se anexa en el presente estudio. Otras instalaciones como oficinas para residente de obras, estas estarán ubicadas en localidades cercanas como la ciudad de Nanchital. De esta manera podrán mitigarse efectos ambientales al disminuir la eliminación de vegetación dentro del área 400.

Solo en caso necesario se utilizarán áreas adicionales para instalaciones temporales o provisionales, las cuales serán preparadas por la contratista y consistirá en la eliminación de la vegetación herbácea – arbustiva o de pastizal cultivado en áreas perturbadas por actividades anteriores al proyecto dentro del área 400. Estas actividades por lo general se llevan a cabo con equipo o medios manuales cuando la vegetación es de baja densidad y baja altura.

Los residuos que resultan de la limpieza serán dispuestos en espacios de común acuerdo con Pemex y la contratista en donde permita la continuidad de las subsecuentes actividades del proyecto cuando se trate dentro del área del proyecto y cuando su disposición sea externamente, la disposición final se realizará a donde la autoridad local lo permita, toda vez que se trate de residuos no peligrosos y en ningún momento se realizará la quema de estos residuos.

Desmonte, despalme de áreas del proyecto para obras permanentes y provisionales (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos).

Previo a las actividades de desmonte, excavación y nivelación de áreas, se realizaran el levantamiento topográfico de las áreas de interés, para los cuales se llevarán a cabo las actividades de ubicación de puntos o coordenadas del trazo de la poligonal del terreno (levantamiento topográfico), construcción de mojoneras para ubicar límites y niveles de terrenos, definición de niveles de terracería y posible movimiento de tierras (cortes y terraplenes en base al desnivel topográfico).

Desmonte.

Previo al inicio de los trabajos de remoción de vegetación, se señalarán y protegerán las áreas donde se tengan instalaciones tales como: pozos existentes, ductos en los derechos de vía que atraviesan el Área 400, entre otras; del mismo modo se protegerán mojoneras, bancos de nivel y piezómetros. Durante estos trabajos se delimitará el área trazando líneas o puntos de referencia a lo largo de 1 m fuera de la línea de los ceros de los terraplenes.

Las actividades básicas de remoción de vegetación consistirán en el derribo del estrato arbóreo, empleando motosierras, y en caso de que esto pueda representar un riesgo para las instalaciones aledañas, se buscarán otras alternativas.

El estrato arbustivo se eliminará mediante el empleo de maquinaria pesada, esta remoción de la cubierta vegetal se hará de manera gradual para permitir que la fauna silvestre que pudiera encontrarse tenga la posibilidad de migrar.

En general la vegetación que se removerá es principalmente vegetación de tipo herbácea-arbustiva y pastizal cultivado para la ganadería local; así como áreas que fueron utilizados para la agricultura de subsistencia. El proyecto requiere también la remoción de estrato arbóreo, para el cual será necesaria su eliminación previa a la autorización de la Autoridad competente, los detalles de la vegetación en el área del proyecto, se presentan en el Capítulo IV; así como en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que será sometida a evaluación.

Despalme.

Con la finalidad de que las cimentaciones, las construcciones se realicen sobre suelos con mejores propiedades mecánicas, se realizarán cortes para alojar las estructuras de la plataforma y de los pavimentos. Para los trabajos de despalme, se considerará lo establecido en las normas internas de Pemex y con apego a la normatividad ambiental vigente. Posteriormente, se recuperará el material de despalme en condiciones de reutilización, siendo el despalme del terreno natural en una capa promedio de por lo menos de 20 cm.

Durante el despalme, se estima que para el movimiento de tierras en el área donde se construirán y ubicarán las instalaciones superficiales, tramo de calle nueva, localización o pera donde se ubicará el pozo TUZ-406, considerando para esto un área estimada de 13,880.00 m^2 que ocuparán las nuevas instalaciones y 0.2 m de espesor promedio del estrato arcilloso, el volumen de suelo a remover será aproximadamente de 2,776.00 m^3. Es decir:

Volumen de tierra aproximado a remover ≈ (área estimada de 13,880.00 m^2)(0.2 m) ≈ 2,776.00 m^3.

Para el movimiento de tierras, existen camiones de 7 m^3 (10 a 11 toneladas) y de 14 m^3 (20 a 22 toneladas), por lo que el número de viajes podría ser aproximado de: 397 o de 198 viajes respectivamente.

El número de camiones a utilizar estará en función de la disponibilidad de la contratista y la cantidad será ajustada cundo se lleve a cabo dicha actividad.

El material producto del despalme que cumpla los requerimientos geotécnicos, será utilizado para rellenos o terraplenes. Por otro lado, la estratigrafía superficial del predio compuesta por arcilla de alta plasticidad que presenta un color negro y de alta expansividad con presencia de raíces, serán tratados como material sobrante, el cual se transportará y colocará en el sitio indicado por Pemex cuando se trate internamente y cuando tenga que ser dispuesta externamente tendrá que ser de común acuerdo con las autoridades locales competentes, en ambos casos el material sobrante producto del despalme tendrá que ser dispersado a manera que este material se integre fácilmente al suelo.

Todos los residuos peligrosos y de manejo especial que pudieran generarse durante estas actividades, serán manejados y dispuestos por Pemex siguiendo estrictamente con sus procedimientos internos lo cual dará cumplimiento con lo establecido en el marco normativo aplicable (Ley General para la

Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como con las normas oficiales vigentes en materia de manejo y disposición de residuos).

Excavación, compactación y nivelación de áreas (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos).

Posteriormente a los trabajos de remoción de vegetación y despalme, en todas las áreas que ocuparan las instalaciones superficiales, se realizará el escarificado mediante un tractor o moto conformadora equipado con escarificador. Una vez escarificada el área y con el contenido suficiente de humedad, se compactará mediante pasadas con rodillo vibratorio hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo de la prueba AASHTO estándar. El avance de este proceso se hará de los perímetros hacia adentro, siendo el material compactado superficialmente el apoyo de las terracerías y estructuras de plataformas y de pavimentos.

Al retirar la parte superficial de la capa de arcilla expansiva, se elimina la zona más activa de expansión. Asimismo, el cuerpo de terraplén que estará encima de la arcilla negra, estará formado por arena arcillosa o arcilla arenosa, y funcionará como una capa de material impermeable evitando de esta manera que la capa de arcilla negra entre en contacto con agua que se infiltra desde la superficie.

Algunas zonas del fondo del corte serán de arcilla negra expansiva que servirá de apoyo a las terracerías y de acuerdo con la rasante de proyecto y con los niveles de plataforma indicada en el diseño de las instalaciones. La superficie de corte de arcilla negra, se deberá conformar, nivelar y compactar, hasta formar una superficie horizontal de trabajo en todo el ancho requerido; la capa superior deberá estar compactada al 90% de su PVSM como mínimo, prueba AASHTO estándar, con un espesor de control de 0.20 m. Sobre la superficie compactada se colocará una capa de material granular, con objeto de permitir el traslado de los equipos de corte y acarreo, y así evitar el atasque que puede ocurrir si por cualquier motivo la superficie de arcilla negra entra en contacto con agua de lluvia o por fugas en obras hidráulicas.

Para la nivelación del terreno se realizarán cortes al suelo con la finalidad de alcanzar los niveles de desplante requeridos para las plataformas donde se construirán las instalaciones superficiales y edificaciones.

En el caso de que el material producto de la excavación de cortes no sea suficiente para la nivelación del área del proyecto, conforme a estudios previos de estratigrafía, propiedades mecánicas y dinámicas del suelo, se complementará con materiales pétreos suministrados de bancos de materiales existentes y autorizados.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Las instalaciones provisionales serán aquellas que permanezcan únicamente durante las etapas de preparación del sitio y de la construcción. El proyecto tiene contemplado el uso de áreas para la etapa de lixiviación de pozos a un costado de las peras o localizaciones mismas áreas donde se ubicarán los sanitarios portátiles durante esta etapa como se muestra en el PLG que se anexa al presente estudio.

Como otras obras y actividades provisionales de uso temporal durante la fase preparación del sitio y construcción, también se incluye un área para ubicación de oficinas portátiles o temporales, bodega o almacén de herramientas, equipo y materiales, talleres, área para sanitarios portátiles, almacén de combustibles entre otros.

Con la finalidad de disminuir los posibles impactos significativos, estas instalaciones serán ubicadas de común acuerdo de Pemex con la contratista priorizando el uso de áreas perturbadas por otras actividades antrópicas anteriores dentro del área del proyecto.

La superficie estimada para instalaciones provisionales será aproximadamente de 5,000 m^2 (0.5 hectáreas) y su ubicación interna que ocuparán estas instalaciones y actividades provisionales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, será definida por Pemex de común acuerdo con la contratista en donde la vegetación sea herbácea-arbustiva o pastizal preferentemente.

El equipo y maquinaria típica usada para las actividades de preparación del sitio y construcción que podrían ser estacionadas o almacenadas en los espacios provisionales son:

Maquinaria y equipo (etapa de preparación del sitio y construcción).

Para los pavimentos (Bases y Sub-bases) la maquinaria y equipo típicos usados son:

- Moto conformadoras: Para la nivelación de áreas de interés, serán utilizadas estas motoconformadoras, las cuales utilizan cuchillas cuya longitud van desde 3.6 m con distancia entre ejes de alrededor de 5 m.

- Entendedoras: Serán autopropulsadas, capaces de esparcir y pre-compactar las capas de sub-base y base con el ancho de sección y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la capa, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancia o canalizaciones; una tolva receptora del material con capacidad para asegurar un tendido homogéneo; equipada con sensores de control automático de niveles y con un sistema de distribución mediante el cual se reparta el material uniformemente frente al enrasador.

- Compactadores: Serán autopropulsadas, reversibles y provisto de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos; en el caso de compactadores vibratorios, éstos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Pueden ser de tres rodillos metálicos en dos ejes, o de dos o tres ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un metro (40"), para todos los casos.

Para la construcción de la base negra, los equipos necesarios para desarrollar esta actividad son: unidad de mezclado, estabilizadoras, motoconformadoras, entendedoras, tractores montados sobre orugas o neumáticos, cargadores frontales, compactadores de rodillo vibratorio, camiones y pipas.

Para la construcción de carpetas de concreto asfáltico, la maquinaria típica es:

- Aspersores: Los cuales serán capaces de establecer un flujo uniforme de material asfáltico sobre la superficie por regar, en anchos variables y en dosificaciones controladas. Estarán adosados a barras recirculación que puedan ajustarse vertical y lateralmente, y equipado con medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicando, termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque y bomba.

- Esparcidores: El contratista contará con el número suficiente de esparcidores para cubrir de inmediato, con los materiales pétreos, todo el riego de material asfáltico recién aplicado. Pueden ser mecánicos autopropulsados, remolcados por camión o de compuerta colocada en la tapa de la

caja de los camiones de volteo, que garanticen la aplicación uniforme y en la cantidad adecuada de los materiales pétreos. Estos esparcidores serán calibrados y operados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- Compactadores: Los compactadores serán ligeros, autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material pétreo se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres rodillos metálicos en dos ejes, o de dos o tres ejes con rodillo en tándem con diámetro mínimo de un metro.

- Barredoras Mecánicas: Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria autopropulsada.

En la Tabla II. 9 se menciona la información de maquinaria y equipo típico usado para las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla II. 9 Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto.

Actividad	Equipo	Características
Limpieza del área	Grúas, cargadores frontales y camiones.	*Las moto conformadoras* que se utilicen para el extendido y conformación y terraplenes, serán autopropulsadas, reversibles, con cuchillas cuya longitud sea mayor 3.6 metros, y con una distancia entre ejes mayor de 5.5 m. Los *tractores* serán montados en orugas reversibles, con potencia y capacidad compatible con el frente de ataque. Las *retroexcavadoras* podrán estar sobre orugas o neumáticos, con potencia mínima de 74 hp y peso de operación de 6.9 ton. Las *excavadoras* a utilizar deberán tener una potencia mínima de 54 hp y 6.7 ton de peso de operación. Las *motoescrepas* serán auto recargables, con capacidad de 8.4 m^3 como mínimo, con descarga plena. Los *cargadores frontales* serán autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la
Remoción vegetal	Moto conformadoras, tractores, cargadores frontales y camiones	
Despalme	Tractores, moto conformadoras, camiones y motoescrepas.	
Escarifación	Tractores con escarificadores y/o moto conformadoras.	
Mezclado y tendido de materiales	Moto conformadoras	
Humedecimiento de los materiales	Pipas y moto conformadoras.	
Compactación	Compactadores vibratorios de tambor liso o tamper y de neumáticos, bailarinas vibratorias neumáticas o de combustión.	
Movimiento de tierra	Tractores, moto conformadora, motoescrepas, cargadores frontales y camiones.	
Acarreo de materiales	Cargadores frontales y camiones	

Actividad	Equipo	Características
Excavación	Retroexcavadoras, cargadores frontales.	potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque. Los *compactadores* serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Tendrán una potencia, peso de operación y ancho de tambor mínimo de 66 hp, 4.7 ton y 1.27 m respectivamente.

Todos los equipos de combustión interna deberán contar con su mantenimiento preventivo y/o correctivo periódico para su óptimo funcionamiento con lo cual podrán mitigarse las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de diesel o gasolina.

II.2.4 Etapa de Construcción de Instalaciones Superficiales y Creación (Lixiviación) de Cavidades para Almacenamiento de Crudo.

Cimentación y Construcción de Casetas de Control, montaje de equipo de proceso (interconexión de tuberías).

Instalaciones superficiales generalidades de construcción.

La estructuración y materiales a utilizar será en función del proyecto arquitectónico y/o acorde a buenas prácticas de ingeniería utilizadas comúnmente en las obras que se realizan para Pemex, las estructuraciones podrán ser: concreto reforzado, concreto prereforzado o acero estructural.

Para la selección de los materiales con que se construirán las obras se deberán tomar en cuenta lo siguiente: disponibilidad de materiales en el lugar, agresividad del medio por corrosión, tiempo de construcción, mano de obra y costo.

El tipo de estructuración y materiales a utilizar deberá ser propuesto por la contratista y aprobado por Pemex.

Seguridad. - En cuanto a seguridad estructural, se considera que toda estructura o sistema estructural debe de lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, así como un comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación. El sistema estructural y cada una de sus partes serán diseñados para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

Tener seguridad adecuada contra la aparición de cualquier estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida útil y no rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que correspondan a condiciones normales de operación. Considerando estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga del sistema estructural o de cualquiera de sus partes, incluyendo la cimentación o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga. Las normas técnicas complementarias (NTC) establecerán los estados límites de falla más importantes para cada material y tipo de estructura.

Considerando estado límite de servicio la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

Para el diseño del sistema estructural deberá considerar las acciones debidas a:

- Cargas muertas
- Cargas vivas
- Sismo
- Viento
- Temperatura

Las intensidades de estas acciones, la forma en que deben calcularse y la manera en que deben de combinarse están plasmadas en la reglamentación y de las buenas prácticas de diseño para este tipo de instalaciones.

Materiales a utilizar.

Cemento. - el cemento a emplear deberá ser portland tipo II de bajo contenido de álcalis o puzolánico, debiendo cumplir con los requisitos físicos y químicos señalados en la norma ASTM-C595 ó C150 respectivamente. El cemento que se utilice deberá ser preferentemente de una marca de reconocida calidad siendo recomendable obtener la aprobación de Pemex para la marca del cemento que se pretenda usar.

Ningún cemento podrá emplearse cuando el tiempo de almacenamiento exceda de 3 meses (en sacos ó a granel), a menos de cumplir con los requisitos de nuevas pruebas de laboratorio que indiquen que sigue siendo de buena calidad. El cemento deberá utilizarse conforme al orden cronológico de recepción en la obra.

El cemento deberá ser ensayado y aprobado previamente para garantizar del control de calidad de la producción del cemento que se enviará a obra.

Los materiales pétreos a utilizar, deberán ser de bancos de préstamo autorizados y la granulometría a considerar será la definida que garantice las especificaciones requeridas en la normatividad para este tipo de construcciones.

En todo momento, la contratista deberá atender las recomendaciones del fabricante para el almacenamiento, preparación, manejo e inclusión de los aditivos en la mezcla del concreto; de manera que se conserven sus características de calidad previamente aprobadas y acordadas con Pemex.

Previo al inicio de la construcción de las instalaciones superficiales, como medida de protección, se localizarán y colocarán señalizaciones alusivas a la seguridad en las áreas de trabajo.

Acero de refuerzo. - El acero de refuerzo deberá ser corrugado y cumplir las siguientes especificaciones según sea aplicable: Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de lingote para refuerzo del concreto (ASTM-A-615-87); especificación para varillas corrugadas y lisas de acero de riel para refuerzo del concreto (ASTM-A-616-87), especificación para varillas corrugadas y lisas de acero de eje para refuerzo del concreto (ASTM-A-706-86). Además, deberán cumplir las barras corrugadas de acero con las normas NMX aplicables.

En caso de utilizarse como refuerzo, la malla de acero electrosoldada, esta deberá cumplir con las especificaciones ASTM A 497. El acero de refuerzo deberá ser de un fabricante aprobado previamente por Pemex antes de su almacenamiento para su uso y garantizando su adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto.

Cimbra. - La cimbra para acabado común se utilizará madera de buena calidad y para cimbra acabado aparente se construirá a base de madera, contra chapa de 16 mm (5/8") de espesor mínimo fibra de vidrio, metal u otro material propuesto por el contratista y aprobado previamente por Pemex. La parte en contacto con el concreto de los moldes de madera deberá recubrirse con desencofrante de patente propuesto por el contratista y aprobado previamente por Pemex previo a su uso.

Finalmente, todos los materiales a utilizarse en los procesos constructivos deberán cumplir con los códigos y estándares de diseño y construcción.

Albañilería.

Dalas. - La forma, dimensiones y armado, se sujetará a lo especificado en los planos de proyecto. El concreto a emplear deberá tener una resistencia mínima de f´c = 200 kg/cm^2. En lo general para su construcción se considerarán los requisitos especificados en la normatividad interna de Pemex.

Muros. - Los muros de bloque de cemento o tabique rojo recocido, se asentará con mortero arena en proporción 1:5 y juntas de 2 cms de espesor. El mortero utilizado se elaborará y cumplirá con los requisitos especificados internas de Pemex referente a morteros y aplanados. Todos los muros se levantarán conforme a los planos respectivos y deberán quedar perfectamente rectos a plomo y las hiladas a nivel. Los muros de bloque llevarán refuerzo horizontal y castillos ahogados según se indique en los planos ó conforme a recomendaciones de los fabricantes de bloques. Para la construcción de los muros se considerarán los requisitos especificados en la normatividad interna de Pemex.

Trabes. - Se usará el sistema tradicional de las trabes de concreto reforzado con resistencia del concreto f'c = 250 kg/cm, y acero de refuerzo con fy = 4200 kg/cm, siendo el peralte de la misma el indicado en los planos, la disposición del acero de refuerzo será como se indican en los planos constructivos; para este tipo de trabes se usará cimbra de madera o metálica, cuyo diseño y trazo deberán ser aprobados por el supervisor de la obra.

Columnas. - Serán de concreto f'c=250 kg/cm, reforzadas con varillas fy=4200 kg/cm y estribos de acuerdo a planos de diseño, deberá dejarse el anclaje necesario en los elementos de la estructura que se requiera para construcción posterior.

Castillos. - Excepto cuando se indique lo contrario, los castillos serán de concreto reforzado de f'c= 200 kg/cm. El refuerzo y sus dimensiones serán de acuerdo a lo indicado en los planos. Deberán sujetarse los anclajes necesarios en los elementos de la estructura para su construcción posterior.

Embebidos metálicos. - A menos que los planos de diseño indiquen otra cosa, el tipo de material a usar para la fabricación de los embebidos metálicos será acero al carbón y debe cumplir con la norma ASTM-A-36.

Todos los restos y sobrantes de materiales y residuos generados durante la construcción, serán dispuestos conforma a la normatividad ambiental aplicable.

Construcción de terracerías en plataformas y vialidades.

El material para la construcción de terraplenes de las plataformas en el área de edificaciones de la Caseta de control, Equipo de seguridad y Patín de medición, así como el acondicionamiento del área donde se ubicará el Equipo para lixiviación de pozos (paquete de aire de instrumentos, paquete de

diesel y sanitarios portátiles) cumplirá con las especificaciones requeridas en la ingeniería y para el control de los niveles del terreno y de los volúmenes de relleno se realizará de acuerdo con los requerimientos de diseño cumpliendo con las especificaciones de la Ingeniería hasta la entrega de la capa del terraplén en construcción.

Estas plataformas para las instalaciones superficiales, una vez escarificada, compactada y limpiada la superficie, el material de banco se acamellonará sobre el área para su tendido y compactación. Las capas deberán conformarse de acuerdo con los alineamientos y niveles indicados en el proyecto, el material se extenderá adicionándole agua y homogeneizándolo hasta obtener una humedad óptima: posteriormente, se extenderá y se compactará con maquinaria, dando una cantidad de pasadas necesarias hasta lograr un 90% de su peso volumétrico seco máximo de la prueba AASHTO estándar.

Una vez terminada la compactación se realizarán pruebas de laboratorio para su verificación. En caso de haber degradación del material, se tendrá que realizar escarificado en un espesor de 5 cm antes de la construcción de la siguiente capa y para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se darán riegos superficiales en forma homogénea compactando la superficie hasta lograr el grado requerido.

De manera similar, para la capa subrasante se deberá acamellonar el material de banco sobre la superficie y se extenderá humedeciéndola con agua en forma homogénea sobre el terraplén en estaciones de 20 metros hasta alcanzar un espesor de 15 cm y se compactará con rodillo vibratorio de tambor liso. El número de pasadas será el necesario para alcanzar el grado de compactación indicado en los planos constructivos, para mantener un grado de humedad óptima, se darán riegos superficiales para compensar las pérdidas por evaporación. Este procedimiento se realizará hasta lograr el espesor de diseño.

Con el objeto de preservar la integridad de las terracerías ante la acumulación de agua pluvial y la erosión de sus taludes, se acondicionará un sistema de drenaje superficial a base de parte-aguas y vías de desagüe. Los parte-aguas se trazarán y construirán una vez alcanzados los niveles finales de las terracerías en las plataformas, los niveles de bajada desembocarán en canales revestidos construidos al eje de las vialidades internas en el área de las instalaciones superficiales.

Cimentaciones.

Cimentaciones apoyadas por superficie. - Las cimentaciones que por el peso que soportan se apoyen por superficie deben revisarse por las restricciones de deformación que imponen los elementos de unión entre las cimentaciones. Dentro de estas cimentaciones se encuentran entre otras, soportes de tuberías, cobertizo contraincendio, cuartos de control, aire de planta y de instrumentos, etc.

Cimentaciones de marcos para soporte de tuberías. - La cimentación de marcos para soportes de tuberías será por medio de zapatas de concreto armado coladas en sitio con candelero para anclaje de las columnas de los marcos, para lo cual se debe prever que la holgura mínima entre las columnas y los paños interiores del candelero no sea menor que 5 cm en todas sus caras. Las dimensiones de la zapata, los espesores de los elementos, así como el acero de refuerzo habilitado estarán de acuerdo con las cargas impuestas por las tuberías llenas de agua y estas cargas en combinación con las cargas accidentales. Para el caso de apoyos de tuberías para anclaje horizontal o vertical, soportes de "loops" horizontales o verticales, así como en el caso de marcos contra venteados para soportar efectos de sismo de varios grados, la estructura y la cimentación deben diseñarse especialmente para estos efectos conforme al Manual de Obras Civiles de la CFE u otros códigos de diseño aplicables.

Mochetas para soporte de tuberías. - Las mochetas para el soporte de tuberías serán zapatas corridas apoyadas por superficie y sobresaliendo del piso, con la longitud necesaria para alojar las tuberías de proyecto más un crecimiento futuro del 50 %. La separación entre mochetas estará determinada por la normatividad para líneas en operación en función de su diámetro, el ancho será el suficiente para dar acomodo a las líneas con una separación entre ellas que permita su mantenimiento. La altura sobre el terreno o piso terminado será como mínimo de 30 cm, el espesor de los elementos será de 20 cm como mínimo, el acero de refuerzo habilitado estará de acuerdo con las cargas impuestas por las tuberías llenas de agua, a consideraciones de cambio volumétrico por variación de temperatura y a la normatividad en materia de estructuras de concreto reforzado.

Para fijar las tuberías, sobre el lecho alto de la mocheta y en toda su longitud, se colocará un canal de acero anclado al elemento de concreto.

Cuando en el área de las mochetas existan losas de concreto, en todo el perímetro de la superficie de contacto entre el murete de la mocheta y el piso de concreto se debe prever una junta de expansión de 13 mm de espesor, con banda de material compresible y un sello de material bituminoso resistente a los Hidrocarburos.

Tubería e interconexiones.

Con la finalidad de aprovechar la infraestructura existente del CAE Tuzandepetl, las interconexiones de las tuberías de proceso desde la cabeza de los pozos TUZ-403 y TUZ-406 para el almacenamiento y extracción de crudo, serán interconectadas a los ductos de crudo en operación alojados en los derechos de vía existentes que atraviesan el área 400 con rumbo hacia el CAE Tuzandepetl, los cuales cumplen con la normatividad ambiental vigente en materia de transporte de hidrocarburos.

Cimentación para postes de alumbrado. - La cimentación será de concreto reforzado, se diseñará de acuerdo con los requerimientos de viento indicadas en el reglamento de construcción local vigente, para las características, ubicación y altura de los postes con información específica del diseño eléctrico.

Pavimentos.

En caso de realizarse el diseño y construcción de pavimentos de concreto reforzado, definiendo juntas de construcción, expansión y contracción. El diseño y construcción será de acuerdo con las especificaciones internas de Pemex y considerando el tránsito vehículos con equipo y maquinaria.

El diseño y construcción de banquetas de concreto, así como de las guarniciones requeridas será en cumplimiento con las normas internas de Pemex. Los pavimentos serán de concreto reforzado y espesor de 20 cm, las banquetas serán de concreto simple con un espesor aproximado de 10 cm.

Edificaciones.

Para la Caseta de control, Equipo de seguridad y Patín de medición a construirse a un costado de los Pozos TUZ-403 y 406 dentro del límite de propiedad del Área 400, se edificará la infraestructura requerida para la correcta operación de los procesos de lixiviación de las cavidades.

Estas edificaciones serán construidas para apoyo de los procesos de operación durante el almacenamiento en las cavidades, las cuales se mencionan en el apartado correspondiente a dimensiones del Proyecto.

Cobertizo de Contraincendio.

Se desplantará a partir de una cimentación superficial de concreto reforzado a base de zapatas corridas. La superestructura se constituirá de muros de mampostería confinada a base de bloques hueco de (12

x 20 x 40) cm, mediante castillos y cerramientos. Adicionalmente, trabes, columnas y losa de concreto reforzado. El acero de refuerzo para habilitarlos será de fy = 4200 kg/cm² para acero mayor del No. 3 y fy = 2530 kg/cm² para acero del No. 2. La resistencia de diseño a compresión del concreto a los 28 días se considera f'c = 200 kg/cm².

El diseño estructural se realizará con base en las disposiciones y procedimientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de la CDMX 2017. La determinación de la aceleración y del espectro de diseño se realizará con base en las disposiciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de 2015 de Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CDS-MDOC15).

En cuanto al Tanque de almacenamiento de agua Contraincendio, este debe ser construido conforme a los códigos y estándares con capacidad de almacenamiento como se establece en el NFPA-20/22/24/25 para Instalación de Bombas estacionarias contra incendio, tanques de almacenamiento de agua, Instalación de redes contra incendios e Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Contra Incendio a Base de Agua o NOM-002-STPS-2010 para lo cual debe cumplir con:

Válvulas de seccionamiento, disponer de un suministro de agua exclusivo para el servicio contra incendios, independiente al que se utilice para servicios generales; Prever un abastecimiento de agua de al menos dos horas, a un flujo de 946 litros por minuto, o definirse de acuerdo con los riesgos por proteger. El sistema de bombeo debe tener la capacidad de impulsar el agua por la red de tuberías hasta donde se requiera y este mismo sistema de bombeo debe contar con dos fuentes de suministro de energía (eléctrica y de combustión interna) para mantener la presión suficiente a través a de un sistema de bomba jockey a una presión mínima de 7 kg/cm² en toda la red.

Caseta de Control, Caseta de Telecomunicaciones y Unidad Terminal Remota (UTR).

Se diseñará una caseta de control en las cavidades 403 y 406, se desplantará a partir de una cimentación superficial de concreto reforzado a base de zapatas corridas. La superestructura se constituirá de muros de mampostería confinada a base de bloques hueco de (12 x 20 x 40) cm, mediante castillos y cerramientos. Adicionalmente, trabes, columnas y losa de concreto reforzado. El acero de refuerzo para habilitarlos será de fy = 4200 kg/cm² para acero mayor del No. 3 y fy = 2530 kg/cm² para acero del No. 2. La resistencia de diseño a compresión del concreto a los 28 días se considera f'c = 200 kg/cm².

El diseño estructural se realizará con base en las disposiciones y procedimientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de la CDMX 2017. La determinación de las aceleraciones y del espectro de diseño se realizará con base en las disposiciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de 2015 de Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CDS-MDOC15).

Con la finalidad de evitar daños que pudieran presentarse en las cimentaciones y edificaciones por deformaciones y agrietamiento debido a vibraciones (sismos) y velocidad de viento, se aplicarán los criterios técnicos indicados en los códigos de diseño de construcción; así como los criterios de diseño de los Manuales de Obras Civiles por Sismo, Viento y Cimentaciones de la Comisión Federal de Electricidad en su última edición.

Telecomunicaciones.

Se diseñará una caseta de telecom en las áreas de las cavidades 403 y 406, se desplantará a partir de una cimentación superficial de concreto reforzado a base de zapatas corridas. La superestructura se constituirá de muros de mampostería confinada a base de bloques hueco de (12 x 20 x 40) cm, mediante castillos y cerramientos. Adicionalmente, trabes, columnas y losa de concreto reforzado. El acero de refuerzo para habilitarlos será de fy = 4200 kg/cm² para acero mayor del No. 3 y fy = 2530 kg/cm² para acero del No. 2. La resistencia de diseño a compresión del concreto a los 28 días se considera f'c = 200 kg/cm².

El diseño estructural se realizará con base en las disposiciones y procedimientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de la CDMX 2017. La determinación de las aceleraciones y del espectro de diseño se realizará con base en las disposiciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de 2015 de Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CDS-MDOC15).

Unidad Terminal Remota (UTR).

Se diseñará una caseta de UTR en las cavidades 403 y 406, se desplantará a partir de una cimentación superficial de concreto reforzado a base de zapatas corridas. La superestructura se constituirá de muros de mampostería confinada a base de bloques hueco de (12 x 20 x 40) cm, mediante castillos y cerramientos. Adicionalmente, trabes, columnas y losa de concreto reforzado. El acero de refuerzo para habilitarlos será de fy = 4200 kg/cm² para acero mayor del No. 3 y fy = 2530 kg/cm² para acero del No. 2. La resistencia de diseño a compresión del concreto a los 28 días se considera f'c = 200 kg/cm².

El diseño estructural se realizará con base en las disposiciones y procedimientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de la CDMX 2017. La determinación de las aceleraciones y del espectro de diseño se realizará con base en las disposiciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de 2015 de Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CDS-MDOC15).

Montaje.

También durante esta etapa se llevará a cabo el montaje electromecánico, el cual consiste en la instalación de la red de distribución de energía eléctrica, de los instrumentos de medición y control para el proceso de almacenamiento y extracción (explotación de cavidades) de crudo.

Para el almacenamiento y extracción de Crudo de las cavidades, se utilizará y aprovechará la infraestructura disponible en el CAE Tuzandepetl.

Bocatoma existente y CAE Tuzandepetl.

Las actividades principales a llevarse a cabo en el área de la bocatoma que se ubica a un costado del río Coatzacoalcos consiste principalmente en la limpieza y desazolve del cárcamo FE-101 existente, inspección de accesorios y la tubería existente que intercomunica el cauce del río con el cárcamo y los accesorios que evitan el paso de sólidos de de mayor tamaño hacia el sistema de bombeo para asegurar una buena operabilidad y garantizar una operación eficiente de dichas instalaciones durante la fase de lixiviación. También se revisará y adecuará el sistema eléctrico, el tablero de control y cuarto de control de motores del sistema de bombeo, sanitario, almacén y caseta en dicha bocatoma. Las actividades de limpieza no causarán impactos a la vegetación arbórea, únicamente por mantenimiento se eliminará la vegetación herbácea-arbustiva estacional en el área de la bocatoma.

Para el bombeo de agua dulce e instalaciones a utilizar desde el CAE Tuzandepetl, se utilizará el acueducto de 16" de diámetro el cual descargará en la presa FE-105 ambos existentes; para el agua hacia la lixiviación de las cavidades en el Área 400.

En cuanto al sistema eléctrico, este aprovechará la infraestructura eléctrica existente, para lo cual se realizarán trabajos de modificaciones y adecuaciones necesarias conforme a los requisitos técnicos establecidos por la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 para compensar el incremento de cargas eléctricas para el desarrollo del proceso de lixiviación de las cavidades y para proporcionar una

mejor flexibilidad operativa al incrementar la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos en el Área 400.

Estas instalaciones existentes se muestran en la Figura II. 4

Creación y acondicionamiento de las cavidades de crudo TUZ-403 y TUZ-406.

Instalación de equipo para intervención de pozo existente TUZ-403 y prueba de integridad, hermeticidad y toma de información.

El equipo para la perforación de pozos y construcción o creación de las cavidades por lixiviación del estrato salino, el equipo será instalado en la pera existente TUZ-403 o acondicionada para el caso del TUZ-406 en la fase de preparación del sitio, así como también en esta etapa de construcción de pozos y cavidades se llevará a cabo aprovechando la infraestructura existente.

Para la creación de las cavidades, se provechará la infraestructura del pozo existente TUZ-403 a través del cual se creará la cavidad para almacenar un volumen aproximado de 238,480 m^3 (1.5 MMB). Posteriormente se perforará el Pozo TUZ-406 para que a través de este pozo crear la cavidad TUZ-406, dando un volumen de ambas cavidades de 476,960 m^3 (3.0 MMB) de almacenamiento de Crudo.

Prueba de integridad, hermeticidad y toma de información.

Esta fase dará inicio con estudios técnicos previos para conocer la integridad mecánica del pozo existente TUZ-403 previo a la lixiviación, una vez que las condiciones del pozo lo permitan, dará inicio el proceso de lixiviación correspondiente a cada cavidad como se indica a continuación.

Específicamente en esta prueba de hermeticidad se lleva a cabo con la finalidad de verificar posibles filtraciones o pérdida de fluido. La cual se determina al inyectar fluido (agua) al pozo a través del sistema de tuberías provistas con un juego de válvulas que soportan altas presiones conocidas como BOPs (Preventores de reventones) para llevar a cabo las presiones de pruebas controlando dichas presiones a través de estas válvulas durante un tiempo determinado en el diseño del pozo y así comprobar el cierre hermético del pozo y sus accesorios. Es decir, se inyecta en fluido al pozo en forma continua hasta alcanzar la presión de cierre de los preventores BOPs (Blout Out Preventer), sí se alcanza la presión final entonces el pozo esta hermético, si no llega a la presión final entonces hay perdidas en el pozo que se corroboran con otros medios.

La toma de información se realiza en forma continua una vez iniciada la inyección de agua al pozo y se continúa hasta alcanzar la presión de cierre final prevista en el diseño del pozo. Estas pruebas se realizarán a ambos pozos TUZ-403 existente y TUZ-406 una vez perforado.

Pozo TUZ-403 (Existente).

Este pozo existente, fue perforado mediante un proceso de perforación utilizando un sistema rotatorio, usando tuberías de revestimiento que se cementaron mediante una lechada de cemento, este proceso se repitió en cada etapa de la perforación hasta alcanzar la profundidad deseada en el estrato salino.

El material producto de la perforación se extrajo hacia la superficie por medio de un flujo continuo de lodo bentonítico (fluido o lodo de perforación) inyectado por el interior del tubo de perforación saliendo por las toberas de la barrena para regresar a la superficie arrastrando el material de corte (recorte de perforación), el cual fue manejado en contenedores metálicos para su disposición conforme a la normatividad ambiental vigente.

La perforación del pozo se efectúo de forma similar a los pozos petroleros de producción, el cual se realiza con un equipo de perforación considerando las características geológicas locales resultantes en estudios previos y durante el diseño de la perforación.

En cada uno de los intervalos de la perforación se coló tubería de revestimiento conocida como "casing", misma que fue cementada para su protección en las propiedades mecánicas y para evitar posibles fugas del hidrocarburo hacia el manto acuífero durante la operación y almacenamiento.

En cada uno de los tramos que fueron programados en el diseño e iniciada la perforación se inició usando una barrena de 36" de Φ y lodo bentonítico, se colocó un tubo guía (conductor) de 50 m y 30" de Φ, en el cual se fijó en su extremo superior el cabezal del pozo, posteriormente se continuó con la perforación en el intervalo de 50-1100 m con una barrena de 17 ½" de Φ usando fluido de perforación de emulsión inversa, finalmente se amplió la perforación a partir del intervalo de 50 – 595 m usando una barrena de 24" de Φ y se coló la tubería de revestimiento de 18" Φ de con su correspondiente cementación en cada etapa. Estos asentamientos a diferentes profundidades de acuerdo al diseño de la perforación evitaron problemas específicos hasta alcanzar la profundidad de interés en el estrato salino para su posterior lixiviación y creación de la cavidad para almacenamiento.

La cima del domo salino se encontró a los 507 m de profundidad.

Los fluidos de perforación utilizados sirven como fluido de control, lubricación y como transporte de los recortes de perforación que al llegar a la superficie los recortes realizados durante la perforación son separados a través de las temblorinas colocándolos en presas de asentamiento y es reacondicionándolos para su reúso, por otro lado, los recortes de perforación bentonítico y de emulsión inversa fueron separados y almacenados en contenedores para su disposición conforme a la normatividad.

La profundidad de este pozo es de 1100 metros y su estado mecánico es como se muestra en el siguiente diagrama (Ver figura II.6).

Programa de revestimiento y Profundidades de asentamiento.

El programa de revestimiento aplicado a las profundidades de asentamiento de cada intervalo, fue desarrollado con la base inicial a los requerimientos del pozo e incluyeron en su diseño los siguientes intervalos: intervalo de tubo conductor de 30" de Φ a 50 m, T.R. de 18" de 50-595 m, a partir de los 678 m de profundidad se colocó tubo difusor con cemento en el agujero de 17 ½" hasta alcanzar los 1100 m de profundidad, ver el estado mecánico del pozo como se muestra en la siguiente figura:


SECRETO INDUSTRIAL ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP

Cabezal de pozo tipo.

Este sistema de cabezal de pozo de superficie tiene características de diseñado como se muestra en la siguiente figura:

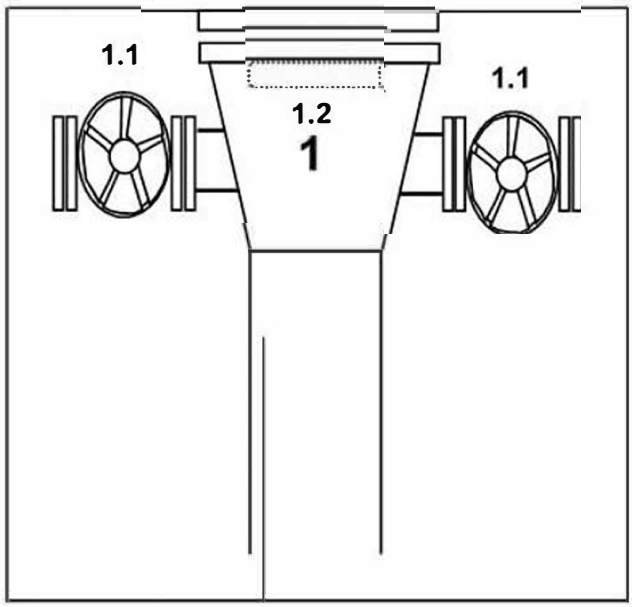


Figura II. 7 Cabezal de pozo TUZ-403

Está integrado por:

1.- Un Cabezal FIP FC-22 de 21 ¼" (2M) x 18" CSG

2.- Un Una brida ciega

Este cabezal es temporal para ser utilizado en la fase de pruebas de estanqueidad e integridad del pozo previo a la lixiviación para la creación de la cavidad.

Previo a la creación de la Cavidad TUZ-406 para almacenamiento de Crudo, en primera instancia se procederá de la siguiente manera:

Instalación de equipo y perforación de pozo TUZ-406, Revestimiento, Cementación, Pruebas de integridad y toma de información.

Del mismo modo, el equipo para la perforación de pozos y construcción o creación de la cavidad por lixiviación del estrato salino, el equipo será instalado en la pera acondicionada para el caso del TUZ-406 en la fase de preparación del sitio, así como también en esta etapa de construcción de pozos y cavidades se llevará a cabo aprovechando la infraestructura existente.

Perforación del Pozo TUZ-406.

Para el almacenamiento de Crudo en las Cavidades TUZ-403/406, solo se perforará el pozo TUZ-406 para que a través de este se creará la cavidad TUZ-406. Este pozo se perforará siguiendo los mismos procedimientos debido a que las características geológicas a atravesar por encontrarse cercano al pozo son similares en su diseño al TUZ-403.

Previo a la creación de la cavidad para almacenamiento (1.5 MMB) de Crudo TUZ-406, en primera instancia se perforará el pozo desde la superficie hasta la profundidad de diseño requerida para alcanzar el estrato salino usando equipo de perforación convencional, este proceso de perforación es muy similar al utilizado para la perforación de yacimientos de petróleo y gas.

El proceso de perforación se llevará a cabo estrictamente cumpliendo con la normatividad ambiental vigente; así como también, se aprovechará en lo posible toda la infraestructura disponible y rehabilitada para apoyo de este proyecto con lo cual se disminuirá en gran medida los posibles impactos en esta fase.

Para estos trabajos de perforación se utilizará un sistema rotatorio, usando tuberías de revestimiento que se cementarán mediante lechada de cemento, este proceso será repetido en cada etapa de la perforación hasta alcanzar la profundidad deseada en el estrato salino.

El material producto de la perforación se extraerá hacia la superficie por medio de un flujo continuo de lodo bentonítico (fluido de perforación) que se inyecta por el interior del tubo de perforación saliendo por las toberas de la barrena para regresar a la superficie arrastrando el material de corte (recorte de perforación), el cual será manejado en contenedores metálicos para su disposición conforme a la normatividad ambiental vigente.

La perforación del pozo se efectuará de forma similar a los pozos petroleros de producción, el cual se realiza con un equipo de perforación considerando las características geológicas locales resultantes en estudios previos y durante el diseño de la perforación.

En el piso de perforación la cuadrilla arma el BHA (Bottom Hole Assembly) constituido por una barrena de perforación, lastrabarrena, estabilizadores y en algunos casos un rectificador. El BHA se baja a través de la mesa rotatoria que se encuentra en el piso de perforación y del cabezal del pozo y hacia el interior del tubo conductor.

Una vez que la barrena se encuentra en el fondo ésta se hace girar a través de la fuerza que ofrece la rotación superior mejor conocida como Top Drive. La sarta de perforación comenzará a girar en dirección de las manecillas del reloj e iniciará la perforación.

Conforme avanza la perforación y se incrementa la profundidad del agujero o pozo se colocan tuberías de revestimiento conocidas como "casing", mismas que son cementadas para su protección en las propiedades mecánicas, y para evitar posibles fugas del hidrocarburo hacia el manto acuífero durante la operación y almacenamiento.

En cada uno de los tramos programados en el diseño e iniciada la perforación, en primera instancia, se usará una barrena de 36" de Φ y lodo bentonítico, se colocará un tubo guía (conductor) de 50 m y 30" de Φ, en el cual se fijará en su extremo superior el cabezal del pozo, posteriormente se continuará con la perforación en el intervalo de 50-1100 m con una barrena de 17 ½" de Φ usando fluido de perforación de emulsión inversa, finalmente se ampliará la perforación a partir del intervalo de 50 – 595 m usando una barrena de 24" de Φ y se colocará la tubería de revestimiento de 18" Φ de con su correspondiente cementación en cada etapa.

Estos asentamientos a diferentes profundidades de acuerdo al diseño de la perforación evitarán problemas específicos hasta alcanzar la profundidad de interés en el estrato salino para su posterior lixiviación y creación de la cavidad para almacenamiento.

La cima del domo salino también se encuentra alrededor de los 507 m de profundidad.

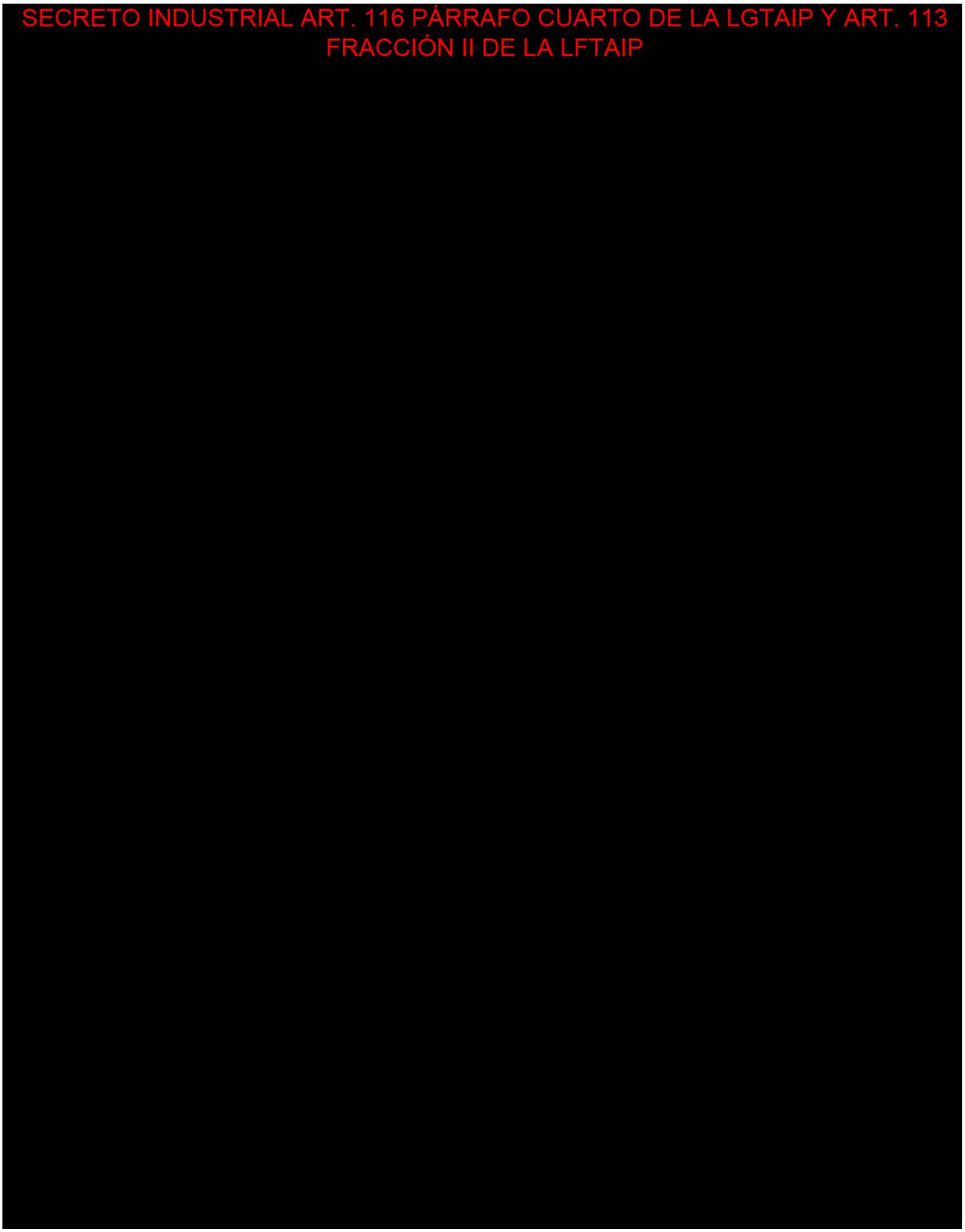
Los fluidos de perforación utilizados servirán como fluido de control, lubricación y como transporte de los recortes de perforación que al llegar a la superficie los recortes realizados durante la perforación

serán separados a través de las temblorinas colocándolos en presas de asentamiento y se reacondicionarán para su reúso, por otro lado, los recortes de perforación bentonítico y de emulsión inversa serán separados y almacenados en contenedores para su disposición conforme a la normatividad.

Programa de revestimiento y Profundidades de asentamiento.

El programa de revestimiento aplicado a las profundidades de asentamiento de cada intervalo, se desarrollará con la base inicial a los requerimientos del pozo e incluirán en su diseño los siguientes intervalos: intervalo de tubo conductor de 30" de Φ a 50 m, T.R. de 18" de 50-595 m, a aproximadamente los 600 m de profundidad se colocará un tubo difusor con cemento en el agujero de 17 ½" hasta alcanzar los 1100 m de profundidad, ver el estado mecánico del pozo como se muestra en la figura II.10.

La profundidad de este pozo se estima de 1100 metros y su estado mecánico será similar al TUZ-403 como se muestra en el mismo diagrama.


SECRETO INDUSTRIAL ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP

Cabezal de pozo tipo.

De la misma manera, se colocará un cabezal de pozo de superficie con características de diseñado tipo como se muestra en la figura II.11. Este cabezal será temporal para ser utilizado en la fase de pruebas de estanqueidad e integridad del pozo previo a la lixiviación para la creación de la cavidad.

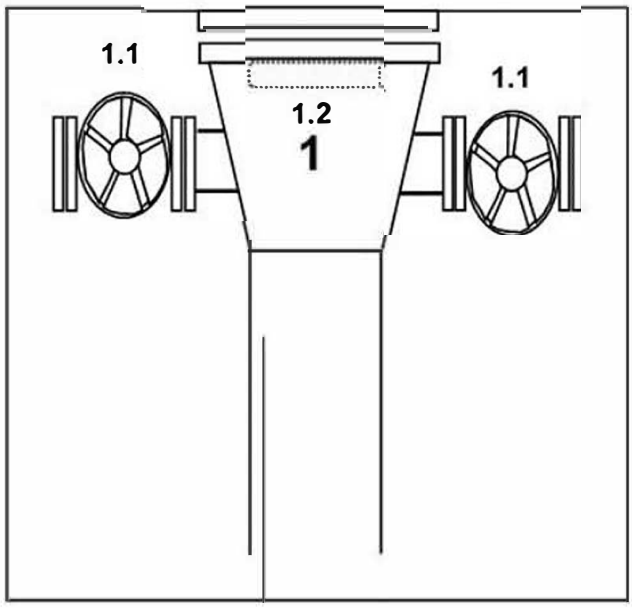


Figura II. 9 Cabezal de pozo TUZ-406.

Está integrado por:

1.- Un Cabezal FIP FC-22 de 21 ¼" (2M) x 18" CSG

2.- Un Una brida ciega

Este cabezal es temporal para ser utilizado en la fase de pruebas de estanqueidad e integridad del pozo previo a la lixiviación para la creación de la cavidad.

Prueba de integridad, hermeticidad y toma de información.

Del mismo modo, una vez concluida la perforación para asegurar el estado mecánico del pozo TUZ-406 previo a la lixiviación, una vez que las condiciones del pozo lo permitan, dará inicio el proceso de lixiviación correspondiente a cada cavidad como se indica a continuación.

Específicamente en esta prueba de hermeticidad se lleva a cabo con la finalidad de verificar posibles filtraciones o pérdida de fluido de la misma forma que para el pozo TUZ-403. La toma de información se realiza en forma continua una vez iniciada la inyección de agua al pozo y se continúa hasta alcanzar la presión de cierre final prevista en el diseño del pozo. Estas pruebas se realizarán a ambos pozos TUZ-403 existente y TUZ-406 una vez perforado.

Medidas de prevención y control de fugas y derrames durante la perforación.

Durante la perforación del Pozo se aplicarán las medidas preventivas para eliminar, prevenir y controlar las fugas y derrames de materiales, fluidos o recortes de perforación que puedan contaminar al suelo o manto freático, se tomaran las siguientes medidas y acciones:

- Uso de camisa colectora para evitar derrames del fluido de perforación
- Uso de charolas para recuperar fluidos de perforación a través de la línea de flote para evitar derrames
- Uso de limpiador neumático para evitar derrames del fluido de perforación al sacar la tubería
- Uso de una válvula check para evitar el flujo de fluido de perforación a través de la Kelly
- Uso de bomba de achique para la recuperación de aguas residuales del contrapozo para ser enviada al cárcamo de separación
- Uso de válvula de control para retención de fluidos en la línea de succión de las bombas de lodos de perforación
- Uso de cajas o charolas colectoras en las bombas de lodos para recuperación de posibles derrames de fluidos de perforación durante el cambio o mantenimiento de algún componente de las bombas
- Uso de centrífuga para envío de fluido recuperado de charolas o cajas colectoras para ser enviadas e integradas al sistema de preparación de fluidos de perforación
- Uso de medios que eviten posibles infiltraciones de materiales contaminantes al suelo en el área de químicos como: piso cementado o uso de geomembranas textiles
- Uso de protecciones laterales en rampas para evitar derrames al suelo donde se maneja material químico
- Uso de contenedores metálicos para confinamiento temporal de recortes de perforación
- Uso de línea de descarga de fluidos de perforación en caso de uso de pipas para el suministro de lodos de perforación a contenedores auxiliares

- Uso de contenedores especiales para el almacenamiento de aceites gastados o quemados proveniente de maquinaria de combustión interna
- Análisis CRETIB a los recortes de perforación base aceite para ser manejados conforme a la normatividad de la ASEA
- Manejo de recortes de perforación base agua de las primeras etapas y aquellos con contenido salino conforme indique la autoridad ambiental
- Uso de sanitarios portátiles con servicios de limpieza y disposición de residuos por empresa autorizada
- Uso de filtros para evitar la dispersión de polvos al medio ambiente durante la descarga de materiales para el acondicionamiento de los fluidos de perforación
- Uso de contenedores para el almacenamiento temporal de chatarra para su manejo y disposición posterior conforme a la normatividad ambiental vigente
- Uso de señalización restrictiva y alusivas a la seguridad, etc.

Creación de cavidades (Lixiviación) TUZ-403 y TUZ 406 en forma simultánea. Pruebas de estanqueidad y Registro sonar.

Para llevar a cabo la creación de las cavidades, se bombea agua a través de una tubería hasta el fondo del pozo previamente perforado. A medida que el agua entra en contacto con el estrato salino, este se va disolviendo hasta saturar el agua dulce inyectada, una vez saturada es extraída a través de un aparejo de tuberías. El proceso de inyección de agua dulce se efectuará en forma continua hasta alcanzar el volumen deseado de diseño de cada una de las cavidades.

Creación de Cavidad TUZ-403 y TUZ-406 (Lixiviación).

Para llevar a cabo la creación de cada una de las cavidades, se bombea agua a través de una tubería hasta el fondo del pozo previamente perforado. A medida que el agua entra en contacto con el estrato salino, este se va disolviendo hasta saturar el agua dulce inyectada, una vez saturada es extraída a través de un aparejo de tuberías. Este proceso de lixiviación se describe como sigue.

El proceso de lixiviación para la formación de las cavidades se llevará a cabo inyectando agua dulce (conteniendo aproximadamente 1% volumen de sólidos disueltos) obteniendo salmuera casi saturada a la salida de las cavidades, disolviendo así la sal del domo salino.

El agua para la lixiviación será tomada del río Coatzacoalcos por medio de la bocatoma existente en la margen derecha a pie de río y será enviada a la fosa para almacenamiento existente de agua tratada FE-105 ubicada en CAE Tuzandepetl a través de una línea existente de 16" Ø x 4.5 km aproximada, el flujo en dicha tubería será de 640 m^3/h (96.6 Mbpd) a una presión promedio de 8 kg/cm^2 proporcionada por las bombas nuevas GA-101A/B/R a través de la succión en el cárcamo existente FE-101 en dicha bocatoma.

A la descarga de la bomba, corriente abajo del registrador de flujo, se aplicará un tratamiento primario inyectando al agua un biocida para evitar la proliferación de materia orgánica en la tubería que une la bocatoma del río Coatzacoalcos con la CAE Tuzandepetl y el aparejo de tuberías del domo durante la inyección de agua para la lixiviación, para lo cual la contratista deberá contar con la hoja de datos de seguridad de dichos químicos.

El filtro de agua cruda tipo canasta, por el que pasará el agua fresca de la bocatoma, tiene la finalidad de atrapar los sólidos cuyo tamaño sea mayor de 500 micras y de esta forma proteger a la tubería de los sedimentos e incrustaciones.

A la llegada al CAE Tuzandepetl, el agua de la tubería de 16" Ø se descarga a control de nivel en la fosa existente para almacenamiento de agua tratada (FE-105), cuya capacidad permitirá usarla como tanque de balance, en caso de que fallara el suministro de agua.

Entre la bomba booster y los filtros se inyectará secuestrante de oxígeno, para mantener la condición de contenido de oxígeno en el agua para inyección a las cavidades, la dosificación del reactivo estará en función de las pruebas que se realizaran a las muestras de agua.

Entre la bomba booster y las bombas de inyección de agua a cavidades, la corriente de agua pasara por unos filtros para atrapar los sólidos cuyo tamaño sea mayor de 200 micras y proteger a las bombas de posibles obstrucciones por sólidos suspendidos.

Las bombas de inyección de agua a cavidades, proporcionarán la presión suficiente para que el agua penetre al fondo de las cavidades en lixiviación, venciendo las pérdidas por fricción y desplazando la salmuera existente.

El movimiento de fluidos del exterior a la cavidad y viceversa, se efectuará por medio de un aparejo de tuberías.

La disolución de la sal para la formación de la bolsa de insolubles, el cuerpo de la cavidad y el techo de la misma, se llevará a cabo mediante una lixiviación directa al inicio del proceso y en algunas etapas posteriores mediante lixiviación inversa.

Para llevar a cabo la lixiviación directa, se introduce el agua fresca por la tubería concéntrica, obteniéndose salmuera por la tubería anular.

Con el fin de controlar el crecimiento y la forma de la cavidad, se inyectará diesel como agente de sello, el cual será introducido al inicio de la lixiviación a través de la tubería anular.

Cada cavidad requiere un volumen de diesel antes de empezar la lixiviación. La salmuera que se obtendrá durante la lixiviación tendrá una concentración aproximada de 300,000 ppm y una densidad de 1.20 g/cm^3. En caso de que fuese suspendida la lixiviación, la salmuera tendrá más tiempo de contacto con el domo y podrá salir con 317,000 ppm de sal y una densidad de 1.20 g/cm^3.

Dado que es muy importante controlar la inyección de diesel de sello, esto se hará por medio del registro de resistividad el cual indicará la interface real de diesel con la salmuera.

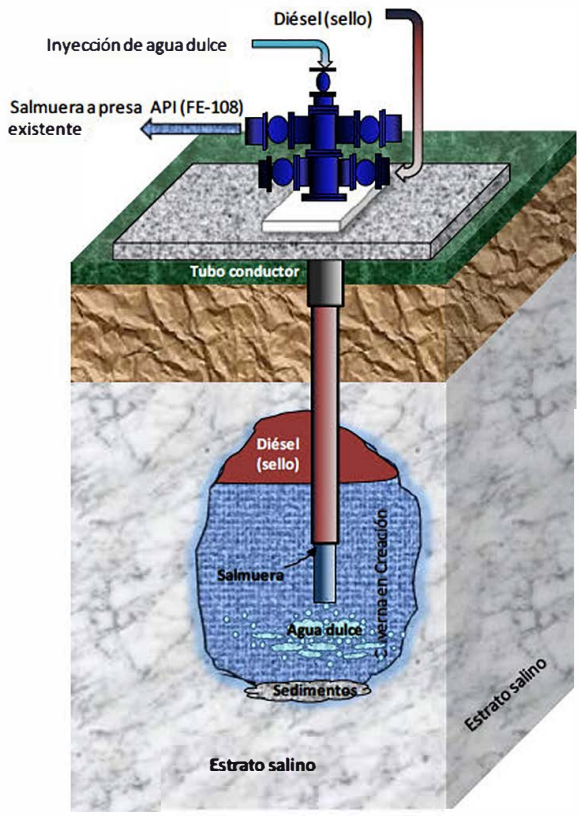


Figura II. 10 Lixiviación para la creación de cavernas en domos salinos.

Descarga de salmuera al mar por lixiviación de cavidades TUZ-403 y TUZ 406.

La salmuera será enviada hacia la presa API existente (FE-108) para efectuar la separación del diesel de sello que pudiera haberse arrastrado. El diesel recuperado será bombeado hacia el tanque de almacenamiento existente.

La salmuera libre de diesel será almacenada en las presas existentes "A" o "B" en función de la disponibilidad, posteriormente estas presas están comunicadas con la presa "C" de donde succiona la bomba existente GA-100A para su envío a disposición al Golfo de México a una presión promedio de 28 kg/cm².

Una vez separado el diesel de la salmuera residual, esta última será desechada a través del salmuero-ducto existente de 20" Ø x 21 km que sigue la trayectoria Tuzandepetl - Los Cocos - Cangrejera – Pajaritos.

Y con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad ambiental, ya en la costa, la salmuera será conducida hacia el difusor marino existente ubicado a 3 km costafuera, este difusor marino permitirá la

rápida difusión para mitigar los posibles daños a la flora y fauna marina aledaña a la descarga que se ubica cercana a la monoboya de Rabón Grande.

Cabe aclarar que este difusor marino se encuentra incluido en la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular de la "Construcción de un Salinoducto de 20" Ø x 21 km de Domos Salinos Tuzandepetl – Rabón Grande".

Para prevenir la corrosión en las líneas de salmuera se inyectará inhibidor de corrosión en la succión de la bomba.

Si por algún motivo se suspende el envío de salmuera al mar, ésta será almacenada en forma temporal en las presas de almacenamiento.

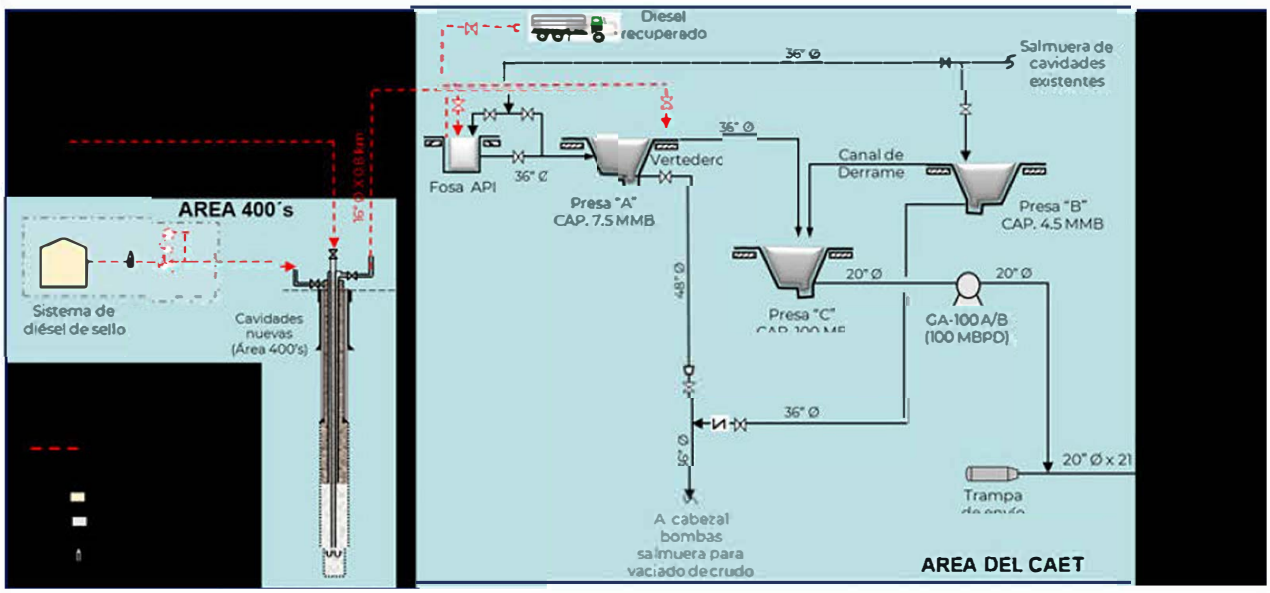


Figura II. 11 Flujo de Proceso durante la lixiviación.

Para una buena operación, el salmuero-ducto cuenta con trampas de envío y recibo de diablos de limpieza e inspección.

Pruebas de estanqueidad y Registro sonar.

En esta fase, para la creación y acondicionamiento de la cavidad TUZ-406, las actividades principales iniciarán desde los estudios técnicos para asegurar el estado mecánico del pozo una vez perforado. La capacidad de almacenamiento aproximado de Crudo en esta cavidad será de 238,480 m^3 (1.5 MMB).

Los estudios técnicos para asegurar el estado mecánico consisten en el montaje del equipo necesario para intervención de pozos (equipo de perforación), posteriormente se bombea diesel a alta presión de alrededor de 19.5 m^3 por el espacio anular de 13 $^3/_8$" – 10 ¾" quedando represionado con 32.9 kg/cm^2 para tomar registros TDT a 870 -800 m. En la interface de 850 m se presionará la tubería de revestimiento de 10 ¾" a 65 kg/cm^2 y se tomará registro TDT en el rango de 870 – 800 m. Posteriormente se observarán las presiones de abatimiento en el rango presionado y se tomarán los registros correspondientes de presión y profundidad hasta lograr su estabilización. Finalmente se depresiona el pozo hasta cero y se recupera el diesel, se elimina la válvula maestra y se instala el cabezal de 7".

Para obtener los diferentes registros geológicos, se emplearán diferentes equipos y herramientas tales como:

- Sistema de Rayos gama (GR) para la obtención de la medición de la radiactividad natural como consecuencia de los fenómenos físicos que ocurren de manera natural en las capas geológicas, esta herramienta por lo general se corre en combinación herramientas de registro en pozos con fluidos base agua o base aceite e incluso en aire.

- Sistema de Litodensidad (LDT), que tiene como objetivo la medición de la densidad electrónica y el índice de captura fotoeléctrica promedio por electrón o también conocido como el factor fotoeléctrico de la formación.

- Sistema CNL que tiene como objetivo determinar la densidad de átomos de hidrógeno (índice de hidrógeno) de la cual se obtendrá la porosidad, por lo general esta herramienta se combina con la LDT.

- Otra de las herramientas empleadas para obtener estos registros geológicos es el un sistema sónico de porosidad (BHC) en combinación con un sistema de rayos gama, con lo cual se obtiene la porosidad de las diferentes litologías perforadas.

El uso de una gama de herramientas a diferentes intervalos para las pruebas realizadas al pozo es con la finalidad de conocer los registros de potencial natural, rayos gama, de porosidad, de resistividad

entre otras; así como para verificar el estado mecánico, la temperatura, las condiciones mecánicas de la infraestructura (revestimiento y cementación) en que se encuentra el Pozo.

La fase de prueba de estanqueidad e integridad se llevará a cabo de la misma forma y conforme a los mismos procedimientos para ambos pozos con la finalidad de garantizar el estado mecánico del pozo.

II.2.5 Etapa de Operación y Mantenimiento.

Almacenamiento y extracción de crudo de las cavidades nuevas TUZ-403 y 406.

La explotación de cavidades, se refiere al almacenamiento y extracción de crudo de las cavidades nuevas TUZ-403 y TUZ-406 a ubicarse en el área denominada como 400, por lo cual los ductos e interconexiones de cabeza de pozo, se integrarán a los ductos en operación adyacentes ubicados en el derecho de vía que atraviesan el área 400 hacia el CAE Tuzandepetl.

El crudo Maya e Istmo proveniente del Centro Comercializador de Crudo Palomas externo al proyecto, se recibirá a una presión de 12-15 kg/cm^2 en el CAE Tuzandepetl, previo a los cabezales de succión de bombas el crudo Maya pasará por los filtros FD-201/R y el crudo Istmo por el filtro FD-204. Posteriormente a través de las motobombas centrífugas de crudo GA-201G/H (existentes) se incrementará la presión a 56 kg/cm^2 máximo para inyectarse a las cavidades nuevas con un flujo mínimo de 70 MBPD y máximo de 140 MBPD para cada cavidad.

En caso de almacenamiento en las dos cavidades en forma simultánea, el flujo máximo será de 280 MBPD.

El envío del crudo se realizará mediante una línea de 24" Ø x 2.1 km aproximadamente, interconectándose desde los cabezales de descarga de crudo Istmo y Maya de las bombas GA-201 G/H hasta el área de las cavidades nuevas.

Al llegar al área 400´s, de la línea de 24" Ø saldrán dos acometidas de 16" Ø para alimentar a cada cavidad. Cada acometida contará con un patín de medición de flujo (bidireccional), presión y temperatura, así como una válvula para control de flujo. Posterior al patín de medición se interconectará a las dos ramas del árbol de válvulas con líneas de 12" Ø para inyectar el crudo a la cavidad por la tubería anular.

A su vez la salmuera desplazada de las cavidades se enviará para su almacenamiento a las presas "A" o "B" existentes, esto mediante una línea nueva de 24" Ø x 2.2 km aproximadamente, que inicia desde el área de las cavidades hasta el cabezal de 36" Ø existente ubicado a un costado de la casa de bombas de salmuera del CAE Tuzandepetl.

La salmuera saldrá de la cavidad por la tubería de producción mediante las dos ramas del árbol de válvulas, posteriormente ambas líneas de descarga de 12" Ø se conectarán a un cabezal de recolección de salmuera de 16" Ø, este cabezal a su vez se conectará con la línea nueva de salmuera de 24" Ø x 2.2 km aproximadamente.

Al llegar al área de casa de bombas, la salmuera será derivada mediante interconexión nueva de 20" Ø hacia un cabezal colector existente de 36" Ø con lo cual se tiene la opción de almacenar la salmuera en la presa "B" o en la presa "A".

Extracción de crudo en las cavidades nuevas TUZ-403 Y 406.

La extracción del crudo de la cavidad consiste en el desplazamiento del mismo por inyección con salmuera.

Esta operación iniciará succionando la salmuera (por gravedad) desde la presa existente "A" o "B" las cuales están comunicadas mediante una línea de 48" Ø, posteriormente, la salmuera pasará a través de dos filtros existentes tipo canasta (FD-203/R) y luego alimentará al cabezal de succión de 48" Ø de las bombas de salmuera existentes. En este cabezal se interconectarán las bombas centrífugas nuevas GA-202 G/H, que tendrán una capacidad de flujo mínimo de 70 MBPD y máximo de 140 MBPD y una presión de descarga de 14-18 kg/cm^2.

La descarga de las bombas GA-202 G/H se conectarán a un cabezal nuevo (24" Ø) e independiente de los dos cabezales existentes (cabezal superior e inferior) para independizar la operación en un nuevo grupo "V" de cavidades.

El cabezal nuevo, contará con un paquete de regulación que al alcanzar la presión máxima de operación permitida actuará derivando la salmuera hacia el cabezal existente de 36" Ø y almacenando en la presa "B" o presa "A", aliviando la sobrepresión.

La salmuera será enviada al área 400´s por una línea nueva de 24" Ø x 2.2 km aproximadamente, la cual llegará al área de las cavidades TUZ-403 y TUZ-406.

De la línea de 24" Ø, saldrá una línea de 16" Ø a cada cavidad (en el punto más cercano), esta línea de 16" Ø cumple la función de cabezal de distribución por medio de la cual saldrán dos líneas de 12" Ø

que se conectarán a las ramas del árbol de válvulas de la tubería de producción para la inyección de salmuera a la cavidad.

Por desplazamiento, el crudo saldrá de la cavidad por la tubería anular y mediante dos líneas de 12" Ø descargará al cabezal de medición de 16" Ø. Después de medir la corriente de crudo (patín bidireccional), esta se enviará por medio de la línea nueva de 24" Ø x 2.1 km aproximadamente, la cual estará interconectada con los cabezales de crudo Istmo y Maya en el CAE Tuzandepetl. En esta área se cuenta con las interconexiones necesarias para derivar el crudo hacia la trampa correspondiente y enviarlo al Centro Comercializador de Crudo (CCC) Palomas externo al proyecto para su medición y distribución.

Agua para descristalización.

Debido a que las líneas de transporte de salmuera permanecerán empacadas durante los periodos cuando las cavidades permanezcan en reposo, la solución salina tenderá a cristalizar reduciendo el área transversal de la línea y disminuyendo la capacidad de transporte, manifestándose en mayor demanda en la presión de descarga de las bombas de salmuera.

Cuando esto ocurra, se deberá hacer circular agua tratada (agua dulce) en las líneas de salmuera para disolver los cristales de sal a través de las siguientes interconexiones y líneas:

En el extremo inicial del cabezal nuevo de descarga de bombas de salmuera, se interconectará una línea de 4" Ø la cual se alimentará de la línea existente de agua para descristalización que alimenta al cabezal inferior de salmuera. También contará con una línea nueva de 4" Ø x 1.0 km aproximadamente del área de la cavidad TUZ-306 en el CAE Tuzandepetl al área de cavidades TUZ-403 y TUZ-406 en el área 400. Esta línea se alimentará de la línea existente de agua para descristalización que alimenta la cavidad TUZ-306 ubicado en el CAE Tuzandepetl y se interconectará a cada cavidad en las ramas de las líneas de salmuera.

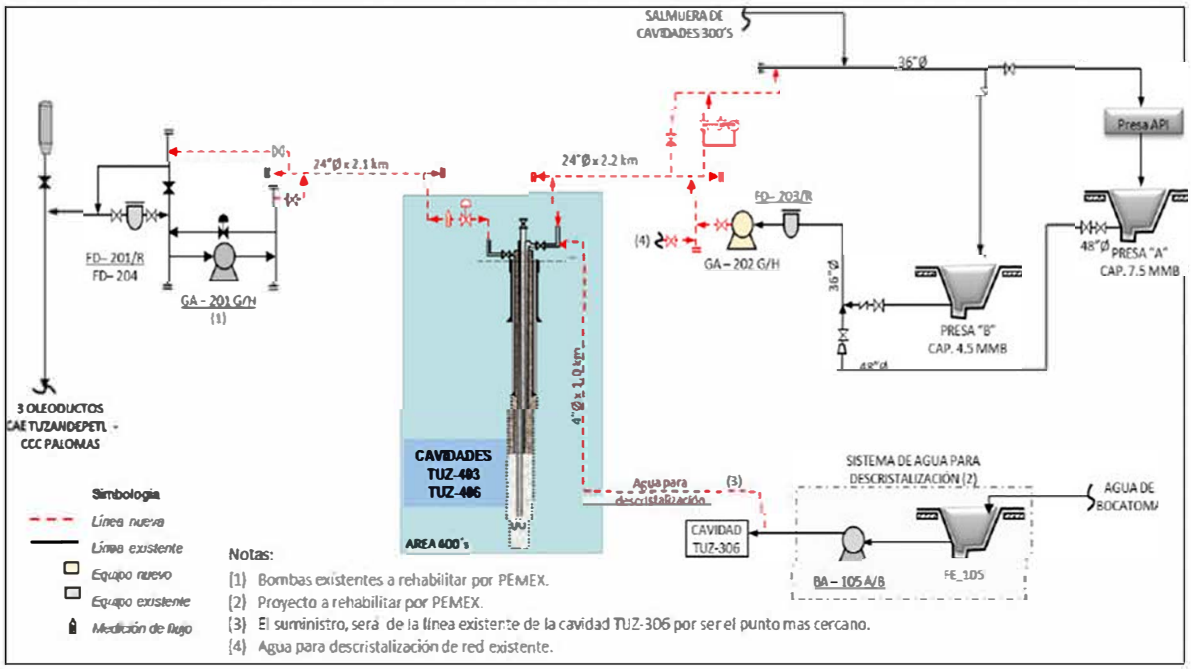


Figura II. 12 Esquema de flujo, extracción de crudo de cavidades.

Mantenimiento de instalaciones superficiales, pozos y cavidades.

Para el mantenimiento de las nuevas instalaciones, este será efectuado integrando a los programas de mantenimiento del CAE Tuzandepetl adecuándolo conforme a las recomendaciones de diseño de la ingeniería tanto a las instalaciones superficiales como la infraestructura de los pozos y las cavidades.

Para el mantenimiento de áreas verdes se llevará a cabo a través de medios manuales o herramientas mecánicas o de combustión evitando así el uso de pesticidas y herbicidas que pudieran causar contaminación al suelo o a los cuerpos de agua.

En todo momento se evitará la quema de vegetación producto del mantenimiento de áreas verdes.

Descarga de salmuera al mar por operación/mantenimiento de cavidades (solo por mantenimiento en caso necesario).

Cabe aclarar que durante la fase de operación de las cavidades se evitarán las descargas de salmuera y solo durante el mantenimiento de alguna de las cavidades y en caso necesario los excedentes serán descargados al mar cumpliendo con la normatividad aplicable en materia de descarga de aguas residuales.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

Las obras asociadas, se describen desde el apartado de coordenadas del Proyecto y de las instalaciones superficiales. Sin embargo, en forma clara desde el numeral II.1.5 donde se especifican como obras asociadas al proyecto y se proporcionan las áreas donde se ubicarán y los impactos hacia la vegetación.

En el apartado II.2.2 Preparación del sitio, se describen las actividades a llevarse a cabo donde se ubicarán estas obras asociadas tales como: Cobertizo de agua contraincendio, Salida de emergencias, Caseta de vigilancia, Caminos de acceso (rehabilitación y/o acondicionamiento) existentes y Calle interna (tramo nuevo).

En el apartado II.2.4 se describe los procesos constructivos de dichas obras asociadas al igual que las obras principales del proyecto.

II.2.7 Etapa de Abandono del sitio.

Las instalaciones incluidas dentro del alcance de este proyecto están diseñadas y serán construidas para un tiempo de vida útil de 30 años. Sin embargo, si por razones de estrategia productiva, económica, ambiental o de alguna otra índole se decide sacar de operación las instalaciones o alguno de sus componentes o se toma la decisión de alargar el tiempo de vida útil realizando los mantenimientos respectivos hasta su desmantelamiento.

Las actividades consideradas en forma general a realizarse en esta etapa final será una planeación detallada y específica que incluirán principalmente trabajos de:

- ⇒ Obtención de permisos y todo lo concerniente a trámites ante las dependencias correspondientes para la obtención de autorizaciones necesarias para llevar a cabo los trabajos de desmantelamiento y la disposición de los materiales, equipos de proceso, estructuras, etc.
- ⇒ Descripción detallada de actividades de ingeniería a realizar para el desmantelamiento y la disposición de los materiales, equipos de proceso, estructuras, etc.
- ⇒ Limpieza de tuberías, equipo y recipientes de proceso
- ⇒ Desmantelamiento y retiro de equipos de proceso, así como de estructuras y edificaciones, sanitarios, etc.

⇒ Manejo y disposición de residuos priorizando el reúso o reciclaje de materiales y equipos desmantelados e incluso definir el uso o destino del área del proyecto.

⇒ Disposición de los residuos generados, en sitios que indique la autoridad competente y para su transporte, deberán cumplir con todos los permisos y trámites correspondientes.

⇒ Los residuos peligrosos que se generen durante la recuperación de las instalaciones, se dispondrán conforme a la normatividad ambiental vigente.

⇒ En caso de que exista evidencia de contaminación causadas por el proyecto, el regulado realizará lo correspondiente o estudios necesarios y lo que la autoridad competente determine incluyendo remediación de áreas en caso de requerirse y así asegurar que se cumpla con la normatividad ambiental vigente.

⇒ Adicionalmente se dará cumplimiento a los Procedimientos internos de Pemex en materia de Seguridad y Protección Ambiental.

El desmantelamiento, recuperación y disposición de los equipos e infraestructura perteneciente a Petróleos Mexicanos, requiere realizar estos trabajos en cumplimiento estricto con el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) que rige en el territorio mexicano, siendo esta la premisa más importante que sustenta el marco normativo de la Petróleos Mexicanos.

II.2.8 Utilización de explosivos.

Para este tipo de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto no requiere el uso de explosivos.

II.2.9 Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

A continuación, se describen los residuos que serán generados por el proyecto, su manejo y disposición final, considerando las diferentes etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación /mantenimiento y abandono, así como los residuos peligrosos generados a lo largo del proyecto serán manejados de acuerdo a la normatividad ambiental vigente como se describe en la sección "Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos".

Residuos durante la Preparación del Sitio y Construcción (Instalaciones superficiales y creación de cavidades).

Las actividades de preparación del sitio, que consisten en: Traslado de equipo, personal, insumos y Plataforma para intervención o perforación de pozos; Desmonte, despalme de áreas del proyecto para obras permanentes como: Cobertizo de agua contraincendio, Salida de emergencias, Caseta de vigilancia, Caminos de acceso (rehabilitación y/o acondicionamiento) existentes y Calle interna (tramo nuevo), Pozos y cavidades TUZ-403 y 406); Limpieza de áreas existentes y área de instalaciones temporales o provisionales (contratista); Excavación, compactación y nivelación de áreas (materiales de relleno) y Acondicionamiento de caminos internos existentes y calles nuevas. Durante esta etapa del proyecto, todos los residuos generados desde los sólidos urbanos, residuos vegetales, residuos sanitarios, residuos de manejo especial o residuos peligrosos se manejarán conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento; NOM-001-ASEA-2019, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

A continuación, se presentan los residuos generados con sus características durante la etapa de Preparación del sitio, construcción de las instalaciones superficiales y creación de cavidad (lixiviación) TUZ-403; así como durante la perforación del TUZ-406 y la lixiviación de la Cavidad correspondiente:

Tabla II. 10 Residuos y emisiones generados en la Preparación del Sitio y Construcción.

Descripción	Tipo de residuo	Disposición	Peligroso	Tóxico
Gases de combustión (equipo, sistemas de transporte y maquinaria)	Gas de combustión	Emisiones a la atm.	No	No
Residuos sanitarios	Orgánico	Contratistas	No	No
Residuos domésticos (de alimentos)	Sólidos orgánico-inorgánico	Disposición local	No	No
Residuos vegetales (Producto de desmonte y limpieza)	Sólido - orgánico	Disposición específica	No	No
Aguas residuales – aceitosas (salmuera de lixiviación del TUZ-403 y TUZ-406)	Líquido	Descarga al mar	Corrosivo	No
Recortes de perforación base agua (bentonítico), solo en la perforación del TUZ-406	Recorte base agua	Disposición Autorizada	Corrosivo	No

Recortes de perforación base agua (bentonítico-Salino), solo en la perforación del TUZ-406	Recorte - salino	Disposición Autorizada	Corrosivo	No
Recortes de perforación emulsión inversa (base aceite), solo en la perforación del TUZ-406	Recorte aceitoso-salino	Disposición Autorizada	A definir por análisis CRETIB*	Corrosivo

* CRETIB.- Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso.

Residuos sanitarios: Durante la preparación del sitio y construcción, los sanitarios serán de tipo portátil, su limpieza y disposición de los residuos serán responsabilidad de la empresa que preste dicho servicio. Sin embargo, para evitar las descargas a cuerpos receptores, Pemex supervisará que la prestadora de estos servicios cuente con las autorizaciones correspondientes para la disposición de los de los residuos de la autoridad local competente.

Residuos domésticos: Los residuos domésticos en las etapas de Preparación del sitio y Construcción serán clasificados en contenedores con tapa y se almacenarán temporalmente en áreas destinadas de acuerdo con los lineamientos internos de Pemex y serán dispuestos conforme a la legislación ambiental en materia de residuos.

Residuos vegetales: Los residuos vegetales que se generen como producto del desmonte y de la limpieza de áreas del proyecto durante la preparación del sitio, estos serán dispuestos en áreas internas designadas por Pemex o donde la autoridad local competente lo permita y deberán triturase para permitir su fácil integración al suelo.

Además de los residuos anteriores, otros contaminantes o residuos que se generan son:

Partículas de polvo: Otro de los contaminantes durante la preparación del sitio y construcción son las partículas de polvo que se generan como producto de la remoción vegetal y el despalme, el cual se mitigará tapando los camiones transportistas con lonas durante su traslado en caso de su disposición fuera del área del proyecto. Las áreas donde se construirán las instalaciones superficiales, en caso de requerirse, se regarán dichas áreas de trabajo.

Materiales de embalaje: Estos residuos (no contaminados) serán llevados a un centro de acopio para su reciclado, de acuerdo con los lineamientos internos de Pemex y su disposición de acuerdo con las indicaciones de la autoridad local competente. Los residuos producto de las obras, tales como

remanentes de concreto entre otros desperdicios, serán dispuestos de la misma manera, con excepción de los metálicos, cartón y madera, que se manejarán para reciclaje.

Otros residuos. -Durante la etapa preparación del sitio, también se usará diesel como combustible de la maquinaria y durante la construcción o creación de las cavidades de almacenamiento (lixiviación de cavidades) se usará diesel como sello en el domo de dichas cavidades, además de grasas y aceites lubricantes solventes y pinturas. Los residuos considerados como peligrosos serán almacenados de manera temporal en un área diseñada y designada especialmente para esta actividad, cumpliendo con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, así como con la NOM-001-ASEA-2019 referente a criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos para determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y de más normas aplicables.

Residuos no peligrosos: Estos residuos como madera, plástico, papel, aluminio, cartón y metales, en caso de generarse serán almacenados en bolsa y/o contenedores para ser separados y manejados para su reciclaje por empresas autorizadas y para aquellos sin posibilidades de reciclaje, su disposición final previa autorización de la autoridad local.

Residuos peligrosos: En caso de resultar residuos impregnados con hidrocarburos, aceites, pinturas, etc., estos residuos serán segregados por el personal de la contratista encargada de dichas labores de acuerdo a su compatibilidad y se recolectarán en tambores o contenedores para transporte al Almacén temporal de residuos o en el área designada por Pemex para su posterior disposición final.

Recortes de perforación base agua (bentonítico): Estos fragmentos de roca que se obtienen en el proceso de perforación como será el caso del Pozo TUZ-406; constituidos por minerales provenientes de los estratos geológicos perforados e impregnados con fluidos de perforación base agua que estén libres de contaminantes y que no posean alguna de las características de peligrosidad o que no estén impregnados con materiales o Residuos Peligrosos, éstos serán dispuestos en áreas donde la autoridad competente lo autorice.

Residuos de manejo especial. - Los residuos generados por las actividades del proyecto, serán tratados conforme a lo establecido en la NOM-001-ASEA-2019, que establece los criterios para clasificar a los

Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial para este sector.

En el caso específico, para los **recortes de perforación base aceite** (emulsión inversa) en la perforación Pozo TUZ-406, sus características de **no peligrosidad**, serán establecidas a través de un análisis CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso) con lo cual dará cumplimiento con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y por lo tanto serán tratados como residuos de manejo especial de acuerdo a la NOM-001-ASEA-2019.

Aguas residuales (salmuera-aceite).- Finalmente durante la fase de lixiviación (construcción o formación de cavidades) y durante la operación/mantenimiento de las cavidades será aprovechada la infraestructura existente como: Fosa de separación agua-aceite tipo API existente (FE-108) con capacidad de manejo de 800 MBPD y el salinoducto de 28" de Φ (existente) el cual descargará los excedentes de agua salina hasta el Golfo de México a través de un difusor marino que tiene instalado que permitirá una dispersión inmediata del agua saturada para dar cumplimiento con lo establecido en la NOM-143-SEMRNAT-2003 y NOM-145-SEMARNAT-2003, específicamente al manejo y descarga aguas en el mar con altos contenidos de sólidos disueltos totales y salmuera producto de la lixiviación de domos salinos.

Residuos durante la Operación / Mantenimiento.

Durante esta etapa de almacenamiento y extracción de crudo (Explotación de Cavidades) los principales contaminantes que se generarán son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla II. 11 Residuos y emisiones en la etapa de Operación/Mantenimiento.

Descripción	Tipo de residuo	Disposición	Peligroso	Tóxico
Gases de combustión de sistemas de transporte y maquinaria de mantenimiento	Gas de combustión	Emisiones a la atm.	Sí	Sí
Agua residual (sanitario y oficinas)	Orgánico	Fosa séptica	No	No
Residuos domésticos (de alimentos)	Sólidos orgánico-inorgánico	Disposición local	No	No
Materiales de empaque o ensamble (metales, madera cartón y plástico)	Sólido inorgánico	Disposición Contratista	No	No
Ropa de trabajo y equipo de protección personal impregnado con hidrocarburos	Sólido inorgánico	Disposición Contratista	Sí	No

Contenedores vacíos que impregnados con sustancias peligrosas (grasa, pintura, solvente, etc.)	Sólido inorgánico	Disposición Contratista	Sí	No

Residuos durante la etapa de Abandono.

Si por razones de estrategia productiva, económica, ambiental o de alguna otra índole se decide sacar de operación las instalaciones o alguno de sus componentes hasta su desmantelamiento, los residuos que podrían generarse por las actividades de: limpieza de tubería y equipo, desmantelamiento y disposición de los materiales, equipos de proceso, estructuras, residuos que resulten en caso de remediación del sitio, etc. son los siguientes:

Tabla II. 12 Residuos y emisiones en la etapa de Abandono.

Descripción	Tipo de residuo	Disposición	Peligroso	Tóxico
Gases de combustión de sistemas de transporte, equipo y maquinaria	Gas de combustión	Emisiones a la atm.	Sí	Sí
Agua residual de desechos sanitario (baños portátiles)	Orgánico	Fosa séptica	No	No
Residuos domésticos (comedores)	Sólidos orgánico-inorgánico	Disposición local	No	No
Aguas residuales (salmuera-aceite) de limpieza de cavidades	Líquido	Descarga al mar previa separación	Corrosivo	No
Materiales impregnados con aceites, grasas o solventes (desmontaje y retiro de infraestructura)	Sólido inorgánico	Disposición Contratista	Si	No
Residuos impregnados (peligrosos) Chatarra, etc. (desmontaje y retiro de infraestructura)	Sólido inorgánico	Disposición Pemex	Sí	No

El desmantelamiento, recuperación y disposición de los equipos e infraestructura perteneciente a Petróleos Mexicanos, requiere realizar estos trabajos en cumplimiento estricto con las medidas que en materia de Seguridad, Salud y Protección Ambiental rigen en el territorio mexicano, siendo esta la premisa más importante que sustenta el marco normativo de la Institución.

Todos los residuos domésticos, peligrosos y no peligrosos, aguas residuales y residuos impregnados con hidrocarburos o solventes, serán manejados como se indica en los apartados desde la preparación del sitio, construcción, operación/mantenimiento y Abandono.

Para llevar a cabo el manejo de los residuos, se contratarán empresas autorizadas por las autoridades competentes, incluyendo los residuos generados por las contratistas en todas las etapas del proyecto.

La separación desde la fuente de generación, se llevará conforme a las características de cada residuo y conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 para su clasificación y conforme a la NOM-054-SEMARNAT-1993 para su incompatibilidad cuando se trate de residuos peligrosos; así como con la NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 cuando se trate de residuos de manejo especial y la NOM-001-ASEA-2019 para residuos de manejo especial del sector hidrocarburos.

La segregación en sitio o en fuente, permitirá y facilitará su posterior reciclado o reutilización de acuerdo a sus características; así como también, se evitará la posible contaminación de los que no son peligrosos con otras sustancias como grasas o pinturas lo cual impediría su reúso.

Para el control de los residuos generados, se aplicarán los procedimientos y programas que incluyen sistemas de selección, formas de recolección, sistemas de transporte, almacenaje, reúso y disposición final, como se describe:

Para los contratistas involucrados en el proyecto que generen residuos peligrosos, es de carácter obligatorio que cuenten con el registro y evidencia de empresa generadora de residuos peligrosos, así como una bitácora con el registro del volumen o peso, características, transporte y disposición final de sus residuos.

Pemex elaborará informes de los residuos peligrosos generados para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente e integrará un reporte semestral, según corresponda el manejo de los residuos para su ingreso ante la autoridad correspondiente. El manejo integral de residuos peligrosos desde su generación, transporte y disposición final, requerirá obligatoriamente del Manifiesto correspondiente.

A continuación, se describe con un diagrama de bloques las etapas del proyecto y las actividades que se realizarán en cada una de las etapas, indicando el tipo de residuos, emisiones y descargas que se generarán. Posteriormente, en el siguiente apartado se describe el estado físico en que se encuentran, se da a conocer la fuente de generación, volumen estimado de residuos, además del uso que se le da o su disposición final para cada etapa del proyecto:

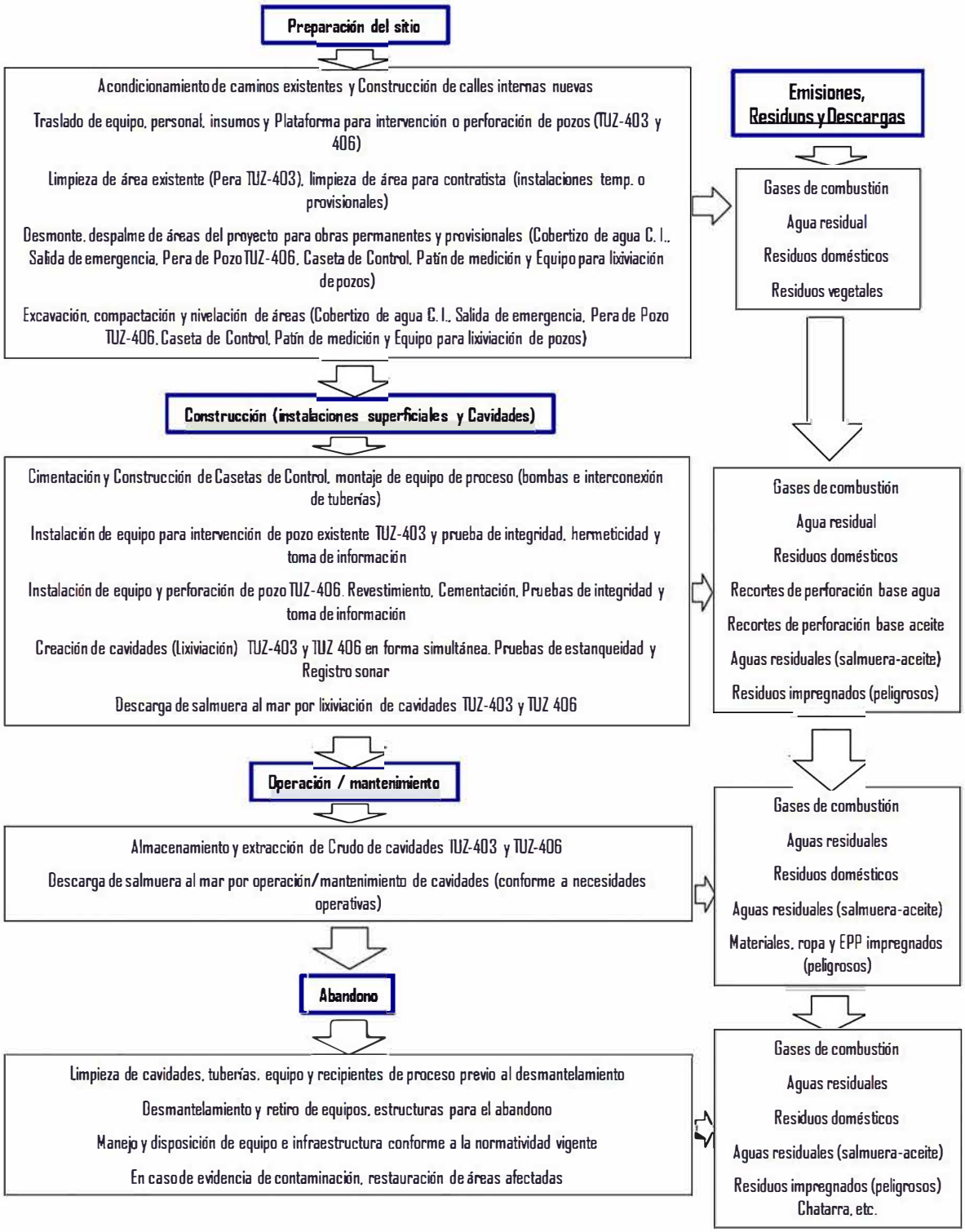


Figura II. 13 Diagrama de bloques de emisiones, residuos y descargas por etapa del proyecto.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

En cuanto a infraestructura para el manejo de residuos no peligrosos, actualmente el municipio de Ixhuatlán del Sureste cuenta con servicios para la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos y con un relleno sanitario con capacidad de 22,000 m^3 de residuos. El municipio de Ixhuatlán del Sureste recolecta diariamente un promedio de 21 toneladas de residuos sólidos y solo cuenta con dos vehículos.

Para el caso de los residuos peligrosos y de manejo especial, en la región de la zona metropolitana de Coatzacoalcos-Nanchital e Ixhuatlán, existen empresas dedicadas a proporcionar servicios de recolección, transporte y disposición final como: recortes bentoníticos base agua y base aceite, así como de lixiviados y lodos provenientes de la separación de aguas residuales, hasta el transporte y disposición de residuos sólidos urbanos.

A continuación, se proporciona un listado de residuos, la actividad donde se generan, tipo de residuo o emisión, características CRETIB y destino final:

Tabla II. 13 Residuos, emisiones y descargas generados por el proyecto.

Residuo	Actividad donde se genera	Emisión a la Atmósfera	Agua residual	RSU	RME	Residuo peligroso							Volumen estimado	Destino o uso final
						Sí/No	C	R	E	T	I	B		
PREPARACIÓN DEL SITIO														
Gases de combustión	Equipo, sistemas de transporte y maquinaria	Si	No	No	No	No							Nominal	Atmósfera
Agua residual	Desechos sanitarios portátiles (baños y cocinas)	No	Sí	No	No	No							Nominal	A disposición por la contratista autorizada.
Residuos domésticos	De comedores	No	No	Si	No	No							0.9 kg/persona-día	De común acuerdo con Pemex y Autoridad local.
Residuos vegetales	Desmonte y limpieza de áreas	No	No	No	No	No	—	—	---	—	—	—	No disponible	De común acuerdo con Pemex y Autoridad local.
Residuos de Tierra	Despalme de áreas	No	No	No	No	No	---	---	---	—	—	—	2,776 m^3	De común acuerdo de Pemex

Residuo	Actividad donde se genera	Emisión a la Atmósfera	Agua residual	RSU	RME	Residuo peligroso							Volumen estimado	Destino o uso final
						Sí/No	C	R	E	T	I	B		
														con Autoridad local.
CONSTRUCCIÓN (Instalaciones superficiales, Creación de Cavidades y Perforación del Pozo TUZ-406)														
Gases de combustión	Equipo, sistemas de transporte y maquinaria	Si	No	No	No	No	—	—	---	—	—	—	Nominal	Atmósfera
Agua residual	Desechos sanitarios portátiles (baños y cocinas)	No	Sí	No	No	No	—	—	---	—	—	—	Nominal	A disposición por la contratista autorizada.
Residuos domésticos	De comedores	No	No	Si	No	No	—	—	---	—	—	—	0.9 kg/persona-día	De común acuerdo con Pemex y Autoridad local.
Recortes de perforación base agua (bentonítico)	Perforación de Pozo TUZ-406 (intervalo 1)	No	No	No	No	No	---	---	---	—	—	—	33 m^3 recorte base agua	Recuperados en el equipo de control de sólidos. Destino de común acuerdo con la autoridad competente
Recortes de perforación base aceite (emulsión inversa)	Perforación de Pozo TUZ-406 (intervalo 2 y 3)	No	No	No	—	—	Corrosivo – Aceitoso A definir por análisis CRETIB						238 m^3 recorte salino-aceitoso	Disposición en contenedores metálicos para su Análisis CRETIB previo a su disposición de acuerdo a normatividad vigente
Aguas residuales (salmuera-aceite) lixiviación Pozos TUZ-403 y TUZ-406	Líquido	No	Sí	No	No	Sí	Si	---	---	—	—	—	Capacidad de manejo de fosa 800 MBPD Capacidad de bombeo a salinoducto 200 MBPD	A fosa de separación tipo API (FE-108)existente con Descarga al mar a través de salinoducto con difusor marino existente
Residuos y envases impregnados de aceites o pinturas	Construcción y montaje de equipo (instalaciones superficiales)	No	No	No	No	Sí	—	—	---	—	—	—	No cuantificable	Almacenamiento temporal para su disposición de acuerdo a normatividad vigente

Residuo	Actividad donde se genera	Emisión a la Atmósfera	Agua residual	RSU	RME	Residuo peligroso							Volumen estimado	Destino o uso final
						Sí/No	C	R	E	T	I	B		
Aceites gastados	De equipo y maquinaria	No	No	No	No	Sí	—	—	---	—	—	—	Nominal	Disposición por contratista autorizada para tratamiento o reciclaje.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO														
Gases de combustión	Sistemas de transporte y maquinaria de mantenimiento	Si	No	No	No	No	—	—	---	—	—	—	Nominal	Atmósfera
Aguas residuales	Drenaje sanitarios	No	Sí	No	No	No	—	—	---	—	—	—	No cuantificable	Fosa séptica de CAE Tuzandepetl
Residuos domésticos	De comedor y área de oficinas	No	No	Si	No	No	—	—	---	—	—	—	0.9 kg/persona-día	De común acuerdo con Pemex y Autoridad local.
Aguas residuales (salmuera-aceite) de almacenamiento y extracción de crudo de cavidades TUZ-403 y TUZ-406	Líquido	No	Sí	No	No	Sí	Si	—	---	—	—	—	Volumen de proceso	A fosa de separación tipo API (FE-108) existente A presas existentes en el CAE Tuzandepetl
Materiales impregnados con aceites, grasas, pinturas o solventes.	Operación y mantenimiento de instalaciones	No	No	No	No	Sí	—	—	---	—	—	—	No cuantificable	Disposición por contratista autorizada para tratamiento, reciclaje o disposición final
Ropa de trabajo y equipo de protección personal impregnado	Operación y mantenimiento de instalaciones	No	No	No	No	Sí							No cuantificable	Disposición por contratista autorizada para tratamiento, reciclaje o disposición final
ABANDONO														
Gases de combustión	Sistemas de transporte,	Si	No	No	No	No	—	—	---	—	—	—	Nominal	Atmósfera

Residuo	Actividad donde se genera	Emisión a la Atmósfera	Agua residual	RSU	RME	Residuo peligroso							Volumen estimado	Destino o uso final
						Sí/No	C	R	E	T	I	B		
	equipo y maquinaria													
Aguas residuales	Desechos sanitarios portátiles (baños y cocinas)	No	Sí	No	No	No	—	—	---	---	---	---	No cuantificable	Fosa séptica
Residuos domésticos	De comedor y área de oficinas	No	No	Si	No	No	---	---	---	---	---	---	0.9 kg/persona-día	De común acuerdo con Pemex y Autoridad local.
Aguas residuales (salmuera-aceite) de limpieza de cavidades	Líquido	No	Sí	No	No	Sí	Si	—	---	---	---	—	Capacidad de manejo de fosa 800 MBPD Capacidad de bombeo a salinoducto 200 MBPD	A fosa de separación tipo API (FE-108) existente Descarga de excedentes al mar a través de salinoducto con difusor marino existente
Materiales impregnados con aceites, grasas, pinturas o solventes	De desmontaje y retiro de infraestructura	No	No	No	No	Sí	—	—	---	---	---	—	No cuantificable	Disposición por contratista autorizada para tratamiento, reciclaje o disposición final
Residuos impregnados (peligrosos) Chatarra, etc.	De desmontaje y retiro de infraestructura	No	No	No	No	Sí	—	—	---	---	---	—	No cuantificable	Disposición por contratista autorizada para tratamiento, reciclaje o disposición final

Notas: RSU.-Residuos sólidos urbanos, RME.-Residuos de manejo especial, C.-Corrosivo, R.-Reactivo, E.-Explosivo, T.-Tóxico, I.-Inflamable y B.-Biológico-infeccioso.

En específico, para los recortes de perforación base aceite, sus características de no peligrosidad, serán establecidas a través de un análisis CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso) con lo cual dará cumplimiento con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y por lo tanto serán tratados como residuos de manejo especial de acuerdo a la NOM-001-ASEA-2019. Sin embargo su disposición final estará sujeta a lo que la autoridad ambiental establezca debido a la salinidad de dichos recortes.

Estos recortes impregnados con hidrocarburos, serán almacenados en contenedores metálicos en forma temporal en el área de perforación y su manejo integral de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable. Estos residuos no deben ser mezclados con otros residuos o productos líquidos o sólidos peligrosos que modifiquen su composición o características fisicoquímicas.

Cabe hacer notar que, en la contratación de las empresas de servicio, contractualmente estarán obligadas a cumplir con la normatividad aplicable incluyendo la interna y específicamente, cumplir con las autorizaciones ante la ASEA, autoridades estatales y municipales según el ámbito de competencia.

Se contará con infraestructura específica para el manejo de residuos en cada área de trabajo y de las contratistas que proporcionen servicios de apoyo, se contará con contenedores especiales en las áreas específicas para su posterior disposición. En todo momento se supervisará el cumplimiento de la normatividad ambiental correspondiente.

Los residuos peligrosos deberán almacenarse por separado conforme a su compatibilidad de los demás residuos en recipientes que no permitan su dispersión; por ningún motivo podrán ser almacenados a la intemperie o mayor al tiempo establecido por la normatividad aplicable.

Contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 2

III.1. Instrumentos de planeación territorial 4
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 6
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 16
III.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POECBRC) 26
III.1.4 Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste (Actualización) 34

III.2. Instrumentos normativos 37
III.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 37
III.2.2 Leyes y Reglamentos Federales 40
III.2.3 Leyes y Reglamentos Estatales 71
III.2.4 Bandos Municipales 72
III.2.5 Normas Oficiales Mexicanas 72
III.2.6 Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) 79

III.3 Otras disposiciones jurídicas 82
III.3.1 Decretos/Certificados de Áreas Naturales Protegidas 82
III.3.2 Áreas de Importancia y Regiones Prioritarias de CONABIO 85
III.3.3 Sitios Ramsar 90
III.3.4 Calendario cinegético y calendario para captura de aves canoras y de ornato (Épocas Hábiles 2020 - 2021) para Veracruz 91

III.4. Instrumentos de Planeación Sectorial 95
III.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 95
III.4.2 Programas Sectoriales 97
III.4.3 Programas Estatales y Municipales de Desarrollo 100

III.5 Tratados Internacionales 102
III.5.1 Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) 103
III.5.2 Convención sobre Diversidad Biológica 106
III.5.3 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, su Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París 108
III.5.4 Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias 114
III.5.5 Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, Capítulo 24 Medio Ambiente 116

III.5.6 Convención relativa a la Conservación de Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar) 119
III.5.7 Convención para la protección de aves migratorias y de mamíferos cinegéticos 121

Índice de tablas

Figura III. 1.Ubicación del proyecto con respecto a las UAB del POEGT. 7
Figura III. 2. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial. 18
Figura III. 3. Unidades de Gestión Ambiental aplicables al proyecto de acuerdo con el POEMyRGMyMC. 19
Figura III. 4. Ubicación del proyecto con respecto a las UGA del POECBRC. 27
Figura III. 5. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación. 83
Figura III. 6. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas. 85
Figura III. 7. Ubicación de las AICA cercanas al proyecto. 86
Figura III. 8. Ubicación de las RTP cercanas al proyecto. 88
Figura III. 9. Ubicación de las RHP cercanas al proyecto. 89
Figura III. 10. Ubicación de las RMP cercanas al proyecto. 90
Figura III. 11. Ubicación del proyecto con respecto a los Sitios Ramsar. 91
Figura III. 12. Componentes del PND 2019-2024. 96
Figura III. 13. Estructura del PROMANAT 2020-2024. 99

Índice de tablas

Tabla III. 1. Estrategias sectoriales del POEGT aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica No. 134. 10
Tabla III. 2. Vinculación de las estrategias sectoriales del POEGT aplicables al proyecto. 13
Tabla III. 3. Vinculación de las Acciones Generales del POEMRGMyMC aplicables al proyecto. 19
Tabla III. 4. Vinculación de las Acciones Específicas del POEMRGMyMC aplicables al proyecto. 23
Tabla III. 5. Vinculación con los criterios ecológicos del POECBRC aplicables al proyecto. 28
Tabla III. 6. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 38
Tabla III. 7. Vinculación de las disposiciones de la LGEEPA aplicables al proyecto. 42
Tabla III. 8. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto. 49

Tabla III. 9. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera aplicables al proyecto. 51
Tabla III. 10. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes aplicables al proyecto. 54
Tabla III. 11. Vinculación de la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en Materia del Registro Nacional de Emisiones aplicables al proyecto. 55
Tabla III. 12. Vinculación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables al proyecto. 57
Tabla III. 13. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables al proyecto. 58
Tabla III. 14. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al proyecto. 59
Tabla III. 15. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento aplicables al proyecto. 61
Tabla III. 16. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento aplicables al proyecto. 66
Tabla III. 17. Vinculación de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas aplicable al proyecto. 69
Tabla III. 18. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto. 72
Tabla III. 19. Disposiciones Administrativas de Carácter General aplicables al proyecto. 80
Tabla III. 20. Vinculación de la Convención sobre Diversidad Biológica aplicable al proyecto. 106
Tabla III. 21. Vinculación del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias aplicable al proyecto. 115

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

En este capítulo se describe cómo la realización de las obras y actividades del proyecto **"Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz"** dará cumplimiento a las disposiciones jurídicas contenidas en diferentes instrumentos de planeación ecológica y territorial, tanto del orden federal como estatal y municipal, las leyes y reglamentos aplicables a nivel federal, estatal y municipal, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG), los Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas, las Áreas Prioritarias para la Conservación definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como los tratados internacionales jurídicamente vinculantes de los que México forma parte.

III.1. Instrumentos de planeación territorial.

Se realizó la identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que aplican para la zona donde se ubicará el proyecto, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal. Como se mencionó en el Capítulo II, el proyecto se encuentra ubicado en el Istmo de Tehuantepec, específicamente a 4 km al oeste de la cabecera municipal de Ixhuatlán de Sureste en colindancia por el lado suroeste con el CAE Tuzandepetl, a 6 km hacia el suroeste del municipio de Nanchital, a 12 km hacia el sureste del municipio de Coatzacoalcos y 10 km al noreste de la Ciudad de Minatitlán, en el estado de Veracruz, por lo que a continuación se analizan las disposiciones jurídicas de los instrumentos de planeación que son jurídicamente vinculantes y que tienen aplicación directa sobre el proyecto.

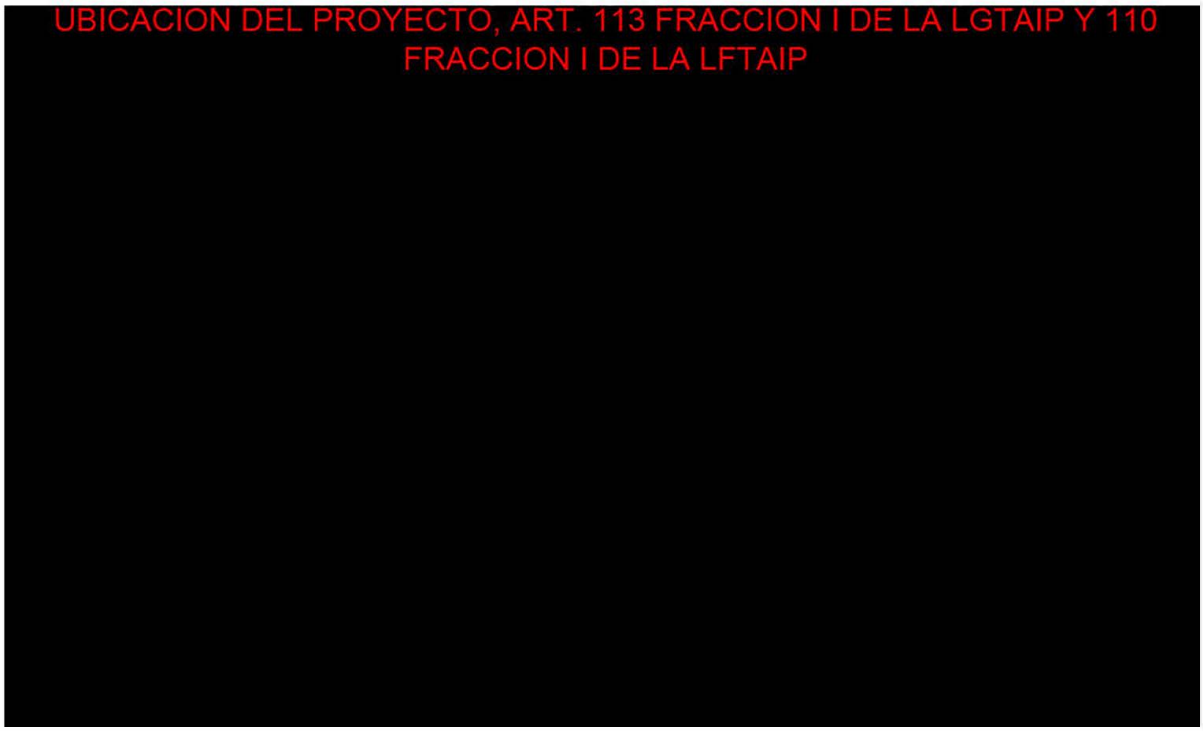
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 07 de septiembre de 2012, tiene como objeto: llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial; establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT incluye una regionalización ecológica en la que se identifican áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, así como los lineamientos y estrategias ecológicas de preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales aplicables a las mismas. La regionalización está basada en unidades territoriales sintéticas constituidas a partir de la integración de los principales factores del medio biofísico, clima, relieve, vegetación y suelo. La base para construir la regionalización ecológica, fue la regionalización ambiental

biofísica, la cual comprende 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2´000,000.

De acuerdo con el Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, la zona en la que se pretende llevar a cabo el proyecto "*Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz*" se encuentra localizado dentro de la **Región Ecológica 18.3**, en la **Unidad Ambiental Biofísica No. 134** denominada "***Llanura Costera Veracruzana Sur***", la cual se ubica en la porción suroriental del estado de Veracruz y la porción nororiental del estado de Oaxaca, y tiene una superficie de 16,357.97 km^2 (Figura III. 1).



De acuerdo con el Diagnóstico del POEGT, la **Unidad Ambiental Biofísica No. 134** presentaba en 2008 un "Estado Actual del Medio Ambiente" de tipo "Inestable a Crítico", entre otras, con las siguientes características:

- El uso de suelo es pecuario, forestal y agrícola.

- No presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal.
- Muy alta degradación de los suelos.
- Degradación de la vegetación: Media
- Sin degradación por desertificación.
- La modificación antropogénica es baja.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Importancia de la actividad minera: Media
- Importancia de la actividad ganadera: Alta

De acuerdo con la propuesta del POEGT, basada en el Diagnóstico y la Regionalización, a la Región Ecológica 18.3 en la **Unidad Ambiental Biofísica No. 134** le corresponden los siguientes lineamientos y estrategias ecológicas:

- **Política Ambiental**: Restauración y aprovechamiento sustentable
- **Prioridad de Atención**: Muy alta
- **Rectores del Desarrollo**: Agricultura-Desarrollo Social-Ganadería
- **Coadyuvantes del Desarrollo**: Industria, Preservación de flora y fauna
- **Asociados del Desarrollo**: Industria-PEMEX
- **Otros sectores de interés**: CFE - Forestal - Minería
- **Estrategias sectoriales**: El POEGT define un total de 44 estrategias sectoriales, de las cuales 36 son aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica No. 134: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 (Tabla III. 1).

De las 36 estrategias sectoriales aplicables a la **Unidad Ambiental Biofísica No. 134**, sólo son aplicables al proyecto las estrategias 1, 18, 26 y 28. En la Tabla III. 2 se presenta la vinculación de dichas estrategias con las actividades del proyecto.

Tabla III. 1. Estrategias sectoriales del POEGT aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica No. 134.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**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.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
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 renovables. **15 BIS:** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **16.** Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cureo-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posiciones en los mercados doméstico e internacional. **17.** Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). **18.** Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector 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 bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. **26.** Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. **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.
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.
E) Desarrollo social	**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 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. **37 a 41.** Relacionadas con desarrollo social.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y coordinación institucional	
A) Marco jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respecto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. **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.

Tabla III. 2. Vinculación de las estrategias sectoriales del POEGT aplicables al proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio		
Estrategia	**Acción**	**Cumplimiento del proyecto**
Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	Con el objeto de proteger la vida silvestre, y particularmente las especies en riesgo, se dará cumplimiento a las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los Tratados Internacionales aplicables. Se realizarán actividades de reforestación con especies de la región en el Sistema Ambiental como medidas de compensación. Reubicación de individuos de flora de las especies que estén bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En caso de encontrarse fauna silvestre, principalmente aquellas especies de difícil movilidad, así como aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará el rescate y reubicación de especies.
Estrategia 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	Instrumentar esquemas de supervisión que aseguren el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad; evitando criterios discrecionales y generando incentivos correctos en las actividades de verificación.	El proyecto "*Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el Área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz*" contará con un Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), conforme a las

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio		
Estrategia	**Acción**	**Cumplimiento del proyecto**
		"Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos" (publicadas en el DOF, el 13 de mayo de 2016; última modificación DOF 04 de mayo de 2020). Cuando el proyecto se encuentre operando su Sistema de Administración, podrá participar en los programas de auditoría ambiental y de verificación, que determinen las autoridades federales competentes.
Estrategia 26. Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.	Revisar e instrumentar programas de protección civil para presas de alto riesgo y diversa infraestructura hidráulica, así como diseñar e implementar planes para la atención de emergencias hidráulicas, conjuntamente con la Comisión Nacional del Agua y otras dependencias de la administración pública federal correspondientes.	El proyecto se apegará a lo establecido en la Ley de Protección Civil, publicada en el DOF el 19 de enero de 2018, en el Programa Nacional de Protección Civil, en el Programa Sectorial de Protección Civil 2019-2024 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y en el Programa de Protección Civil del municipio de Ixhuatlán del Sureste, así como en el Programa Interno de Protección Civil de Petróleos Mexicanos. Lo anterior, atendiendo lo establecido en el Atlas Nacional de Riesgos, así como los Atlas correspondientes a las entidades federativas y municipios, y las NOM en
	Instrumentar medidas no estructurales para la reducción de la vulnerabilidad física (educación, información en medios de comunicación, difusión de alertas, reglamentos de construcción) para prevenir un desastre o la	

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio		
Estrategia	**Acción**	**Cumplimiento del proyecto**
	disminución de daños, así como implementar medidas estructurales, tales como, rehabilitación y refuerzo de vivienda, implementación de bordos, etc.	materia de Seguridad y Protección Civil. Todo lo anterior en coordinación con las autoridades municipales, estatales y federales a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres. Asimismo, se atenderá lo establecido en el SASISOPA autorizado por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).
Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Monitorear y/o establecer sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales en particular en la industria petroquímica y en la explotación de hidrocarburos.	Las aguas residuales resultantes en las distintas etapas del proyecto serán manejadas conforme a las disposiciones correspondientes contenidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal de Derechos, la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, así como las NOM aplicables. Asimismo, el manejo del agua se apegará a las condiciones establecidas en el Título de Concesión para el Aprovechamiento de Aguas y el Permiso de Descarga de Aguas Residuales correspondientes. Para cumplir con los preceptos establecidos en la normatividad, previo al transporte para descarga al mar de la salmuera residual, las trazas de diesel de sello en la
	Promover que las actividades económicas instrumenten esquemas de uso y reúso del agua.	

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio		
Estrategia	**Acción**	**Cumplimiento del proyecto**
		lixiviación de cavidades que pudieran ser arrastrados, serán separados en la fosa API existente en el CAE Tuzandepetl. En la descarga de salmuera al mar, será a través de un difusor marino existente ubicado a 3 km de la costa, el cual permitirá la difusión rápida de los sólidos totales.

Es necesario resaltar que las actividades del proyecto están alineadas con las políticas y estrategias del POEGT, ya que se dará cumplimiento a la normatividad ambiental nacional relacionada con la conservación de los recursos naturales y la prevención y control de la contaminación del aire, el agua y el suelo, incluyendo leyes, reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) emitidas por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), así como los acuerdos y tratados internacionales de los que México forma Parte.

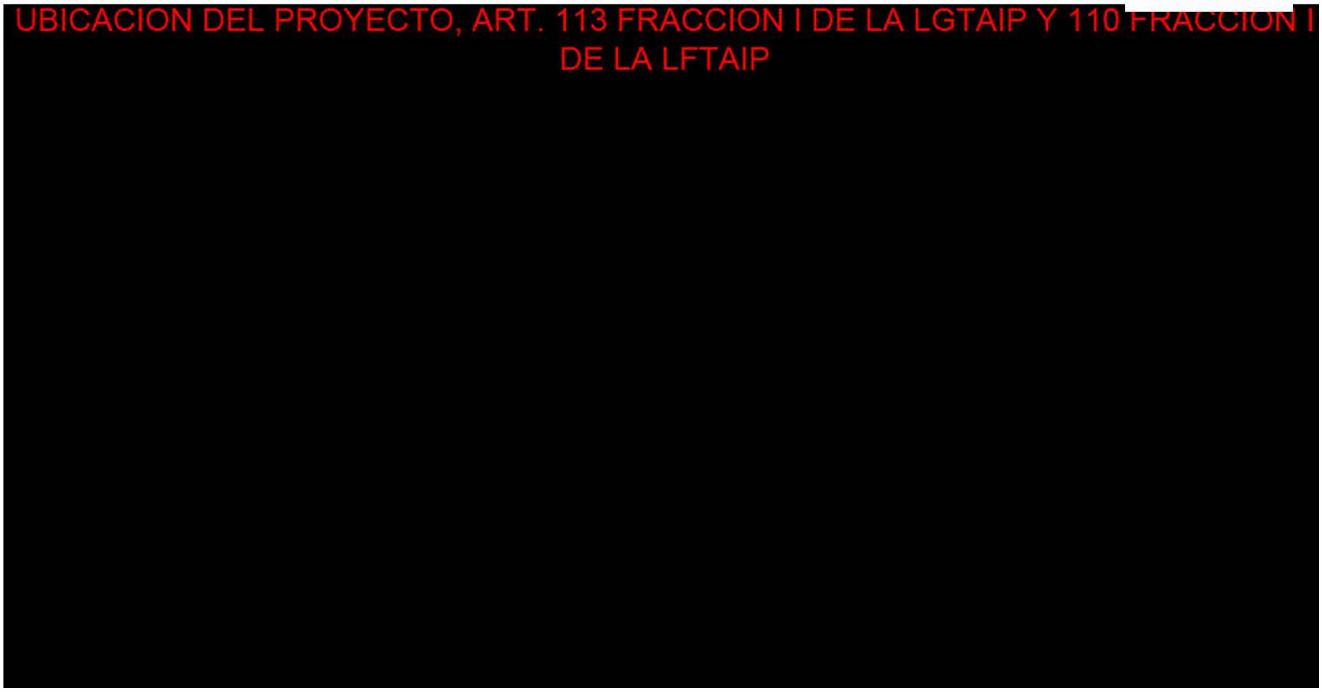
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es un instrumento de política ambiental nacional, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de noviembre de 2012, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Este instrumento de política

identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean, así como optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

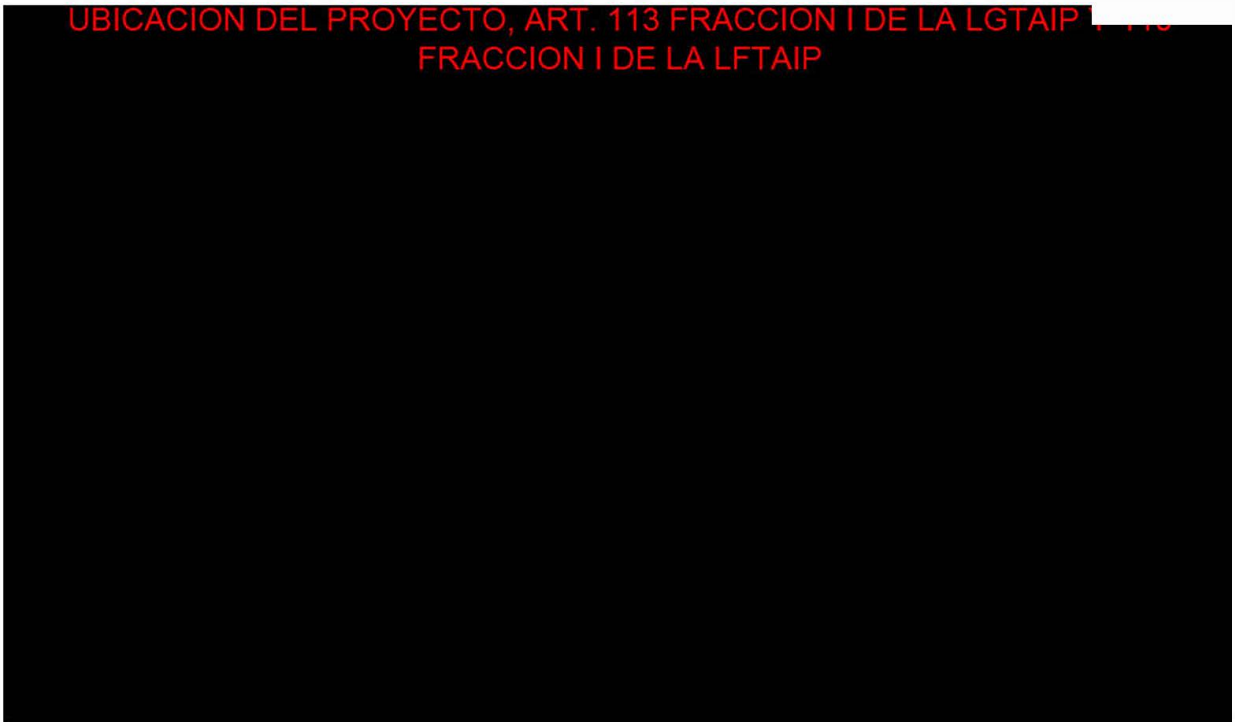
El POEMyRGMyMC, como elemento integrador de políticas públicas, permite, además, dar un marco coherente a las acciones que México se ha comprometido en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad, como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) tiene una extensión de 995,486 km², e incluye dos componentes; laPorción Terrestre, denominada Regional, la cual incluye144 municipios costeros (municipios con litoral y con influencia costera), con una extensión de 168,462 km²; y la Porción Marina, que comprende la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y Mar Caribe, con una extensión de 827,024 km².En la Figura III. 2se muestra el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) y la ubicación del proyecto.



El POEMyRGMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental, así como con una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables. Define 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), determinadas por la geomorfología, edafología, ecosistemas, estado de conservación y actividades antropogénicas. Para cada UGA se construyeron los lineamientos ecológicos, las estrategias y las acciones necesarias para conservar los atributos naturales, o bien, para resolver de manera ordenada alguna de las problemáticas expuestas en la agenda ambiental.

Como se puede apreciar en la Figura III. 3, el proyecto se localiza en la UGA número 166 del POEMyRGMyMC, correspondiente a la zona Marina de Competencia Federal, a la que también le son aplicables los criterios de Zona Costera Inmediata Golfo Sur.



El POEMyRGMyMC establece 65 Acciones Generales aplicables a las 203 UGAs, de las cuales, once son aplicables al proyecto; las restantes 54 Acciones Generales no son aplicables al proyecto debido a que se refieren a actividades no relacionadas con la extracción de hidrocarburos, tales como las actividades pesqueras, turísticas, agropecuarias, de conservación, de infraestructura y asentamientos humanos. En la Tabla III. 3 se describe la vinculación de estas once Acciones Generales aplicables al proyecto.

Tabla III. 3. Vinculación de las Acciones Generales del POEMRGMyMC aplicables al proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Generales**	**Cumplimiento del proyecto**
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en	Las aguas residuales resultantes en las distintas etapas del proyecto serán manejadas conforme

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Generales**	**Cumplimiento del proyecto**
	coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes	a las disposiciones correspondientes contenidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal de Derechos, la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, así como las NOM aplicables. Asimismo, el manejo del agua se apegará a las condiciones establecidas en el Título de Concesión para el Aprovechamiento de Aguas y el Permiso de Descarga de Descarga de Aguas Residuales correspondientes. Para cumplir con los preceptos establecidos en la normatividad, previo al transporte para descarga al mar de la salmuera residual, las trazas de diesel de sello en la lixiviación de cavidades que pudieran ser arrastrados, serán separados en la fosa API existente en el CAE Tuzandepetl. En la descarga de salmuera al mar, será a través de un difusor marino existente ubicado a 3 km de la costa, el cual permitirá la difusión rápida de los sólidos totales.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo.	Se dará capacitación sobre protección ambiental, con énfasis en especial en el cuidado de la biodiversidad terrestre, particularmente de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dirigida al personal que participe en la ejecución de los trabajos del proyecto, esta capacitación estará prevista en el SASISOPA. Asimismo, durante el desarrollo de las actividades del proyecto se vigilará que el personal participante no realice actividades de captura, pesca, persecución, cacería, colecta y

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Generales**	**Cumplimiento del proyecto**
		comercio ilegal de la flora y fauna existentes en la zona.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las emisiones a la atmósfera como CO, CO_2, NO_2, COV's de equipo de mantenimiento y medios de transporte se reducirán mediante el mantenimiento preventivo y correctivo a los, vehículos y maquinaria pesada que utilicen combustibles fósiles, durante la vigencia de las etapas de instalación o construcción en las que participen. Los vehículos automotores de combustión interna que utilicen como combustible gasolina, diesel, gas L.P. o gas natural de uso privado y de servicio público y la maquinaria a emplearse durante la operación o mantenimiento deberán estar carburados y afinados o en su caso verificados conforme a los programas establecidos en la ley o reglamento aplicable del estado de Veracruz.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Pemex Logística incluirá la formulación y ejecución de un programa de auditorías internas y externas en su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, conforme a las "*Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos*" (publicadas en el DOF el 13 de mayo de 2016; última modificación 04 de mayo de 2020). Asimismo, cuando proyecto se encuentre operando su Sistema de Administración, se podrá participar en los programas de

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Generales**	**Cumplimiento del proyecto**
		auditoría ambiental, internos y externos que determinen las autoridades federales competentes.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Pemex Logística dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y su Reglamento en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, de la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en materia de Registro Nacional de Emisiones, así como de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Pemex Logística utilizará en sus procesos, en la medida de lo posible, aguas residuales tratadas.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Pemex Logística dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, incluyendo las gestiones necesarias para obtener la autorización de Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales en Actividades del Sector Hidrocarburos (0.668 ha).
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos generados durante el proceso serán manejados conforme a las disposiciones contenidas en la LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM aplicables.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	Pemex Logística ha iniciado las gestiones necesarias para la desincorporación de 56.81 hectáreas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación del "Parque Ecológico

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Generales**	**Cumplimiento del proyecto**
		Tuzandepetl" establecida mediante el certificado COANP-251/2011, donde se ubica el proyecto. La solicitud de desincorporación se realizó mediante el oficio PEP-DG-SSSTPA-567-2020 de fecha 24 de agosto del 2020.

Por otra parte, el POEMyRGMyMC establece 100 Acciones Específicas, de las cuales 47 son aplicables a la UGA No. 62, y de éstas, sólo ocho son aplicables al proyecto, las cuales se describen en la Tabla III. 4.

Tabla III. 4. Vinculación de las Acciones Específicas del POEMRGMyMC aplicables al proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Específicas**	**Cumplimiento del proyecto**
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Se dará capacitación sobre protección ambiental, con énfasis en especial en el cuidado de la flora y la fauna (particularmente de las especies con alguna categoría de riesgo), dirigida al personal que participe en la ejecución de los trabajos del proyecto, esta capacitación estará prevista en el SASISOPA. Asimismo, durante el desarrollo de las actividades del proyecto se vigilará que el personal participante no realice actividades de captura, pesca, persecución, cacería, colecta y comercio ilegal de la flora y fauna existentes en la zona.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico.	Pemex Logística y las empresas contratistas que presten servicios de manejo de residuos, y descarga de aguas residuales, darán cumplimiento a las leyes y reglamentos en materia ambiental, las NOM y DACG aplicables.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras	La descarga de aguas residuales provenientes de la lixiviación de las cavidades será descargada al mar a

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Específicas**	**Cumplimiento del proyecto**
	afectadas por los hidrocarburos.	través de un difusor marino existente, que descarga a 3 km en el lecho marino del Golfo de México mediante el salmueroducto de 20" Ø x 28.00 km de Domos Salinos Tuzandepetl a Rabón Grande que fue diseñado para difundir el exceso de sólidos disueltos totales. Se verificará que el difusor se encuentre en óptimas condiciones de operación y se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga establecidas en el Título de Concesión número 10VER157790/29FQDA16, otorgado a Pemex Exploración y Producción el 13 de mayo de 2016, por un volumen de descarga de 5´803,500 metros cúbicos anuales por un plazo de 10 años.
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación *in situ*, en términos de la legislación aplicable.	Se implementarán programas de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipos para su adecuado funcionamiento. Asimismo, en caso de fugas y /o derrames, se llevarán a cabo acciones para la caracterización del suelo y un programa de remediación de sitios contaminados, de acuerdo con la LGPGIR y su Reglamento, y las NOM aplicables. De igual forma, el proyecto se apegará a lo establecido en la Ley de Protección Civil, publicada en el DOF el 19 de enero de 2018, en el Programa Nacional de Protección Civil, en el Programa Sectorial de Protección Civil 2019-2024 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y en el Programa de Protección Civil del municipio de Ixhuatlán del Sureste, así como en el Programa Interno de Protección Civil de Petróleos Mexicanos. Lo anterior, atendiendo lo establecido en el Atlas Nacional de Riesgos, así como los Atlas correspondientes a las entidades federativas y municipios, y las NOM en materia de Seguridad y Protección Civil. Todo lo anterior en coordinación con las autoridades municipales, estatales y federales a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres. Asimismo, se atenderá lo

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Específicas**	**Cumplimiento del proyecto**
		establecido en el SASISOPA autorizado por ASEA. Los posibles escenarios de fugas o derrames del proyecto serán incluidos al desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. Se proporcionará entrenamiento y capacitación al personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Los vehículos de transporte y maquinaria durante la preparación del sito y construcción contarán con mantenimiento preventivo y/o correctivo periódico para su óptimo funcionamiento, con lo cual podrán mitigarse las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión de diesel o gasolina.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Todos los residuos peligrosos que se generen durante las distintas etapas del proyecto serán manejados y dispuestos por Pemex Logística y las empresas que contrate para tal fin, con base en el documento interno de Pemex denominado *"Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales"*, con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016. A través del cual se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y DACG aplicables.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que	Pemex Logística dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y su Reglamento en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, de la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe		
Clave	**Acciones Específicas**	**Cumplimiento del proyecto**
	las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	materia de Registro Nacional de Emisiones, de la LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y DACG aplicables.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Todos los residuos peligrosos que se generen durante las distintas etapas del proyecto serán manejados y dispuestos por Pemex Logística y las empresas que contrate para tal fin, con base en el documento interno de Pemex denominado *"Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales"*, con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016. A través del cual se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y DACG aplicables. Los residuos serán enviados a disposición final a las instalaciones de la compañía *"GMG Enviroservice S.C."*, que cuenta con autorizaciones de SEMARNAT y dependencias federales para tratamiento y procesamiento.

III.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POECBRC).

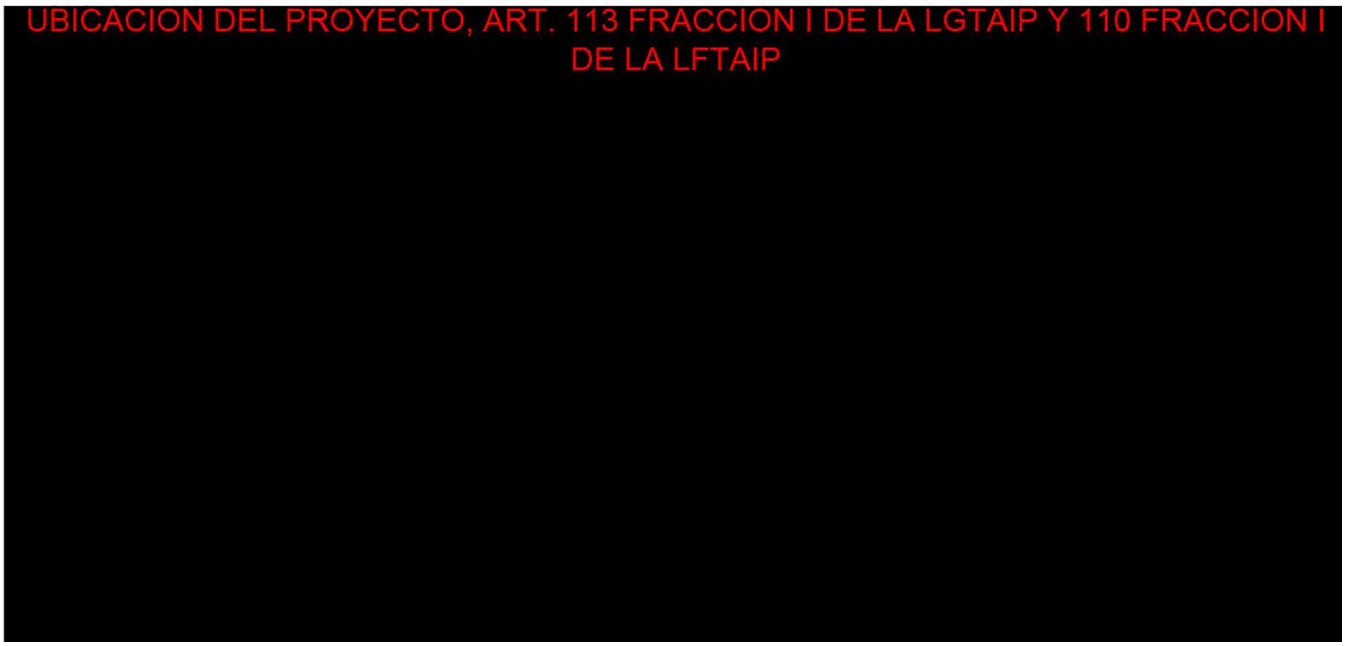
El Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos fue oficializado mediante un decreto por el que se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y reglamenta el desarrollo de la región denominada Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, expedido por el Ejecutivo Estatal, publicado en la Gaceta Oficial del gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave número 241, con fecha 25 de julio de 2008.

La región considerada como "Cuenca Baja de Río Coatzacoalcos" está situada en las tierras bajas costeras al extremo sur de Veracruz. El Área de Ordenamiento Ecológico (AOE) tiene una superficie de 4,537

km^2 que incluye la totalidad del territorio de los municipios Agua Dulce, Chinameca, Coatzacoalcos, Cosoleacaque, Ixhuatlán del Sureste (donde se ubica el proyecto), Jáltipan, Moloacán, Nanchital de Lázaro Cárdenas, Oteapan, Pajapan, Soconuzco y Zaragoza.

El POECBRC establece como objetivo general: Alentar un desarrollo congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales, sin llegar al conservacionismo extremo o a un desarrollo sin límites que provoque deterioro y pueda conducir a la destrucción de la zona.

De acuerdo con el Modelo de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja de Río Coatzacoalcos, la zona en la que se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentra localizada dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 6 y 7 (Figura III. 4).



Más del 95% de la superficie del proyecto está ubicada en la **UGA 7**, la cual está destinada al aprovechamiento industrial, la actividad que tipifica a la cuenca baja a pesar de ocupar solo el 1.3% del territorio. Se refiere a la zona industrial Coatzacoalcos-Nanchital,

Minatitlán-Cosoleacaque, Ixhuatlán, Jáltipan, Agua Dulce y Las Choapas. La mayoría de la zona industrial está asociada a la extracción y procesamiento del petróleo, azufre y fabricación de agroquímicos. Relacionada con la anterior, la **UGA 6**es considerada como una zona con vocación pecuaria, ocupa cerca del 5% del área del proyecto y abarca sistemas productivos y ecosistemas con posibilidades de utilizarse para la ganadería con un enfoque de conservación, tales como las sabanas c/encinar y sabanas c/palmares.

En la Tabla III. 5 describe los criterios ecológicos aplicables a las UGA 6 y 7. En la Tabla III. 5 se describen las acciones a realizar para el cumplimiento de los criterios ecológicos aplicables a las UGA 6 y UGA 7.

Tabla III. 5. Vinculación con los criterios ecológicos del POECBRC aplicables al proyecto.

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
Exploración	1	La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.	Pemex Logística y las empresas contratistas que presten servicios de manejo de residuos, y de descarga de aguas residuales, darán cumplimiento a las leyes y reglamentos en materia ambiental, las NOM y DACG aplicables. Asimismo, se dará cumplimiento a los aspectos ambientales incluidos en el SASISOPA. De la misma forma, durante el desarrollo de las actividades del proyecto se vigilará que el personal participante no realice actividades de captura, pesca, persecución, cacería, colecta y comercio ilegal de la
Riesgo industrial	2	Se promoverá que las industrias que realicen actividades consideradas como riesgosas elaboren los estudios de riego ambiental y los programas para la prevención de accidentes.	

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
			flora y fauna existentes en la zona.
Disposición de residuos	4	Las industrias deberán cumplir con la normatividad vigente en relación con el manejo y disposición final de residuos peligrosos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas aplicables.	Todos los residuos peligrosos, que se generen durante las distintas etapas del proyecto, serán manejados y dispuestos por Pemex Logística y las empresas que contrate para tal fin, con base en el documento interno de Pemex denominado "*Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales*", con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016. A través del cual se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y DACG aplicables. Los residuos serán enviados a disposición a través de compañías autorizadas para su tratamiento y/o procesamiento.
Residuos peligrosos	5	Se deberá promover y estimular el reúso, reciclaje y tratamiento de los residuos peligrosos.	
Contaminación de la atmósfera	6	Se deberá integrar y actualizar un inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera.	Pemex Logística dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y su Reglamento en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, de la Ley General de Cambio Climático y su
	7	Las industrias ubicadas en el área de ordenamiento deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles de acuerdo	

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
		con la normatividad vigente, particularmente las fuentes fijas de jurisdicción federal.	Reglamento en materia de Registro Nacional de Emisiones.
Contaminación del suelo	9	Deberán clasificarse los cuerpos de agua receptores de descarga de aguas residuales de acuerdo con su capacidad de asimilación o dilución y determinarse la carga contaminante que pueden recibir sin afectar la calidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan.	Las aguas residuales resultantes en las distintas etapas del proyecto serán manejadas conforme a las disposiciones correspondientes contenidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal de Derechos, la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, así como las NOM aplicables. Asimismo, el manejo del agua se apegará a las condiciones establecidas en el Título de Concesión para el Aprovechamiento de Aguas y el Permiso de Descarga de Aguas Residuales correspondientes. Para las aguas residuales producto de la lixiviación de cavidades, se usará el difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área de almacenamiento. Así como también se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga del Título de
	10	Las aguas industriales tratadas de acuerdo a las especificaciones de las NOM-CCA-01-ECOL/1993 y NOM-001-SEMARNAT-1996, no deberán ser vertidas directamente a ningún tipo de cuerpo de agua natural y embalses ya existentes.	

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
			Concesión y se dará mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.
	11	Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reúso y reciclaje, asó como regular su manejo y disposición final eficiente.	El manejo de los residuos se realiza con base en las "*Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales*". Con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016. Los residuos serán enviados a disposición a través de compañías autorizadas para su tratamiento y/o procesamiento.
Restauración y amortiguamiento	12	Las industrias deberán responsabilizarse de la restauración y recuperación de los suelos contaminados por residuos peligrosos.	Se implementarán programas de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipos para su adecuado funcionamiento. Asimismo, en caso de fugas y /o derrames, se llevarán a cabo acciones para la caracterización del suelo y un programa de remediación de sitios contaminados, de acuerdo con la LGPGIR y su Reglamento, y las NOM aplicables.
	13	Toda industria deberá contar con franjas de amortiguamiento entre ésta y los asentamientos humanos.	
	14	La reforestación en áreas urbanas e industriales deberá realizarse con flora nativa.	Se llevarán a cabo acciones de reforestación como parte de las medidas de mitigación mencionadas en el capítulo VI de este estudio, así como las señaladas en el

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
			Estudio Técnico Justificativo para la Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en Actividades del Sector Hidrocarburos.
Diques de contención	15	Toda la infraestructura donde exista riesgo de derrames deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento.	Las presas existentes están diseñadas para evitar rebosamiento en temporada de lluvias extraordinarias y el tanque de diesel de sello para la lixiviación cumplirá con todas sus medidas de protección para evitar fugas o derrames
Información poblacional	16	Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y conducción, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	El proyecto se apegará a lo establecido en la Ley de Protección Civil, publicada en el DOF el 19 de enero de 2018, en el Programa Nacional de Protección Civil, en el Programa Sectorial de Protección Civil 2019-2024 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y en el Programa de Protección Civil del municipio de Ixhuatlán del Sureste, así como en el Programa Interno de Protección Civil de Petróleos Mexicanos. Lo anterior, atendiendo lo establecido en el Atlas Nacional de Riesgos, así como los Atlas correspondientes a las entidades federativas y municipios, y las NOM en materia de Seguridad y Protección Civil. Asimismo, se atenderá lo establecido en el SASISOPA autorizado por ASEA, y se implementarán
Planes de contingencia	17	Las autoridades competentes periódicamente deberán revisar los planes de contingencia de cada industria, así como el correcto funcionamiento de la planta industrial y de los programas de seguridad industrial.	

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
			las acciones contenidas en el Estudio de Riesgo y el Plan de Prevención de Accidentes que acompañan el presente Manifiesto de Impacto Ambiental.
Desechos	18	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento a humedales, ríos o al mar.	El manejo de residuos sólidos y las descargas de drenaje será realizado por empresas autorizadas, conforme a la LGPGIR y su reglamento, LAN y su reglamento y las NOM aplicables. No se realizarán descargas de aguas residuales de uso sanitario en cuerpos de aguas nacionales.
Restauración	19	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	En caso de fugas y/o derrames de sustancias peligrosas, se llevarán a cabo acciones para la caracterización del suelo y un programa de remediación de sitios contaminados, de acuerdo con la LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM aplicables.
Diversificación y reciclaje de productos	20	Se buscará la diversificación de las actividades industriales de forma tal que se aprovechen las materias primas, sustancias de desecho y los insumos regionales.	Atendiendo a los principios de valorización, reducción, reutilización y reciclaje, los residuos que se generen durante las distintas etapas del proyecto serán manejados y con base en las "*Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias.* Los residuos serán enviados a disposición a través de compañías
	21	Se deberá fomentar el reciclaje de los productos de desecho industriales.	

Tema	No.	Criterios ecológicos aplicables a la industria	Cumplimiento del proyecto
			autorizadas para su tratamiento y/o procesamiento.

III.1.4 Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste (Actualización).

La Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, constituye un instrumento técnico jurídico que tiene por objeto ordenar, regular y mejorar los procesos de desarrollo urbano que confluyen en la zona conurbada formada por las cabeceras municipales de Coatzacoalcos, Nanchital e Ixhuatlán de Sueste del Estado de Veracruz. Este programa es de alcance regional y en él se establecen las bases estratégicas para las acciones que deberán ser aplicadas para el ordenamiento urbano y la regulación del uso del suelo de la zona conurbada, siguiendo el principio básico de lo general a lo particular. La Actualización de este Programa comprende dos áreas principales: **1)** la margen izquierda del río Coatzacoalcos, en la que la política se centra en el ordenamiento urbano con fines habitacionales y la infraestructura de servicios requerida; y **2)** la margen derecha del río Coatzacoalcos, que incluye la zona industrial de Coatzacoalcos, y los asentamientos humanos localizados en sus alrededores, la totalidad del Municipio de Nanchital y parte del Municipio de Ixhuatlán del Sureste.

Las políticas de desarrollo urbano aplicables a la margen derecha del río Coatzacoalcos, donde se ubica el proyecto, apoyan la actividad industrial y la preservación ecológica, así como restringir el crecimiento de los asentamientos urbanos en las áreas circundantes, considerando que en esa área se localiza una importante infraestructura industrial del sector petrolero del país.

Las Estrategias planteadas en este Programa de Ordenamiento Urbano, con un alcance al 2025, comprenden el desarrollo de Políticas de Desarrollo Generales, Políticas de Ordenamiento del Territorio, Políticas de Desarrollo Urbano, y Políticas de Ordenamiento Ecológico, las cuales incluyen: políticas de aprovechamiento racional, políticas de control ecológico, políticas de mejoramiento ecológico, y políticas de prevención ecológica. Los Lineamientos Estratégicos del Programa incluyen aspectos como vivienda, incorporación del suelo al desarrollo, reservas (territoriales, ecológicas, industriales y especiales), infraestructura primaria (agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, y energía eléctrica y alumbrado) y, medio ambiente y ecología, entre otros.

Los Lineamientos Estratégicos correspondientes a reservas incluyen zonas de Reserva de Industria Pesada de Pemex en las que los objetivos del ordenamiento urbano comprenden el establecimiento de políticas y acciones para la protección de los derechos de vía de los ductos y el mejoramiento de los índices de seguridad en el entorno de las instalaciones petroleras de la región, mediante el establecimiento de áreas de amortiguamiento.

El Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste señala que en el área de Tuzandépetl se localizan los domos salinos para el almacenamiento estratégico de petróleo crudo, gas licuado de petróleo y gas natural de Pemex, con capacidad para 10 millones de barriles. El Programa también señala que dada la importancia de las instalaciones de Pemex que se localizan en el área y el riesgo que representa el elevado volumen de hidrocarburos almacenados, es evidente la necesidad de regular el uso del suelo en esa región y evitar los asentamientos humanos en áreas cercanas para preservar su seguridad y evitar poner en riesgo la viabilidad de las actividades y los proyectos industriales. Colindando con las

mencionadas áreas de almacenamiento de crudo y gas, existen terrenos particulares donde existen proyectos para la instalación de plantas industriales de características y escalas diversas.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Urbano, en el Municipio de Ixhuatlán del Sureste se encuentra un predio de 590 ha propiedad de Pemex Exploración y Producción, de las cuales 100 ha. se reservarán para el desarrollo de un proyecto de almacenamiento de gas natural de Pemex y las restantes 490 ha. se destinarán a la creación de una reserva ecológica (Parque Tuzandépetl), con la salvedad de que en este predio se podrán desarrollar únicamente las actividades industriales relacionadas al almacenamiento de crudo y gas, sujetándose a la normatividad ambiental vigente al momento de llevarse a cabo dicho proyecto. No obstante ser compatible con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, Pemex Logística ha iniciado las gestiones necesarias para la desincorporación de 56.81 hectáreas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación del "Parque Ecológico Tuzandepetl" establecida mediante el certificado COANP-251/2011, donde se ubica el proyecto. La solicitud de desincorporación se realizó mediante el oficio PEP-DG-SSSTPA-567-2020 de fecha 24 de agosto del 2020.

III.2. Instrumentos normativos.

En México, el marco jurídico ambiental está orientado hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para promover la prevención, mitigación y remediación de los impactos al ambiente derivados de las actividades sociales y económicas que desarrolla la población. Los instrumentos normativos ambientales, están enfocados a dar mayor certeza jurídica a los sujetos regulados, lo cual constituye un elemento básico para agilizar el cumplimiento de las obligaciones en materia ambiental y contribuir al incremento de la competitividad de las actividades productivas.

El Sistema Jurídico en México está conformado por una serie de ordenamientos legales que parten de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, e incluye tratados internacionales de los que México forma Parte, leyes reglamentarias de la Constitución, reglamentos de dichas leyes y Normas Oficiales Mexicanas (NOM), además de las recientemente creadas Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG). A continuación, se analizan los instrumentos normativos que tienen aplicación sobre el proyecto.

III.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (*última reforma DOF 8 de mayo de 2020*) es la Ley Suprema de la Nación, en la cual se establecen las bases de la organización política de nuestro sistema, las relaciones entre los poderes del Estado (legislativo, ejecutivo y judicial), la soberanía de la Nación, las garantías individuales y sociales, el régimen de gobierno federal y el control de la constitucionalidad de las leyes y actos de los tres poderes, Ejecutivo, Legislativo y Judicial.

Las disposiciones en materia ambiental que emanan de la Carta Magna establecen las bases constitucionales en las que se construye el sistema jurídico mexicano. En la Tabla III. 6 se analiza los artículos

constitucionales que sientan las bases para la regulación ambiental en México, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 6. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Artículo 4. La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. ***Párrafo tercero.*** Toda persona tiene derecho a la protección de la salud […] ***Párrafo cuarto.*** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar... El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. ***Párrafo quinto.*** Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.	El proyecto, desde el desarrollo de su ingeniería, contempla la implementación de medidas preventivas y de mitigación para mantener las condiciones ambientales adecuadas en la zona de influencia del proyecto, y de esa forma garantizar el derecho constitucional de los pobladores que se encuentren en las zonas cercanas a área del proyecto, a proteger su salud, a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, y a garantizar su derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico.
Artículo 25. Corresponde al *Estado* la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable [...]. ***Párrafo séptimo.*** Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía sujetándolos a las	El proyecto, desde el desarrollo de su ingeniería, contempla la implementación de medidas preventivas y de mitigación en la zona de influencia del proyecto, mismas que se incluyen en la presente manifestación de impacto ambiental, buscando ser ambiental, social y económicamente sustentable, para beneficio del desarrollo energético de la nación.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y medio ambiente.	
Artículo 27. "La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual (...) tendrá en todo tiempo el derecho de (...) regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de (...) 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 dictarán las medidas necesarias para (...) establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas (...); para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y para evitar la destrucción de los elementos naturales (...)". Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán concesiones (…)	El proyecto, a través de su ingeniería y de las medidas de mitigación que se establecen en la presente manifestación de impacto ambiental, busca participar en la distribución equitativa de la riqueza pública, al incrementar las reservas de la nación, hacer partícipe a los habitantes de la zona en la derrama económica de la actividad y al mismo tiempo, empleando las mejores prácticas y alternativas para la protección del medio ambiente.
Artículo 73 fracción XXIX-G. El Congreso tiene facultad: Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de la preservación y restauración del equilibrio ecológico.	El proyecto se realizará en estricto apego a las disposiciones jurídicas en materia ambiental expedidas por los tres niveles de gobierno, de acuerdo con sus competencias correspondientes, sobre todo en materia de protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico.
Artículo 115. Fracción III. Los Municipios tendrán a su cargo las	El proyecto dará cumplimiento a las disposiciones ambientales emitidas por

Artículo	Cumplimiento del proyecto
funciones y servicios públicos siguientes: a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;	el H. Ayuntamiento de Ixhuatlán del Sureste, relativas al uso de agua potable, drenaje, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; así como a las disposiciones sobre recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos de su competencia.
Artículo 124. Las facultades que no están expresamente concedidas por esta Constitución a los funcionarios federales se entienden reservadas a los Estados.	El proyecto dará cumplimiento a las disposiciones ambientales emitidas por el gobierno constitucional del Estado de Veracruz, a través de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Veracruz, la Ley de Desarrollo Regional y Urbano del Estado de Veracruz y la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz.
Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.	El proyecto dará cumplimiento a los tratados internacionales aplicables a la zona de estudio en materia ambiental, los cuales se analizan más adelante, en la sección correspondiente.

III.2.2 Leyes y Reglamentos Federales.

A continuación, se analizan las disposiciones contenidas en leyes y reglamentos ambientales de orden federal que tienen aplicación directa sobre las actividades del proyecto.

- **Ley de Hidrocarburos.**

Esta ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27, párrafo séptimo y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular las actividades en toda la cadena de valor del sector hidrocarburos (*Última reforma publicada DOF 15-11-2016*). El **Artículo 95** de esta

ley establece que la industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria. Asimismo, en el **Artículo 129** señala que corresponde a la ASEA emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente en la industria de Hidrocarburos. Por lo que el proyecto se apegará a los resolutivos que emita la ASEA.

- **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.**

Esta ley tiene por objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), como un órgano desconcentrado de la SEMARNAT, con autonomía técnica y de gestión. La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de: 1) La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa; 2) Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y 3) El control integral de los residuos y emisiones contaminantes. Los Artículos 5 y 7 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, señalan que la Agencia tendrá las atribuciones para expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental en las actividades del sector hidrocarburos, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia. Por lo que la aplicación de las disposiciones ambientales contenidas en las Leyes, Reglamentos, NOM y DACG, que se analizan a continuación, corresponden a la ASEA.

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.**

Esta ley (*última reforma publicada DOF 05-06-2018*) es reglamentaria de las disposiciones constitucionales referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Establece disposiciones para la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la prevención y el control de la contaminación del aire, el agua y el suelo; la preservación y protección de la biodiversidad; el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene aplicación directa con las actividades que se desarrollarán en todas las etapas del proyecto, por lo que en todo momento se observarán las disposiciones contenidas en este instrumento jurídico, específicamente sobre prevención y control de la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como la preservación y protección de la riqueza natural del país, incluyendo los ecosistemas y la flora y fauna silvestres, especialmente de individuos de las especies amenazadas o en peligro. En la Tabla III. 7 se analiza las disposiciones de la LGEEPA, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 7. Vinculación de las disposiciones de la LGEEPA aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
De acuerdo con el **Artículo 28,** requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, entre otras, las siguientes obras y	La realización de actividades de la Industria del petróleo requiere la autorización en materia de impacto ambiental, por lo que la presente Manifestación de Impacto Ambiental,

Artículo	Cumplimiento del proyecto
actividades: Actividades de la Industria del petróleo… **(Fracción II)**. Los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, que describa los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas y de mitigación necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Además, cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente **(Artículo 30)**.	con su correspondiente estudio de riesgo, se elabora y presenta a la ASEA, para dar cumplimiento a lo establecido en los Artículos 28 y 30 de la LGEEPA, conforme al procedimiento para la evaluación de impacto ambiental señalado en el reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto ambiental y la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de la Industria del Petróleo, Modalidad Particular emitida por la ASEA. No obstante que el objeto legal es el cumplimiento de la normatividad, cabe mencionar que esta MIA fue elaborada con la colaboración de un grupo multidisciplinario de expertos en las áreas jurídica, de ingeniería, biología, ecología, fisiología vegetal, geología, hidrología, geomática, impacto y riesgo ambiental, entre otras; mediante la realización de estudios de campo y análisis de la información más reciente disponible. Además, en la presente MIA se describen los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra, así como las medidas preventivas y de mitigación necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
El **Capítulo I, Título Segundo, Artículo 46, fracción XI** establece que se consideran áreas naturales protegidas las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, y que son de competencia de la Federación.	El área del proyecto se ubica dentro de la poligonal del Parque Ecológico Tuzandepetl, un área natural protegida (ANP) de competencia de la Federación, con categoría Área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC), de acuerdo con lo señalado en el Artículo 46, fracción XI de la LGEEPA. Esta ANP, ubicada en el municipio Ixhuatlán del Sureste se estableció mediante el Certificado CONANP-251/2011, con fecha 7 de marzo de 2011, propiedad de Petróleos Mexicanos (Pemex), bajo el nombre de Parque Ecológico Tuzandepetl, el cual tiene una superficie de 1104 hectáreas.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
	Sin embargo, Pemex Logística ha iniciado las gestiones necesarias para la desincorporación de 56.81 hectáreas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación del "Parque Ecológico Tuzandepetl" establecida mediante el certificado COANP-251/2011, donde se ubica el proyecto. La solicitud de desincorporación se realizó mediante el oficio PEP-DG-SSSTPA-567-2020 de fecha 24 de agosto del 2020.
El **Capítulo III** del **Título Segundo, Artículo 79** señala que para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán criterios, de tipo biológico, ecológico y evolutivo, para el otorgamiento de concesiones, permisos y autorizaciones tanto para el aprovechamiento, posesión, administración, conservación, repoblación, propagación y desarrollo de flora y fauna silvestres (**Artículo 80**), para el establecimiento de vedas de flora y fauna silvestre (**Artículo 81**),así como para la importación y exportación de flora y fauna silvestre y material genético (**Artículo 82**). Por su parte, el **Artículo 83** establece que el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies. La Secretaría (en este caso la ASEA) deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un	En estudio de referencia de Sales del Istmo se indica la presencia de especies "en peligro de extinción (P)" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Es importante hacer notar que estas tres especies de mangle se encuentran en una pequeña porción de un predio de propiedad privada que de sales del Istmo, a 3 km del Área 400, por lo que no habrá afectación al mangle, haciendo hincapié en que en la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar. Asimismo, en el Sistema ambiental también se registraron 13 especies de fauna con algún estatus de protección y se registraron 12 especies incluidas en el Apéndice I de la Convención CITES. Mientras que en el área del proyecto se registraron nueve especies. Por lo que, con el objeto de dar cumplimiento a las disposiciones de la LGEEPA sobre flora y fauna silvestre, de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la convención CITES, se llevarán a cabo acciones de manejo para que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de los individuos de flora y fauna silvestre presentes en el área. Por otra parte, Pemex promoverá que el personal que

Artículo	Cumplimiento del proyecto
aprovechamiento sustentable de las especies.	contrate durante la fase de preparación del sitio y construcción, así como el personal de Pemex que participe en la etapa de Operación, respete la vida silvestre presente en la zona, y disminuya la incidencia de caza furtiva de ejemplares de especies amenazadas, mediante la impartición de cursos de capacitación y educación ambiental al personal, programados en el SASISOPA. El proyecto pretende no contraponer en ningún momento lo establecido en la normatividad ambiental aplicable.
El **Título Tercero**, en sus capítulos: **Capítulo I.** Aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos (**Art. 88 – 97**); **Capítulo II.** Preservación y aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos (**Art. 98 – 105**); y **Capítulo III.** De la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico (**Art. 108 y 109**), establecen los criterios para la preservación y aprovechamiento de los recursos naturales.	Para dar cumplimiento a los artículos mencionados, Pemex Logística dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en las leyes sectoriales correspondientes, así como a las DACG emitidas por la ASEA y las NOM aplicables.
El **Capítulo II** del **Título Cuarto** establece las medidas de *Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera*, en los Artículos 111 a 116. El **Artículo 111 BIS** señala que para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. **Segundo párrafo:** Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran **fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias: química, del petróleo y petroquímica**, entre otras. El **Artículo 113** señala que no deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. Asimismo,	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono, se generarán emisiones a la atmósfera tanto por equipo y maquinaria pesada como por vehículos automotores que transportarán al personal y los materiales necesarios para la construcción y operación. Los vehículos que transporten material serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvos. Asimismo, se humedecerán los caminos con agua tratada proveniente de auto tanques provistos de aspersores y circularán a una velocidad no mayor de 50 km/hr con el fin de evitar y/o reducir la dispersión de polvos. Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión, vehículos y maquinaria pesada que utilicen combustibles fósiles, con el objeto de reducir

Artículo	Cumplimiento del proyecto
establece que, en todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las NOM expedidas por la Secretaría.	las emisiones contaminantes a la atmósfera. Se cumplirá con la verificación vehicular de los vehículos del proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Protección Ambiental del Estado de Veracruz. Se elaborará y mantendrá actualizado un inventario de emisiones de contaminantes criterio provenientes de maquinaria y equipo, así como un inventario de gases de efecto invernadero (GEI). De igual forma, se diseñarán e implementarán un Programa de monitoreo de Calidad del Aire y un Programa de monitoreo atmosférico de GEI. Adicionalmente, el CAE Tuzandepetl cuenta con las autorizaciones correspondientes incluyendo la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual, las cuales se modificarán para abarcar esta tapa del proyecto.
El **Capítulo III** del **Título Cuarto** establece las medidas de *Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos*, en los Artículos 117 a 133. De acuerdo con el **Artículo 121**, no podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal (...). Por su parte el **Artículo 122** señala que las aguas residuales provenientes de usos industriales que se descarguen en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores (...).	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalarán sanitarios portátiles a través de una empresa contratista, cuyos servicios incluirán limpieza, recolección y almacenamiento de las aguas residuales para su posterior tratamiento y descarga, para lo cual la empresa deberá contar con los permisos de descarga correspondientes. Durante la etapa de operación, los servicios sanitarios serán proporcionados por la red de drenajes del CAE Tuzandepetl. El agua potable necesaria será suministrada en garrafones de acuerdo a las necesidades del personal. Pemex cuanta con los permisos y autorizaciones correspondientes para la descarga de aguas residuales en sitios permitidos, además se observará en todo momento lo establecido en el SASISOPA. En la etapa de construcción y habilitación de las cavidades en domos salinos se utilizan grandes

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Asimismo, el **Artículo 123** establece que todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las Normas Oficiales Mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	volúmenes de agua neutra y libre de partículas en suspensión. La fuente de abastecimiento de agua y las áreas para desalojarla después de la prueba, deben cumplir con los requisitos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y también de las NOMcorrespondientes; asimismo se ordenará los análisis de laboratorio necesarios para verificar la calidad especificada. Además, para prevenir la contaminación de aguas superficiales y para evitar la migración vertical al subsuelo o al acuífero, se utilizarán dispositivos de retención. El agua residual doméstica será tratada en plantas de tratamiento de aguas residuales, o depositadas en las letrinas para su oxidación posterior por medios mecánicos (agitación) o adicionando algún reactivo químico (cal) y serán descargadas en sitios autorizados por la entidad competente. Asimismo, se cumplirá con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores establecidos en las NOM aplicables. Se realizarán pruebas de las aguas residuales para verificar el cumplimiento con los límites máximos permisibles. Cabe mencionar que en ningún momento se realizarán descargas de aguas residuales sin tratamiento en cuerpos de agua.
El **Artículo 129** señala que el otorgamiento de asignaciones, autorizaciones, concesiones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en actividades económicas susceptibles de contaminar dicho recurso estará condicionado al tratamiento previo necesario de las aguas residuales que se produzcan.	Se han iniciado las gestiones necesarias ante CONAGUA para la actualización del título de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de agua de la bocatoma, para el aprovechamiento de agua proveniente del río Coatzacoalcos para la operación del proyecto.
El **Artículo 130** señala que la Secretaría autorizará el vertido de aguas residuales en aguas marinas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, su	La descarga de aguas residuales provenientes de la lixiviación de las cavidades será descargada al mar a través de un difusor marino existente, que descarga a 3 km en el

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Reglamento y las NOM que al respecto expida. Cuando el origen de las descargas provenga de fuentes móviles o de plataformas fijas en el mar territorial y la zona económica exclusiva, así como de instalaciones de tierra cuya descarga sea el mar, la Secretaría se coordinará con la Secretaría de Marina para la expedición de las autorizaciones correspondientes.	lecho marino del Golfo de México mediante el salmueroducto de 20" Ø x 28.00 km de Domos Salinos Tuzandepetl a Rabón Grande que fue diseñado para difundir el exceso de sólidos disueltos totales. Se verificará que el difusor se encuentre en óptimas condiciones de operación y se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga establecidas en el Título de Concesión número 10VER157790/29FQDA16, otorgado a Pemex Exploración y Producción el 13 de mayo de 2016, por un volumen de descarga de 5´803,500 metros cúbicos anuales por un plazo de 10 años.
El **Capítulo IV** del **Título Cuarto** establece los criterios y medidas de *Prevención y Control de la Contaminación del Suelo*, en los **Artículos 134 a 144.**	Durante el desarrollo de las actividades del proyecto se hará un manejo integral de los residuos para evitar la contaminación del suelo y la infiltración en el subsuelo. Dicho manejo se realizará conforme a lo señalado en la LGPGIR y su reglamento, así como en las NOM y DACG aplicables.
El **Capítulo V** del **Título Cuarto** regula las *Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas*, en los **Artículos 145 a 149.** El **Artículo 147** establece que la realización de actividades altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las Normas Oficiales Mexicanas. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un **estudio de riesgo ambiental (...).** De igual manera, el **Artículo 147 BIS** señala que quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un **seguro de riesgo ambiental** (...)	La presente Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad Particular, será presentada con su correspondiente Estudio de Riesgo para dar cumplimiento a las disposiciones de la LGEEPA en esta materia, así como el seguro de riesgo ambiental correspondiente señalado en el artículo 147 BIS de la misma ley.
El **Capítulo VI** del **Título Cuarto** regula las *Materiales y residuos*	Pemex Logística dará cumplimiento a estas disposiciones al observar las

Artículo	Cumplimiento del proyecto
peligrosos, en los **Artículos 150 a 153** establecen criterios y disposiciones generales para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos.	disposiciones contenidas en la LGPGIR, su reglamento y las NOM y DACG correspondientes. Los residuos serán enviados a disposición final a las instalaciones de la compañía "*GMG Enviroservice S.C.*", que cuenta con autorizaciones de SEMARNAT y dependencias federales para tratamiento y procesamiento.
El **Capítulo VIII** del **Título Cuarto** regula lo relativo a *Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual*, en los artículos 155 y 156. Específicamente, el **Artículo 155** señala que quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (...). En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes, deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Durante la realización de las actividades en todas las etapas del proyecto se generarán niveles de ruido superiores a los que habitualmente se producen en el sitio del proyecto. El ruido variará según la operación concreta que se realice. Los niveles de ruido observados a 15 metros de distancia de diferentes equipos utilizados varían desde 68 a 78 dBA, valor que no rebasa los límites máximos permisibles, por lo que no existirá impacto por ruido durante la preparación del sitio y construcción. Para evitar contaminación por ruido, los vehículos que laboren en el proyecto darán cumplimiento a lo que marcan las NOM aplicables.

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.**

Este reglamento (*Última Reforma DOF 31-10-2014*) tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.En la Tabla III. 8 se analiza las disposiciones de la LGEEPA, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 8. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
El Reglamento en su **Artículo 5** establece que requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental quienes pretendan llevar a cabo, entre otras, las siguientes actividades: **Inciso D) actividades del sector hidrocarburos, Fracción IV.** Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas. **Artículo 17.-** El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental […] Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. Asimismo, establece en el **Capítulo III (Artículos 9 a 28)** el *Procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental* que deberán seguir quienes presenten ante la SEMARNAT (en este caso la ASEA) una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	El proyecto involucra actividades para el almacenamiento de hidrocarburos en domos salinos, por lo que para dar cumplimiento a las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, será sometida para su autorización la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) con su correspondiente Estudio de Riesgo, conforme al procedimiento para la evaluación de impacto ambiental. No obstante que el objeto legal es el cumplimiento de la normatividad, cabe mencionar que esta MIA fue elaborada con la colaboración de un grupo multidisciplinario de expertos en las áreas jurídica, de ingeniería, biología, ecología, fisiología vegetal, geología, hidrología, geomática, impacto y riesgo ambiental, entre otras; mediante la realización de estudios de campo y análisis de la información más reciente disponible.
Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de **seguros o garantías** respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables; II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan **cuerpos de agua**, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas,	De conformidad con los artículos 51 y 52 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, Pemex Logística, promovente o regulado del proyecto, cubrirá los montos que fije la ASEA por concepto de seguros o garantías respecto al cumplimiento de las condiciones que la misma autoridad establezca. Lo anterior, en virtud de que la construcción de las cavidades para el almacenamiento de hidrocarburos en domos salinos

Artículo	Cumplimiento del proyecto
amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; III. Los proyectos impliquen la realización de **actividades consideradas altamente riesgosas** conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y **Artículo 52.-** La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones.	implica la realización de actividades consideradas como altamente riesgosas.

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.**

Este reglamento (*Última Reforma DOF 31-10-2014*) tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. En la Tabla III. 9 se analiza las disposiciones de la LGEEPA, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 9. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
El **Artículo 17** del **Capítulo II** establece que los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a: I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes; II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera; III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo; IV.- Medir	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono, se generarán emisiones a la atmósfera tanto por diversas fuentes ya que se utilizarán vehículos automotores para el trasporte de materiales y de personal, equipo y maquinaria pesada necesarios para la construcción y operación. Las emisiones a la atmósfera se reducirán mediante el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión, vehículos y maquinaria pesada que utilice combustibles fósiles, durante la vigencia de las etapas de instalación o construcción en las que participen.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
sus emisiones contaminantes a la atmósfera y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite; V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate […] colinde con áreas naturales protegidas […]; VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control.	Se elaborará una bitácora de mantenimiento de vehículos y de la maquinaria empleada en el desarrollo del proyecto, la cual permitirá registrar los mantenimientos, su planificación y alertas, así como intensidad de trabajo y nivel de concentración de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero (GEI). La bitácora de mantenimiento de los vehículos incluye también la maquinaria y equipos dinámicos, considerando la eficiente combustión de los motores y el ajuste de los componentes mecánicos, y la forma en la que el encargado del mantenimiento deberá realizar las anotaciones respectivas cuando realice estos mantenimientos. El programa deberá contar con las especificaciones que establezcan los niveles máximos de emisión de gases de combustión y ruido que el equipo puede emitir cuando esté operando dentro de especificaciones. El programa de mantenimiento deberá contar con las especificaciones relativas a: •Los tipos de mantenimiento preventivo a que se debe sujetar la maquinaria •La frecuencia o periodicidad con la que cada uno de estos tipos de mantenimiento se debe realizar. •Las especificaciones de cada uno de estos tipos de mantenimiento. Lo anterior se llevará a cabo atendiendo las disposiciones establecidas en el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y
El **Artículo 18** del **Capítulo II** establece que sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.	
El **Artículo 21** del **Capítulo II** señala que los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal […] deberán presentar una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1o. de marzo y el 30 de junio de cada año, los interesados deberán utilizar la Cédula de Operación Anual a que se refiere el artículo 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.	

Artículo	Cumplimiento del proyecto
El **Capítulo III** regula la *Emisión de Contaminantes a la Atmosfera Generada por Fuentes Móviles*. En su **Artículo 28** señala que las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por *fuentes móviles*, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas (hoy, Normas Oficiales Mexicanas) que expida la SEMARNAT en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal (con sus equivalentes actuales), tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	Control de la Contaminación Atmosférica, la Ley de Cambio Climático y su Reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones. Adicionalmente, el CAE Tuzandepetl cuenta con las autorizaciones correspondientes incluyendo la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual, las cuales se modificarán para cubrir esta tapa del proyecto.

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.**

Este reglamento (*Última Reforma DOF 31-10-2014*) tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en lo que se refiere al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. El segundo párrafo del Artículo 2 señala que cuando se trate de las Actividades del Sector Hidrocarburos y de obras e instalaciones de dicho sector, la SEMARNAT por conducto de la ASEA, ejercerá las atribuciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción contenidas en el presente Reglamento. En la Tabla III. 10 se analiza las disposiciones de la LGEEPA, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 10. Vinculación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
De acuerdo con el **Artículo 9, Sección II** del **Capítulo II**, se consideran establecimientos sujetos a reporte de competencia federal los siguientes: **I.** Los señalados en el segundo párrafo del artículo 111 Bis de la Ley, incluyendo a aquéllos que realizan actividades del sector hidrocarburos; **II.** Los generadores de residuos peligrosos en términos de las disposiciones aplicables, y **III.** Aquéllos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.	El CAE Tuzandepetl cuenta con las autorizaciones correspondientes incluyendo la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual, las cuales se modificarán para abarcar esta tapa del proyecto, a través de las cuales proporcionará la información necesaria para actualizar la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes al que se refiere el presente reglamento de la LGEEPA. Las emisiones y transferencias de contaminantes se medirán utilizando los métodos, equipos, procedimientos de muestreo y reporte especificados en las NOM, o en su caso, mediante la aplicación de factores de emisión, estimación mediante datos históricos, balance de materiales, cálculos de ingeniería o modelos matemáticos.
Artículo 10 Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la NOM correspondiente. La información a que se refiere el párrafo anterior se proporcionará a través de la Cédula de Operación Anual.	
Artículo 19. Las emisiones y transferencias de contaminantes y sustancias sujetas a reporte de competencia federal que estén reguladas por NOM deberán medirse utilizando los métodos, equipos, procedimientos de muestreo y reporte especificados en las NOM, y las Normas Mexicanas (NMX) que sean referidas en estas últimas, de acuerdo a lo que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.	
Artículo 20. Para efectos del presente Reglamento, las emisiones y transferencia de contaminantes y sustancias sujetas a reporte de competencia federal, que no estén reguladas por NOM o cuya medición esté exenta, pueden estimarse a través de metodologías comúnmente utilizadas, tales como la aplicación de factores de emisión, estimación mediante datos históricos, balance de materiales, cálculos de ingeniería o modelos matemáticos.	

- **Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en Materia del Registro Nacional de Emisiones.**

La Ley General de Cambio Climático (Última reforma DOF 13-07-2018) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; y reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno. Por su parte, el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (Última reforma 28-10-2014), tiene por objeto reglamentar la Ley General de Cambio Climático en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones. En la Tabla III. 11 se analizan las disposiciones de la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en Materia del Registro Nacional de Emisiones, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 11. Vinculación de la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento en Materia del Registro Nacional de Emisiones aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Ley GCC Título Quinto, Capítulo VIII, Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	El CAE Tuzandepetl cuenta con la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual (las cuales se modificarán para abarcar esta tapa del proyecto), a través de las cuales proporcionará la información necesaria para actualizar la

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Reglamento-Ley GCC, Capítulo I, Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley, se identifican como establecimientos sujetos a reporte: **I.** Sector Energía: **b.** Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos;	base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Se elaborará y mantendrá actualizado un inventario de emisiones de contaminantes criterio provenientes de maquinaria y equipo, así como un inventario de gases de efecto invernadero (GEI), midiendo dióxido de carbono y metano. Adicionalmente se medirá el "carbón negro" (black carbon). De igual forma, se diseñarán e implementarán un Programa de monitoreo de Calidad del Aire y un Programa de monitoreo atmosférico de GEI. Todo lo anterior se llevará a cabo atendiendo las disposiciones establecidas en el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, la Ley de Cambio Climático y su Reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones y la Ley de Protección Ambiental del estado de Veracruz.
Reglamento-Ley GCC, Artículo 4. Las actividades que se considerarán como establecimientos sujetos a reporte: **I.** Sector Energía: **b.** Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos: **b.3.** Perforación de pozos petroleros y de gas **b.5.** Transporte de petróleo crudo por ductos […].	
Reglamento-Ley GCC, Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: **I.** Identificar las emisiones directas de fuentes fijas y móviles […]; **II.** Identificar las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; **III.** Medir, calcular o estimar la emisión de gases o compuestos de efecto invernadero de todas las fuentes emisoras identificadas en el establecimiento […]; **V.** Reportar anualmente sus emisiones directas e indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del gas o compuesto de efecto invernadero de que se trate y su equivalente en toneladas de bióxido de carbono equivalentes anuales;	
Reglamento-Ley GCC, Capítulo III, Sección II, Artículo 12. La presentación del reporte de gases o compuestos de efecto invernadero ante el registro se realizará a través de la Cédula de Operación Anual […]	

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Esta nueva Ley publicada en el DOF el 5 de junio de 2018, sustituye a la ley anterior; es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. La fracción VII del Artículo 7 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos establece que como parte de las atribuciones de la ASEA, le corresponde la realización de actos administrativos para otorgar autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.En la Tabla III. 12 se analizan las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 12. Vinculación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Artículos 68 y 69. Corresponderá a la Secretaría emitir/otorgar: **I.** Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;	Pemex Logística está realizando las gestiones necesarias para obtener la autorización de Cambio de uso de Suelo, a través del Estudio Técnico Justificativo para la Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en Actividades del Sector Hidrocarburos.
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (31-10-2014).

Este Reglamento fue publicado inicialmente en el DOF el 21 de febrero de 2005 y su última reforma el 31 de octubre de 2014.Es importante hacer notar que la Nueva Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el DOF el 5 de junio de 2018, abroga a la anterior Ley de Desarrollo Forestal Sustentable publicada el 25 de febrero de 2003. Sin embargo, el Reglamento no se ha actualizado conforme a la nueva ley. Este reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. En su Artículo 2 el reglamento señala que además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por: fracción **I Bis. Actividades del Sector Hidrocarburos:** las actividades definidas como tal en el artículo 3, fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; y fracción **I Ter. Agencia**, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Lo anterior con la finalidad de vincular las actividades del Sector Hidrocarburos con la regulación del desarrollo forestal.En la Tabla III. 13 se analizan las disposiciones del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 13. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Título Cuarto, Capítulo Segundo. Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría. Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia	Pemex Logística está realizando las gestiones necesarias para obtener la autorización de Cambio de uso de Suelo, a través del Estudio

Artículo	Cumplimiento del proyecto
simple del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda.	Técnico Justificativo para la Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en Actividades del Sector Hidrocarburos. Dicho estudio se ingresará a la ventanilla de atención a los regulados, junto con la MIA y el Estudio de Riesgo correspondientes. Pemex Logística atenderá las medidas que la ASEA incorpore en el oficio resolutivo correspondiente, en caso de ser autorizado el cambio de uso de suelo.
Artículo 121. Señala la información y los elementos que los estudios técnicos justificativos deberán contener.	
Artículo 123 Bis. Para efectos de lo dispuesto en la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.	
Artículo 127. Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.	

- **Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.**

La Ley General de Vida Silvestre (Última reforma publicada DOF 19-01-2018) es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 de la Carta Magna, y tiene por objeto regular la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Es importante hacer notar que ninguna de las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre es aplicable a las obras y actividades del proyecto.En la Tabla III. 14 se analizan las disposiciones de la Ley General de Vida silvestre, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 14. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Título VI, Capítulo I, Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: **a)** En peligro de extinción, **b)** Amenazadas, y **c)** Sujetas a protección especial.	En estudio de referencia se indica que, en el Sistema Ambiental se encuentran especies de flora (incluyendo *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*) y con trabajo de campo de identificaron trece especies de fauna que se encuentran bajo la categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante hacer notar que estas tres especies de mangle se encuentran en una pequeña porción de un predio de propiedad privada de Sales del Istmo, a 3 km del Área 400, por lo que no habrá afectación al mangle, haciendo hincapié en que en la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar. El proyecto se llevará a cabo utilizando las mejores prácticas ambientales y de ingeniería para no modificar las condiciones ambientales del sitio para no alterar la composición de especies residentes del área y al mismo tiempo dar cumplimiento a la presente Ley y a las NOM correspondientes.
Título VI, Capítulo I, Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia […].	En el Sistema Ambiental, en una pequeña porción de un predio de propiedad privada se tiene la referencia de la presencia de manglar con las siguientes especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Es importante hacer notar que el predio de Sales del Istmo, se ubica a 3 km del Área 400, por lo que no habrá afectación al mangle, y que en la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar.
Título VI, Capítulo VIII, Artículo 76. La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la	Las actividades del proyecto se realizarán de acuerdo con la normatividad ambiental nacional y se tomarán en consideración los compromisos contraídos por México en los tratados internacionales relacionados con la conservación de hábitats y protección de especies de vida silvestre, como se menciona en el apartado de tratados internacionales en este mismo capítulo.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.	

- **Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.**

La Ley Nacional de Aguas Nacionales (LAN) (Última reforma publicada DOF 06-01-2020) es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución en materia de Aguas Nacionales, y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas con respecto a la conservación y control de su calidad. Por su parte, el Reglamento de la Ley de Agua Nacionales (última Reforma DOF 25-08-2014) tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. En la Tabla III. 15 se analizan las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento (R-LAN), su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 15. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
LAN Título Cuarto, Capítulo II. Artículo 20. […] la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión Nacional del Agua" […].	Petróleos Mexicanos está consciente de la importancia que revisten los recursos hídricos para el país en general (recordemos que el agua es un tema de seguridad nacional), por lo que las obras y actividades que se pretenden realizar en el proyecto están planeadas para desarrollarse con el mayor respeto posible a las condiciones ambientales de la zona y dentro de las disposiciones
LAN Título Cuarto, Capítulo III, Artículo 29, estableceos las obligaciones que deberán cumplir los concesionarios para el	

Artículo	Cumplimiento del proyecto
aprovechamiento del agua y descargas de aguas residuales.	legales aplicables especialmente en materia de prevención y control de la contaminación del agua.
LAN ARTÍCULO 29 BIS. Además de lo previsto en el Artículo anterior, los asignatarios tendrán las siguientes obligaciones: **I.** Garantizar la calidad de agua conforme a los parámetros referidos en las NOM; **II.** Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las NOM o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso, y procurar su reúso, y **III.** Asumir los costos económicos y ambientales de la contaminación que provocan sus descargas, así como asumir las responsabilidades por el daño ambiental causado.	**Explotación, uso o aprovechamiento:** El área donde se ubica el proyecto corresponde a zonas rurales, donde no existen los servicios básicos de agua potable y drenaje. El cuerpo de agua más cercano al área del proyecto es el río Coatzacoalcos, que se encuentra a 1.8 Km por el lado suroeste del Área 400, donde se ubica una bocatoma. Por lo que el agua necesaria para el desarrollo de las actividades del proyecto será de la siguiente forma: -En todas las etapas del proyecto, el agua potable será suministrada en garrafones de acuerdo a las necesidades del personal. -Durante la etapa de preparación del sitio, el agua para acondicionamiento del sitio será proveniente de cuerpos de agua autorizados. -Durante las etapas de construcción y operación, el agua para servicios sanitarios será suministrada por una empresa contratista, que deberá con los títulos de concesión para aprovechamiento correspondientes. -Durante la etapa de construcción, el agua para construir las de cavidades será suministrada a través de una bocatoma existente ubicada en la margen derecha del río Coatzacoalcos, a 300 metros corriente abajo del Puente Ing. Antonio Dovalí Jaime. El agua se captará en el cárcamo de la bocatoma cuya capacidad es de ~6.81 MB. (1083 m³). El flujo para el suministro de agua será: **a)** flujo máximo y normal de 90.6 MBPD (14,400 m³/día), considerando la lixiviación simultánea a dos cavidades. Resultando un flujo aproximado de 300 m³/hora de agua para una cavidad y de 600 m³/hora de agua para ambas cavidades; **b)**
LAN Título Séptimo, Capítulo I, Artículo 85. ***Párrafo tercero*:** quienes exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de: **a)** Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior; **b)** Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales **(R-LAN Art. 134).**	
LAN Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, […], basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las NOM respectivas **(R-LAN Art. 151).**	
Artículo 88 de la Ley, Art. 135 del Reglamento. Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma	

Artículo	Cumplimiento del proyecto
permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.	flujo mínimo de 45.3 MBPD (7200 m³/día), considerando la lixiviación de una sola cavidad. Pudiéndose extraer hasta 5,526,000 m³/año si el factor de servicio considerado es de operación continua durante 365 días. Para lo cual, se han iniciado las gestiones necesarias ante CONAGUA para la actualización del título de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de agua de la bocatoma, para el aprovechamiento de agua proveniente del río Coatzacoalcos para la operación del proyecto.
LAN Artículo 88 BIS; R-LAN Art. 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán: **I.** Contar con el permiso de descarga de aguas residuales; **II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las NOM; **III.** Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes de propiedad nacional como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; **IV.** Instalar y mantener en buen estado, los aparatos medidores y los accesos para el muestreo necesario en la determinación de las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; **V.** Hacer del conocimiento de "la Autoridad del Agua" los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados en las condiciones particulares de descarga fijadas; **IX.** Cumplir con las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, en su caso, mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones de operación satisfactorias; **X.** Cumplir con las NOM y en su caso con las condiciones particulares de descarga que se hubieren fijado, para la prevención y control de la	**Descarga de aguas residuales** Pemex cuenta con el Título de Concesión para descarga de aguas residuales número 10VER157790/29FQDA16, otorgado a Pemex Exploración y Producción el 13 de mayo de 2016. - Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalarán sanitarios portátiles a través de una empresa contratista, cuyos servicios incluirán limpieza, recolección y almacenamiento de las aguas residuales para su posterior tratamiento y descarga, para lo cual la empresa deberá contar con los permisos de descarga correspondientes. Los residuos de las aguas residuales serán manejados conforme a los lineamientos establecidos en el Plan de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial del CAE Tuzandepetl. - Durante la etapa de construcción, los excedentes de agua salina se descargarán en el Golfo de México a través de un difusor marino instalado a tres kilómetros de la línea de costa, lo cual permitirá una dispersión inmediata del agua saturada y así mitigar los impactos a la fauna marina en su entorno, dando cumplimiento con

Artículo	Cumplimiento del proyecto
contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores.	las NOM-143-SEMRNAT-2003 y NOM-145-SEMARNAT-2003, sobre manejo y descarga aguas en el mar con altos contenidos de sólidos disueltos totales y salmuera producto de la lixiviación de domos salinos. -Durante la etapa de operación, la descarga de agua proveniente de servicios sanitarios se llevará a cabo a través de la red de drenajes del CAE Tuzandepetl.
LAN ARTÍCULO 88 BIS 1. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las NOM que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua" **(R-LAN Art. 136).**	Durante la etapa de operación se cumplirá con las condiciones particulares de descarga establecidas en el Título de Concesión de descargas otorgado a Pemex, incluyendo lo relacionado con los medidores de agua, pago de derechos, informes calidad del agua que descarga y demás obligaciones señaladas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, así como en la NOM aplicables, tanto para el uso y aprovechamiento como para descargas.
LAN Artículo 91 BIS. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las NOM y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga que emita el estado o el municipio.	El tratamiento y disposición final del agua residual proveniente de las letrinas portátiles que serán instaladas en las áreas del proyecto, estará a cargo de la compañía que suministre el servicio, la cual deberá cumplir con los permisos de descarga y autorizaciones correspondientes. Mientras que la empresa petrolera, como responsable solidario, supervisará que la compañía prestadora de servicios dé cumplimiento a las disposiciones legales en la materia, incluyendo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, las NOM aplicables, así como lo dispuesto en el Anexo "SSPA", el cual establece las obligaciones de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental de los proveedores o contratistas que realizan actividades en instalaciones de Petróleos
R-LANArtículo 146[…] cuando para el cumplimiento de la obligación legal de tratar aguas residuales, se contraten o utilicen los servicios de empresas que realicen dicha actividad, estas últimas serán las que soliciten el permiso de descarga de aguas residuales y cumplirán con lo dispuesto en este Capítulo, siempre que utilicen bienes nacionales como cuerpos receptores de las descargas de las plantas de tratamiento respectivas. En el caso del párrafo anterior, las personas físicas o morales que contraten o utilicen los servicios mencionados, serán, conforme a la ley, solidariamente responsables con las empresas que traten aguas residuales, del cumplimiento de lo dispuesto en la "Ley" y el presente "Reglamento" en materia de prevención y control de la calidad de las aguas. Independientemente de lo anterior, si antes de llegar a la planta de tratamiento, se descargan aguas residuales a corrientes o depósitos de aguas	

Artículo	Cumplimiento del proyecto
nacionales, se deberá contar con el permiso de descarga respectivo.	Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Asimismo, se cumplirá con las NOM aplicables respecto a los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)(Última reforma DOF 19-01-2018) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. La LGPGIR tiene por objeto regular la generación y la gestión integral de los residuos (peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial); prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación; definir la responsabilidad sobre el manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, y regular la importación y exportación de residuos.Por su parte, el Reglamento (última Reforma DOF 31-10-2014) establece en su Artículo 1, que el presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGPGIR y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT; y **cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades del sector hidrocarburos, incluyendo las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, corresponden a la ASEA**. Adicionalmente, en el Título Tercero Bis (Residuos Provenientes Del Sector Hidrocarburos), el Artículo 34 Bis de este Reglamento señala que, en términos del artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos **son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos.** Los residuos peligrosos (RP) que se generen en las actividades señaladas en el párrafo

anterior se sujetarán a lo previsto en el presente Reglamento. Los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y DACG que para tal efecto expida la ASEA. Asimismo, la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente al Sector Hidrocarburos, señala en el Artículo 1, fracción III que la ASEA tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión del control integral de los residuos y emisiones contaminantes.En la Tabla III. 16 se analizan las disposiciones de la LGPGIR y su Reglamento (Reg-LGPGIR), su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento. Dada la complejidad de las disposiciones contenidas en estos instrumentos jurídicos, el análisis se realiza de acuerdo con las etapas de manejo de residuos.

Tabla III. 16. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento aplicables al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Obligaciones de los grandes generadores de residuos peligrosos: **Artículo 46 LGPGIR.** Los grandes generadores de RP, están obligados a: registrarse como generadores (LGPGIR Art. 46; Reg-LGPGIR Art. 24, 25 y 26); formular y ejecutar planes de manejo integral (LGPGIR Art. 27 a 34); llevar Bitácoras (LGPGIR Art. 46 y 47; Reg-LGPGIR Art. 71) y conservarlas durante 5 años (Reg-LGPGIR Art. 71, 75 fracción I); elaborar y presentar un Manifiesto (Reg-LGPGIR Art. 75 y 79) y conservarlo durante 5 años (Reg-LGPGIR Art. 75-II); presentar Cédula de Operación Anual (Reg-LGPGIR Art. 72); presentar un informe anual sobre generación y modalidades de manejo de sus residuos (LGPGIR Art. 46; Reg-LGPGIR Art. 43); contratar con seguros y fianzas (Reg-LGPGIR Art. 77 y 78); y aviso de cierre de instalaciones (Reg-LGPGIR Art. 68 y 69).	El CAE Tuzandepetl cuenta con el registro como generador de residuos peligrosos número 300822200014160l, otorgada por la Delegación Federal de SEMARNAT en el Estado de Veracruz, el 18 de abril de 2001. El manejo de los residuos se realizará conforme al plan de manejo de residuos del CAE Tuzandepetl, elaborado conforme a lo que establece la LGPGIR y su reglamento, y con base en el documento interno de Pemex "*Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales*". Con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016.
Disposiciones aplicables a los generadores de RP: **Artículo 46 Reg-LGPGIR.** Los grandes y pequeños generadores de residuos	

Artículo	Cumplimiento del proyecto
peligrosos deberán: Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; Manejar separadamente y no mezclar los RP incompatibles o susceptibles de valorización.; Envasar los RP generados de acuerdo con su estado físico en envases que cumplan con las condiciones de seguridad; Marcar o etiquetar los envases que contienen RP con rótulos que señalen el nombre del generador, nombre del RP, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén; Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los RP en un área que cumpla con los requisitos del reglamento de la LGPGIR y de las NOM; y Transportar sus residuos peligrosos a través de personas autorizadas por la SEMARNAT/ASEA.	Para los recortes de perforación base aceite, sus características de no peligrosidad, serán establecidas a través de un análisis CRETIB para dar cumplimiento con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y por lo tanto serán tratados como residuos de manejo especial de acuerdo a la NOM-001-ASEA-2017. Para el manejo de residuos peligrosos y de manejo especial, Pemex Logística tiene un contrato con la empresa prestadora de servicios para el retiro de residuos denominada "*Servicios de manejo, transporte y disposición de residuos para la subdirección de tratamiento y logística primaria*" contratada mediante el contrato No. 5400032297 celebrado el 7 de septiembre de 2020. Los recortes impregnados con hidrocarburos serán almacenados en contenedores metálicos en forma temporal en el área de perforación y su manejo integral de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable. Estos residuos no deben ser mezclados con otros residuos o productos líquidos o sólidos peligrosos que modifiquen su composición o características fisicoquímicas. El CAE Tuzandepetl cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos que reúne las condiciones adecuadas conforme a las disposiciones establecidas en el reglamento y está debidamente autorizado.
Se requieren las siguientes autorizaciones en materia de RP (LGPGIR Art. 50-53; Reg-LGPGIR Art. 48 a 67): Prestación de servicios de manejo; Utilización en procesos productivos; Actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros, incluyendo acopio y almacenamiento; Incineración; Transporte; Establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen RP; Transferencia de autorizaciones expedidas por la Secretaría; Utilización de tratamientos térmicos de residuos por esterilización o termólisis; Importación y exportación.	
ACOPIO. El acopio de residuos sujetos a Planes de Manejo (señalados en el Art. 31 de la LGPGIR), deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los Planes de Manejo registrados ante y las NOM correspondientes (LGPGIR Art. 83). Se sancionará a quienes lleven a cabo acopio residuos peligrosos sin la autorización correspondiente (LGPGIR Art. 50 y 106, fracción I). El acopio de residuos deberá observar lo dispuesto en las NOM: NOM-054-SEMARNAT-1993 y NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.	
ALMACENAMIENTO. Los grandes y pequeños generadores de RP deberán almacenarlos	El CAE Tuzandepetl cuenta con un almacén temporal de

Artículo	Cumplimiento del proyecto
adecuadamente conforme a su categoría de generación (Reg-LGPGIR Art. 46,), en un área que reúna las condiciones básicas para el almacenamiento (Reg-LGPGIR Art. 82) durante un plazo NO mayor a 6 meses a partir de su generación (LGPGIR Art. 56 y 67) y atendiendo las disposiciones contenidas en la NOM-010-SCT-2-2009.En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente RP en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de almacenamiento (aislamiento); las características del almacén (lugar, ventilación e iluminación); las formas de almacenamiento (tipo de contenedor empleado); la cantidad anual de residuos almacenada (en unidades de masa) y el periodo de almacenamiento (en días) (Reg-LGPGIR Art. 72).	residuos peligrosos que reúne las condiciones adecuadas conforme a las disposiciones establecidas en el reglamento (Art. 72) y lo señalado en la LGPGIR.
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE. Los Planes de Manejo en el apartado de recolección y transporte de RP, deberán considerar los procedimientos para transporte que se prevén utilizar (LGPGIR Art. 29). Se requiere autorización previa para la prestación de servicios a terceros para el transporte de Residuos peligrosos (LGEEPA Art. 151 BIS). Quienes presten servicios de recolección de RP deberán contar con personal capacitado (Reg-LGPGIR Art. 85). Se requiere autorización para el transporte de RP (LGPGIR Art. 50), cuya solicitud de autorización deberá contener información sobre los transportistas de RP (Reg-LGPGIR Art. 48); información relativa a la forma en que se recolectarán y transportarán, así como los vehículos que se utilizarán (Reg-LGPGIR Art. 49). Cuando los RP sean transportados a un predio distinto al que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de RP (LGEEPA Art. 152). Para el transporte de RP a Planes de Manejo, se deberán observar medidas necesarias para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas (LGPGIR Art. 64).	Para el manejo de residuos peligrosos y de manejo especial, Pemex Logística tiene un contrato con la empresa prestadora de servicios para el retiro de residuos denominada "*Servicios de manejo, transporte y disposición de residuos para la subdirección de tratamiento y logística primaria*" contratada mediante el contrato No. 5400032297 celebrado el 7 de septiembre de 2020. La mencionada empresa prestadora de servicios contratada por Pemex Logística para el manejo de residuos peligrosos, observará las medidas de prevención y atención de posibles fugas, derrames o liberación al ambiente, así como para el tratamiento y disposición final, conforme a las disposiciones señaladas en la LGPGIR y su reglamento, así como en los planes de manejo

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Los grandes y pequeños generadores de RP que requieran transportarlos deberán realizarlo a través de personas autorizadas en el ámbito de su competencia, en vehículos que cuenten con los carteles (señalización) correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable (Reg-LGPGIR Art. 46). El procedimiento para el transporte de RP deberá apegarse a lo establecido en el Art. 86 del Reg-LGPGIR que establece lo siguiente: Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y 2 copias del mismo, en el momento de entrega de los residuos; El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los RP para su tratamiento o disposición final.	correspondientes, debidamente autorizados. Los residuos serán enviados a disposición final a las instalaciones de la compañía "*GMG Enviroservice S.C.*", que cuenta con autorizaciones de SEMARNAT y dependencias federales para tratamiento y procesamiento. Pemex, como responsable solidario, supervisará que la compañía prestadora de servicios dé cumplimiento a las disposiciones legales en la materia.

- **Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.**

La Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas es una nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014 (Última reforma 13-04-2020), y tiene por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.En la Tabla III. 17 se analizan las disposiciones de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, su vinculación con el proyectoy las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 17. Vinculación de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas aplicable al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Artículo 3. Para efectos de la presente Ley, se entenderá como vertimiento en las zonas marinas mexicanas, lo siguiente: I. La evacuación	La descarga de aguas residuales provenientes de la

Artículo	Cumplimiento del proyecto
deliberada de desechos u otras materias, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones con el único objeto de deshacerse de ellas;	lixiviación de las cavidades será descargada al mar a través de un difusor marino existente, que descarga a 3 km en el lecho marino del Golfo de México mediante el salmueroducto de 20" Ø x 28.00 km de Domos Salinos Tuzandepetl a Rabón Grande que fue diseñado para difundir el exceso de sólidos disueltos totales. Se verificará que el difusor se encuentre en óptimas condiciones de operación y se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga establecidas en el Título de Concesión número 10VER157790/29FQDA16, otorgado a Pemex Exploración y Producción el 13 de mayo de 2016, por un volumen de descarga de 5´803,500 metros cúbicos anuales por un plazo de 10 años.
Artículo 4 Bis. Para otorgar el permiso de vertimiento a que se refiere el artículo 5 de la presente Ley, la Secretaría requerirá que el material a verter esté considerado dentro de una de las siguientes categorías que establece el Protocolo de Londres y que cumpla con los requisitos que se exijan al solicitante: **Fracción IV.** Buques, plataformas u otras construcciones en el mar; **Fracción V.** Materiales geológicos inorgánicos inertes;	
Artículo 5.- La Secretaría de Marina es la autoridad en materia de vertimientos y tendrá las siguientes facultades: **Fracción I.** Otorgar y cancelar los permisos de vertimientos y vigilar su cumplimiento; asimismo, suspender cualquier vertimiento deliberado de desechos u otras materias que contravenga las disposiciones de la presente Ley; **Fracción XI.** Interpretar y aplicar las disposiciones del Protocolo 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, 1972, adoptado en la ciudad de Londres;	
Artículo 6 Bis. En materia de vertimientos en zonas marinas mexicanas por actividades del sector hidrocarburos, la Secretaría de Marina y la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, establecerán mecanismos específicos de coordinación para el ejercicio de sus respectivas atribuciones de regulación y supervisión.	
Artículo 18. La Secretaría de Marina otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las NOM, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.	
Artículo 19. Para efectuar un vertimiento se requiere de permiso otorgado por la Secretaría de Marina en los términos y condiciones que establece la presente Ley […]	

III.2.3 Leyes y Reglamentos Estatales.

Como se menciona en la sección III.2.2 de este capítulo, El **Artículo 95** de la Ley de Hidrocarburos establece que la industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria. Asimismo, en el **Artículo 129**de la misma ley señala que corresponde a la ASEA emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente en la industria de Hidrocarburos. Derivado de lo anterior, se desprende que la legislación ambiental (leyes y reglamentos) del estado de Veracruz no son aplicables al proyecto.

III.2.4Bandos Municipales.

De igual forma, los bandos municipales y de buen gobierno del municipio de Ixhuatlán del Sureste no son aplicables al proyecto.

III.2.5Normas Oficiales Mexicanas.

En la Tabla III. 18 se analizan por materia, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que tienen una aplicación directa sobre las actividades del proyecto.

Tabla III. 18. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
Descarga de aguas	
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las aguas residuales provenientes de servicios sanitarios, serán almacenadas temporalmente, retiradas del sitio y tratadas por una compañía privada que suministrará el servicio, la cual deberá contar con el permiso de descarga, así como con los límites máximos permitidos por la presente norma, en el caso de que las descargas sean realizadas en aguas y bienes nacionales, autorizadas por las autoridades competentes.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece lo límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Durante la etapa de operación, las aguas residuales provenientes de servicios sanitarios serán descargadas en la red de drenajes del CAE Tuzandepetl, la cual cuenta con su permiso de descarga.
NOM-004-SEMARNAT-2002. Lodos y biosólidos, especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	Las aguas residuales que se generen durante las actividades del proyecto serán retiradas del sitio y tratadas por una compañía particular que suministrará el servicio en plantas de tratamiento que cumplan con las autorizaciones, permisos y normas correspondientes.
NOM-143-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.	Usando como referencia esta norma, aclarando que en la descarga de aguas residuales provenientes de la lixiviación de las cavidades será descargada al mar a través de un difusor marino existente, que descarga a 3 km en el lecho marino del Golfo de México mediante el salmueroducto de 20" Ø x 28.00 km,

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
	diseñado para dispersar el exceso de sólidos disueltos totales.
Emisiones a la atmósfera y calidad del aire	
NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono, se generarán emisiones a la atmósfera por vehículos automotores que transportarán al personal y los materiales necesarios para la construcción y operación. Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos con el objeto de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera. Se cumplirá con la verificación vehicular de los vehículos que participen en el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Protección Ambiental del Estado de Veracruz.
NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	
NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	
NOM-043-SEMARNAT-1993. Partículas Suspendidas provenientes de fuentes fijas.	Se evitarán las fogatas y quemas a cielo abierto. Se realizarán humedecimientos (con agua tratada) de los caminos internos y externos con agua reciclada con auto tanques provistos de aspersores fijos o móviles, de manera periódica y mantener la circulación de los vehículos a baja velocidad; los vehículos de carga que transporten materiales pétreos, deberán transitar a una velocidad no mayor de 50 km/hr (cincuenta kilómetros por hora) con el fin de evitar y/o reducir la dispersión de polvos y cambios en la visibilidad de la atmósfera. La velocidad máxima de los camiones de volteo dentro del predio deberá ser de 30 km/hr (treinta kilómetros por hora).
NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de	Las emisiones a la atmósfera se reducirán mediante el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión y maquinaria pesada que utilice combustibles fósiles, durante

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
calentamiento indirecto y su medición.	las etapas preparación del sitio, construcción y operación.
NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.	Se diseñarán e implementarán un Programa de monitoreo de Calidad del Aire y un Programa de monitoreo atmosférico de GEI.
NOM-165-SEMARNAT-2013. Lista de sustancias sujetas a reporte para el RETC.	Las sustancias sujetas a reporte para el RETC se reportarán a las autoridades correspondientes a través de la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual.
NOM-011-STPS-2001. Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire.	
NOM-021-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO) valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Se realizarán monitoreos, midiendo los siguientes contaminantes criterio: Bióxido de nitrógeno, Bióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y Ozono con el objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles señalados en estas NOM.
NOM-022-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO_2) valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	
NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor limite permisible para la concentración de material particulado. Valor limite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM_{10} y partículas menores de 2.5 micrómetros $PM_{2.5}$ de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire.	Los vehículos que transporten material serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvos. Asimismo, se humedecerán los caminos con agua tratada proveniente de auto tanques provistos de aspersores y circularán a una velocidad no mayor de 50 km/hr con el fin de evitar y/o reducir la dispersión de polvos. Se realizarán monitoreos, midiendo Partículas Suspendidas Totales, Partículas fracción respirable (PM_{10} y $PM_{2.5}$), con el objeto de verificar el cumplimiento de los límites

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
	máximos permisibles señalados en esta NOM.
Residuos peligrosos	
NOM-001-ASEA-2019. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	La clasificación de los residuos de manejo especial se realizará de acuerdo con sus características, conforme lo señala la NOM-001-ASEA-2019. Los recortes de perforación base aceite del pozo TUZ-406 será analizado conforme a lo establecido en dicha norma para definir si son o no de manejo especial. Asimismo, se realizará con base en el documento interno de Pemex "*Políticas y Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos en Petróleos Mexicanos, Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales*". Con número SS-22-PYL-002, vigente desde el 23 de diciembre de 2016.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos peligrosos que se generen durante el desarrollo de las actividades del proyecto serán manejados de manera integral conforme a las disposiciones establecidas en la LGPGIR y su Reglamento, así como en las mencionadas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993. Se dará cumplimiento a estas normas mediante la clasificación y cuantificación de los residuos peligrosos que se generen en todas las etapas del proyecto, además de que serán retirados del sitio por una compañía contratista. Para los recortes de perforación base aceite, sus características de no peligrosidad, serán establecidas a través de un análisis CRETIB para dar cumplimiento con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y por lo tanto serán tratados como residuos de manejo especial de acuerdo a la NOM-001-ASEA-2017. Se contará con la infraestructura necesaria para separar y almacenar los residuos generados durante el proyecto. La disposición de los residuos peligrosos se llevará a cabo en sitios autorizados por las autoridades competentes, y Pemex
NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para llevar a 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 peligroso por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
	Logística vigilará que las compañías contratadas para tal fin cuenten con los permisos y autorizaciones correspondientes, y cumplan en todo momento con las disposiciones contenidas en el Anexo "SSPA" de Pemex, el cual establece las obligaciones de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental de los proveedores o contratistas que realizan actividades en instalaciones de Pemex Logística.
NOM-145-SEMARNAT-2003. Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables.	Usando como referencia esta norma, aclarando que en lugar de residuos se almacenarán hidrocarburos. Se tomarán las medidas de prevención de contaminación de suelos y acuíferos, y se realizará un monitoreo de la calidad del agua subterránea para conocer el contenido de sales (SDT, CE y Salinidad) y la presencias de hidrocarburos (G y A, TPH´s, HFP, HCM, HCFP) antes del inicio de la obra y en sus diferentes etapas, con la finalidad de contar con parámetros de referencia que permitan comparar e identificar contaminación atribuible a las actividades del proyecto.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Como medida preventiva se colocarán *liners* (geomembranas) para reducir/evitar la contaminación del suelo. En caso de ocurrir algún derrame se aplicará el programa de atención a emergencias y se realizará la caracterización y remediación conforme a las especificaciones de la NOM.
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.	
Transporte de residuos peligrosos	
NOM-002-SCT2-2011. Listado de substancias y materiales peligrosos usualmente transportados. **NOM-003-SCT-2008.** Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al	Durante las actividades del proyecto, se generarán residuos de manejo especial y residuos peligrosos, los cuales serán manejados conforme a lo que establecen la LGPGIR y su Reglamento, así como con las NOM relativas al transporte de residuos peligrosos. Dichos residuos se

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. **NOM-004-SCT-2000.** Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. **NOM-005-SCT-2008.** Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. **NOM-006-SCT2-2012.** Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos. **NOM-007-SCT2-2010.**Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos. **NOM-009-SCT2-2009.** Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 – explosivos. **NOM-010-SCT2-2003.** Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos. **NOM-011-SCT2-2003.** Condiciones para el transporte de las substancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas.	almacenarán temporalmente en contenedores apropiados, para posteriormente ser transportados y dispuestos adecuadamente por la compañía contratada y autorizada para proporcionar este servicio. La compañía que presta los servicios de transporte de residuos peligrosos observará en todo momento las disposiciones contenidas en el Anexo "SSPA" de Pemex, el cual forma parte de las bases de licitación o de invitación, y de los contratos de Obra, Adquisiciones, Arrendamientos o Servicios de Pemex y que establece las obligaciones de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental de los proveedores o contratistas que realizan actividades en instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Mientras que Pemex, como co-responsable solidario, supervisará que la compañía prestadora de servicios dé cumplimiento a las disposiciones legales en la materia, incluyendo la LGPGIR y su Reglamento, las NOM aplicables, las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como lo dispuesto en el Anexo "SSPA".
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará cumplimiento a esta norma mediante la vigilancia de los vehículos, maquinaria y equipo, las cuales se encontrarán en perfectas condiciones de afinación, además de que solamente se realizará la preparación del sitio y construcción en horarios diurnos para minimizar el funcionamiento. Por otra parte, se establecerán velocidades máximas de circulación de vehículos de hasta 40 km/hr.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de	Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a equipos para reducir los niveles de generación de ruido. Asimismo, se elaborará una bitácora

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
las fuentes fijas y su método de medición.	de mantenimiento de vehículos y maquinaria empleada en el desarrollo del proyecto, en la que se registrarán los mantenimientos, su planificación y alertas, El programa de mantenimiento considerará las especificaciones que establezcan los niveles máximos de generación de ruido que el equipo puede emitir cuando esté operando dentro de especificaciones.
NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen ruidos.	Se contará con un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), conforme a la DACG correspondiente.
Seguridad	
NOM-017-STPS-2001. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Se contará con un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), conforme a la DACG correspondiente.
Aprovechamiento de recursos naturales	
NOM-059-SEMARNAT-2010. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, las sujetas a protección especial, endémicas, y que establece las especificaciones para su protección.	En el Sistema Ambiental tiene la referencia de especies de flora (incluyendo *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*) y con trabajo de campo se identificaron trece especies de fauna que se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante hacer notar que estas tres especies de mangle se encuentran en una pequeña porción de un predio de propiedad privada que se ubica a 3 km del Área 400, por lo que no habrá afectación al mangle, haciendo hincapié en que en la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar. Debido a la presencia de 18 especies con algún estatus de protección, el proyecto se llevará a cabo utilizando las mejores prácticas ambientales y de ingeniería para no modificar las condiciones ambientales del sitio y de esa manera no alterar la composición de especies. Además, se

Norma Oficial Mexicana	Cumplimiento del proyecto
	pondrá especial atención para que los trabajadores que se contraten durante la fase de preparación del sitio y construcción respeten la vida silvestre presente en la zona, y disminuya la incidencia de caza furtiva. Esto se pretende lograr mediante la impartición de cursos de capacitación en educación ambiental a los trabajadores de Pemex y contratistas.
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	En el Sistema Ambiental se identificaron cinco especies de flora que se encuentran bajo la categoría de "en peligro de extinción (P)" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo en un estudio de referencia de Sales del Istmo las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Es importante hacer notar que estas tres especies de mangle se encuentran en una pequeña porción de un predio de propiedad privada que se ubica a 3 km del Área 400, por lo que no habrá afectación al mangle, haciendo hincapié en que en la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar. Es necesario aclarar que dentro de la poligonal del proyecto, en el Área 400 no hay presencia de mangle.

III.2.6 Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG).

De acuerdo con el Artículo 5, fracción IV de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Agencia tendrá las atribuciones para regular a través de lineamientos, directrices, criterios u otras DACG necesarias en las materias de su competencia y, en su caso, NOM, previa opinión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la Comisión Reguladora de

Energía (CRE), en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa. En la Tabla III. 19 se analizan las DACGy las acciones que se llevarán a cabo para su cumplimiento.

Tabla III. 19. Disposiciones Administrativas de Carácter General aplicables al proyecto.

DACG	Cumplimiento del proyecto
Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los sistemas de administración de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente (SASISOPA) aplicables a las actividades del sector hidrocarburos que se indican.	Se contará con un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), conforme a la DACG correspondiente.
Lineamientos para llevar a cabo las auditorías externas a la operación y el desempeño de los SASISOPA aplicables a las actividades del sector hidrocarburos.	
Lineamientos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente, para el transporte terrestre por medio de ductos de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.	
Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.	Como empresa responsable, Pemex cuenta con los seguros para cubrir los daños que se pudieran ocasionar en caso de incidentes y accidentes, así como para la investigación causa raíz de estos y los protocolos de emergencia correspondientes. Además, el proyecto se apegará a lo establecido en la Ley de Protección Civil, en los programas Nacional, Estatal y Municipal de Protección Civil, así como en el Programa Interno de Protección Civil de Petróleos Mexicanos, y las NOM en materia de Seguridad y Protección Civil. Asimismo, se atenderá lo establecido en el SASISOPA autorizado por la ASEA, el cual incluye también la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono.
Lineamientos para informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la ASEA del Sector Hidrocarburos.	
Lineamientos para que los regulados lleven a cabo las investigaciones causa raíz de incidentes y accidentes ocurridos en sus instalaciones.	
Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del sector hidrocarburos.	
Lineamientos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para las etapas de cierre, desmantelamiento y/o	

DACG	Cumplimiento del proyecto
abandono de instalaciones del sector hidrocarburos.	

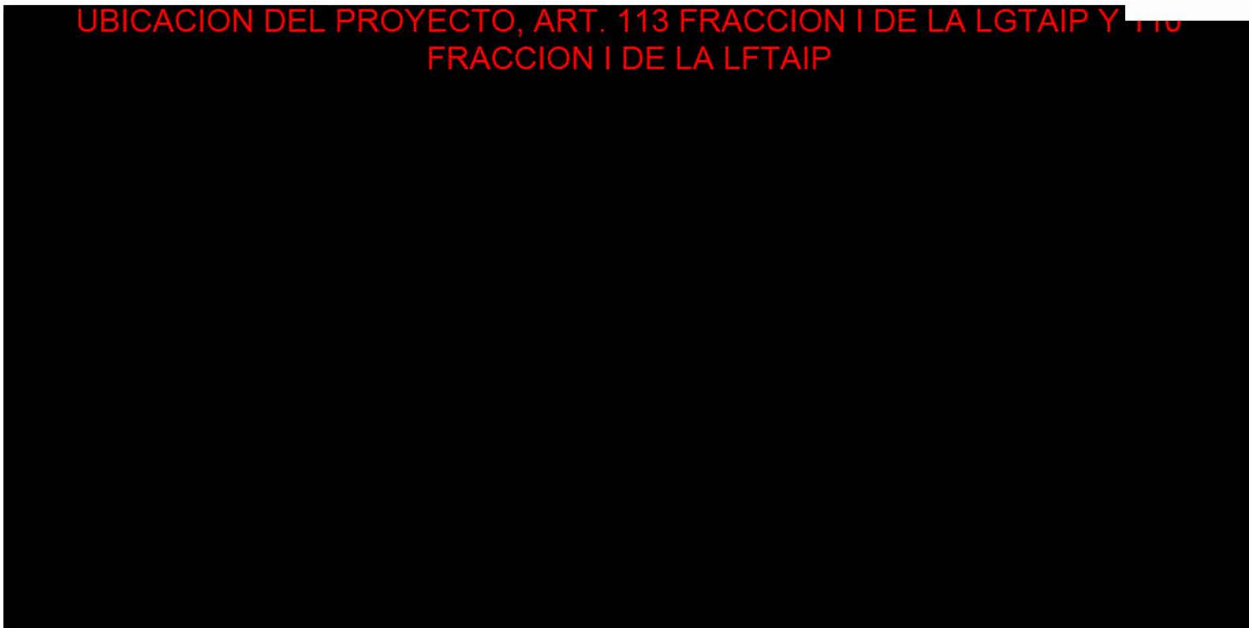
III.3Otras disposiciones jurídicas.

III.3.1 Decretos/Certificados de Áreas Naturales Protegidas.

- **Áreas Naturales Protegidas.**

De acuerdo con el Artículo 3 fracción II y el Artículo 44 de la LGEEPA, las Áreas naturales protegidas son las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley los demás ordenamientos aplicables. De acuerdo con el Artículo 46 de la misma ley, se consideran áreas naturales protegidas de competencia de la Federación las siguientes categorías: Reservas de la biosfera; Parques nacionales; Monumentos naturales; Áreas de protección de recursos naturales; Áreas de protección de flora y fauna; Santuarios; y Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

El proyecto se ubica a una distancia aproximada de 38.5 km de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, a 174 km de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla y a 121 km de la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote. Por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dichas áreas. En la Figura III. 5se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación más cercanas.



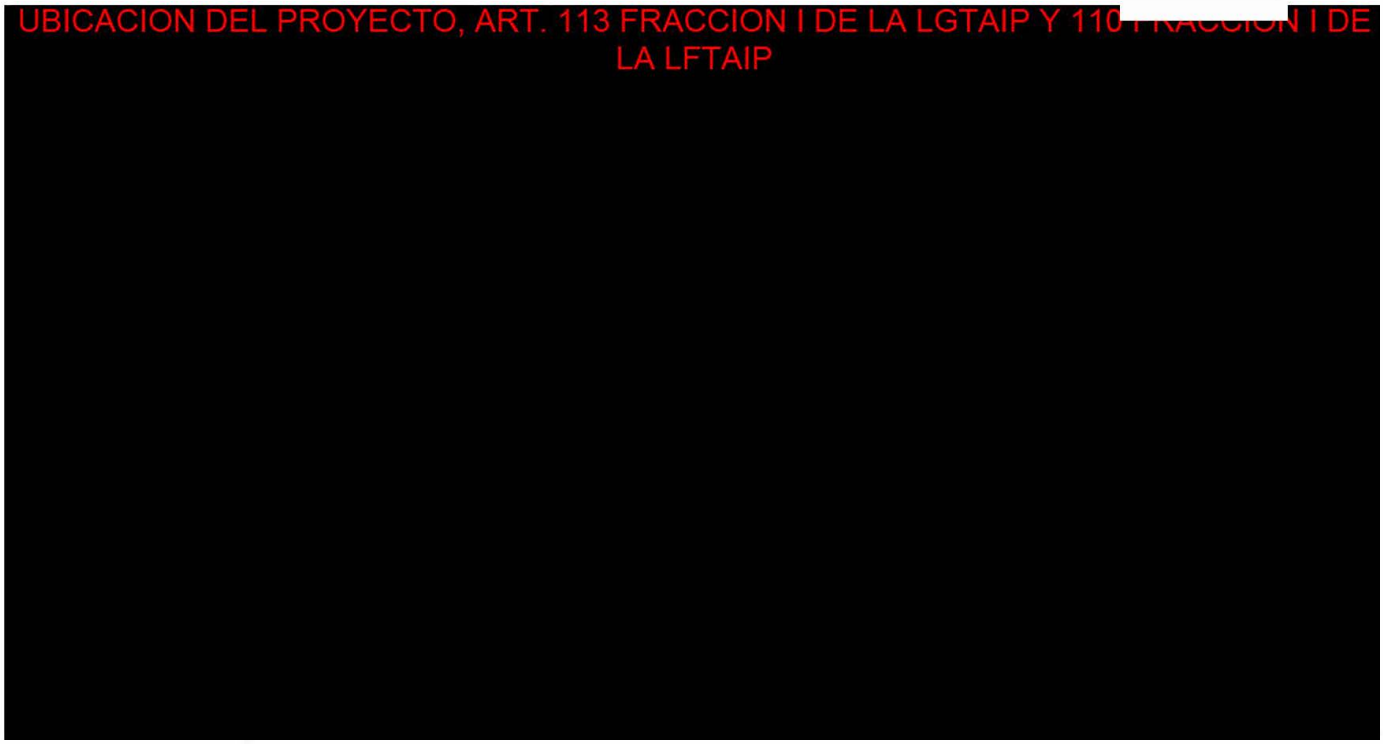
- **Áreas Dedicadas Voluntariamente a la Conservación.**

Por otra parte, el área del proyecto se ubica dentro de la poligonal del Parque Ecológico Tuzandepetl, un área natural protegida (ANP) de competencia de la Federación, con categoría Área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC), de acuerdo con lo señalado en el Artículo 46, fracción XI de la LGEEPA. Esta ANP, ubicada en el municipio Ixhuatlán del Sureste se estableció mediante el Certificado CONANP-251/2011, con fecha 7 de marzo de 2011, propiedad de Petróleos Mexicanos (Pemex), bajo el nombre de Parque Ecológico Tuzandepetl, el cual tiene una superficie de 1104 hectáreas. De acuerdo con el certificado, en el parque se encuentran los ecosistemas Selva Alta/Mediana Perennifolia inundable, Palmar, Manglar de agua dulce, Tular-Popal, Vegetación acuática, Acahual, ecosistemas donde se ubican las siguientes especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010: especies de flora: *Avicennia geminalis*; especies de fauna: *Ateles geoffroyi*, *Leopardus pardalis*, L. wiedii, *Herpailurus jafuaroundi*, *Eira barbara*, *Galictis vittata*, *Lontra longicaulus*, *Falco peregrinus*, *Pionus senilis*, y *Aratinga nana*, *A. holochlora*, entre otras.Pemex Logística ha iniciado las gestiones

necesarias para la desincorporación de 56.81 hectáreas del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación del "Parque Ecológico Tuzandepetl" establecida mediante el certificado COANP-251/2011, donde se ubica el proyecto. La solicitud de desincorporación se realizó mediante el oficio PEP-DG-SSSTPA-567-2020 de fecha 24 de agosto del 2020.

Asimismo, a una distancia aproximada de 7.5 km en línea recta del proyecto se ubica el Parque Ecológico Jaguaroundi, también es un área natural protegida (ANP) de competencia de la Federación, con categoría Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC), de acuerdo con lo señalado en el Artículo 46, fracción XI de la LGEEPA. Esta ANP, ubicada en el municipio Coatzacoalcos se estableció mediante el Certificado CONANP-01/2002, con fecha 5 de junio de 2002, bajo el nombre de Parque Ecológico Jaguaroundi, el cual tiene una superficie de 960.73 hectáreas. De acuerdo con el certificado, en el parque se encuentran los ecosistemas Selva Alta perennifolia Manglar de Agua Dulce, Pantano y Vegetación Acuática, ecosistemas donde se ubican las siguientes especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010: *Alouatta palliata*, *Leopardus pardalis*, L. wiedii, *Herpailurus jaguaroundi*, *Eira barbara*, *Galictis vittara*, *Lontra longicaudis*, *Pionus senilis*, *Aratinga astec*, *A. holochlora* y *Boa constrictor*. En la Figura III. 6se muestra la ubicación del proyecto con respecto a los Parques Ecológicos "Jaguaroundi" y "Tuzandépetl".

En la Figura III. 6se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación más cercanas, el Parque Ecológico Tuzandepetl y el Parque Ecológico Jaguaroundi. Este último se encuentra fuera del área de influencia del proyecto.



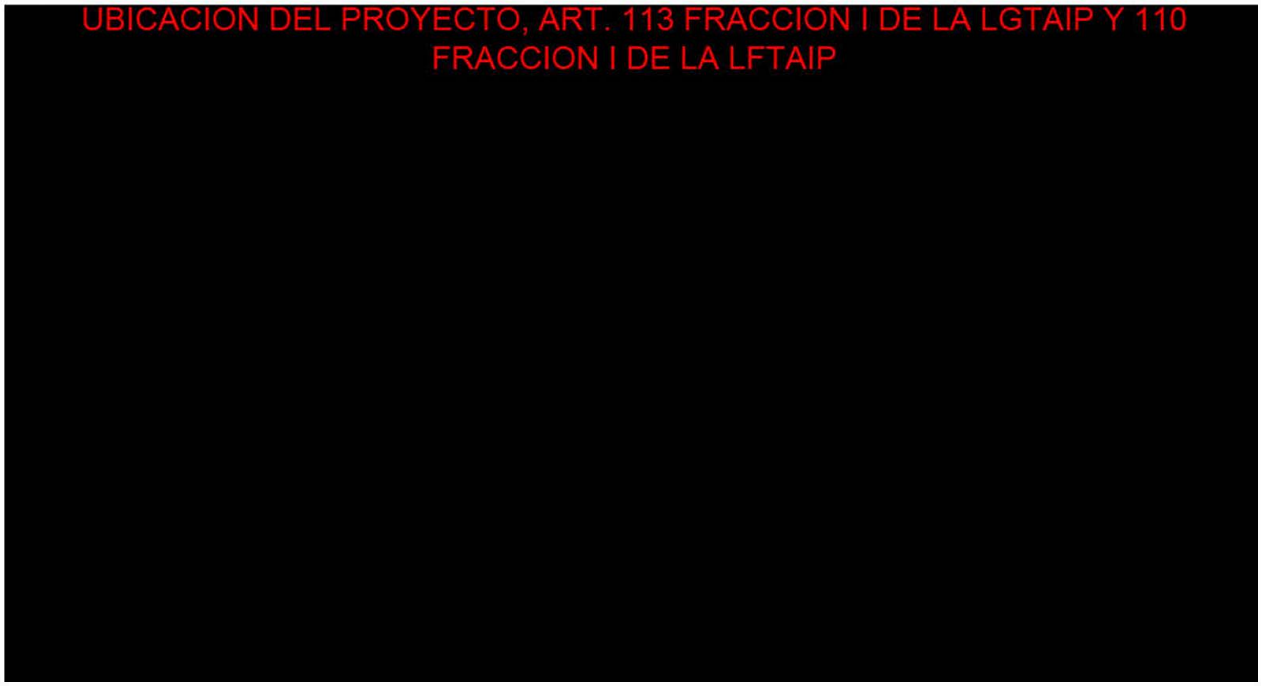
III.3.2 Áreas de Importancia y Regiones Prioritarias de CONABIO.

- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.**

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) cuenta con el Programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) desarrollado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (Cipamex) y *BirdLife International*.El Programa AICA se inició en 1997 con el objeto de conservar los sitios donde anidan, se reproducen y alimentan numerosas especies de aves endémicas y migratorias de Canadá, Estados Unidos y México. Las AICA son sitios con significado internacional para la conservación a escala subregional, regional o global, suficientemente grandes para soportar poblaciones viables de las especies que conservan y, de ser posible, deben incluir las redes existentes de áreas naturales protegidas. En México existen actualmente un total de 243 AICA, clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia

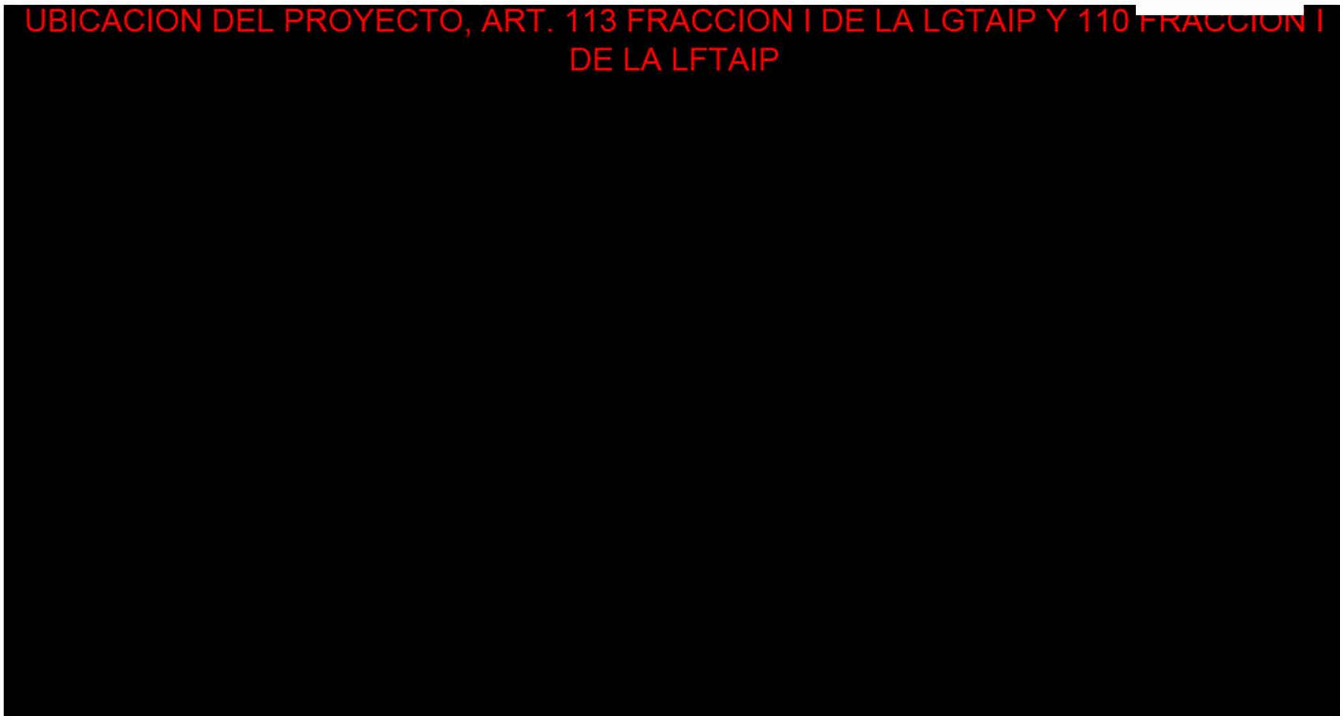
de las áreas en la conservación de las aves. La ficha técnica de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas, y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Dentro de las 243 AICAS es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El AICA 151, identificada con la clave SE-04 Los Tuxtlas coincide, casi en su totalidad, con la poligonal de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, la cual se ubica a una distancia aproximada de 38.5 km del proyecto, por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dicha AICA. En la Figura III. 7se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la localización de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves más cercanas, las cuales se encuentran fuera del área de influencia del proyecto.



- **Regiones Terrestres Prioritarias.**

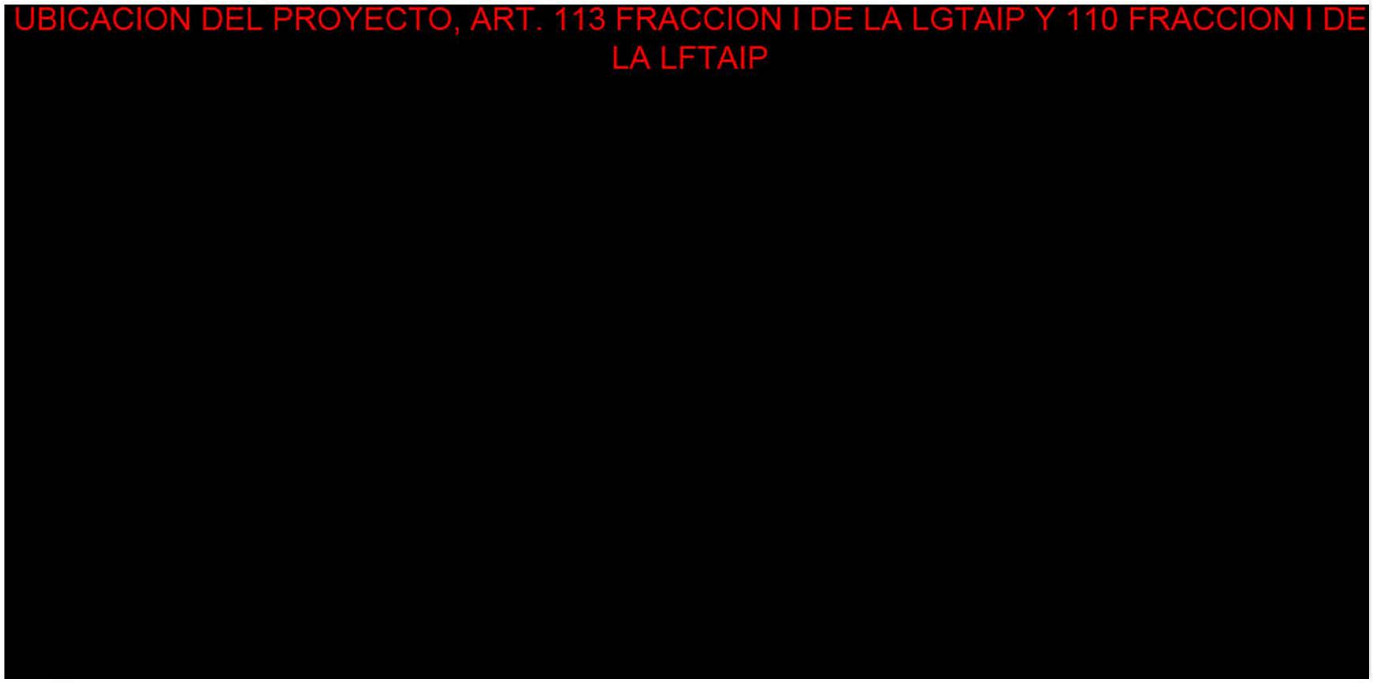
Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y de especies, tanto animales como vegetales, comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tiene una oportunidad real de conservación. Actualmente se tienen registradas 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio. La RTP más cercana al proyecto es la identificada como RTP 131, denominada Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión, con una superficie de 2,626 km^2 y un valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km^2). Su importancia como RTP radica en que incluye características tales como la de ser el límite norte de la selva en el continente, una zona de contacto biogeográfico, y mantiene una gran cantidad de tipos de vegetación asociada al gradientealtitudinal con procesos ecológicos especiales. La RTP 131, Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión coincide, casi en su totalidad, con la poligonal de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, la cual se ubica a una distancia aproximada de 38.5 km del proyecto, por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dicha RTP. En la Figura III. 8 se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la localización de las RTP más cercanas, las cuales se encuentran fuera del área de influencia del proyecto.



- **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), iniciado por CONABIO en 1998, obtuvo un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pudiera ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Las RHP son áreas prioritarias identificadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación. Cada RTP cuenta con una ficha técnica con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo. Hasta la fecha se han identificado 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias por su biodiversidad.La Región Hidrológica Prioritaria más cercana al proyecto es la identificada como RHP 80 Los Tuxtlas se ubica a una distancia aproximada de 15.8 km del proyecto, por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dicha RHP.

En la Figura III. 9 se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la localización de las RHP más cercanas, las cuales se encuentran fuera del área de influencia del proyecto.

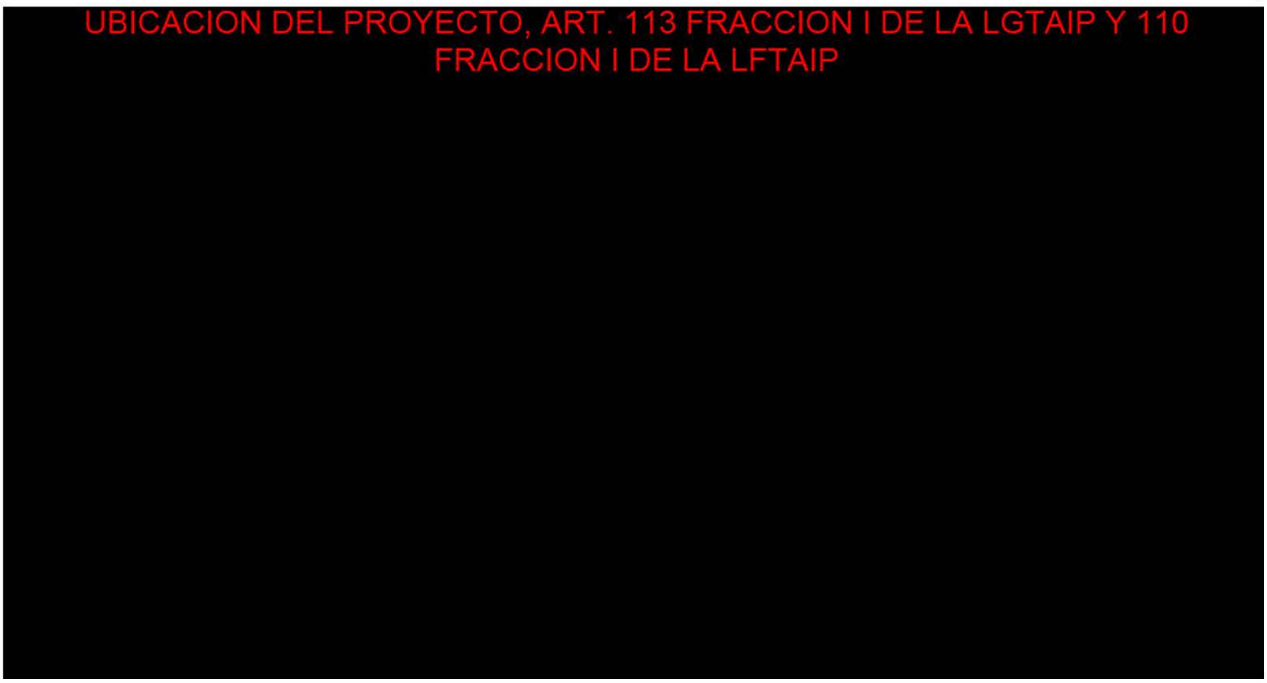


- **Regiones Marinas Prioritarias (RMP)**

En el Programa de Regiones Marinas Prioritarias (RMP) se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas identificadas como prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.). Las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso. El proyecto se ubica dentro de los límites de la Región Marina Prioritaria

identificada como RMP 52 Delta del río Coatzacoalcos, como se muestra en la Figura III. 10.

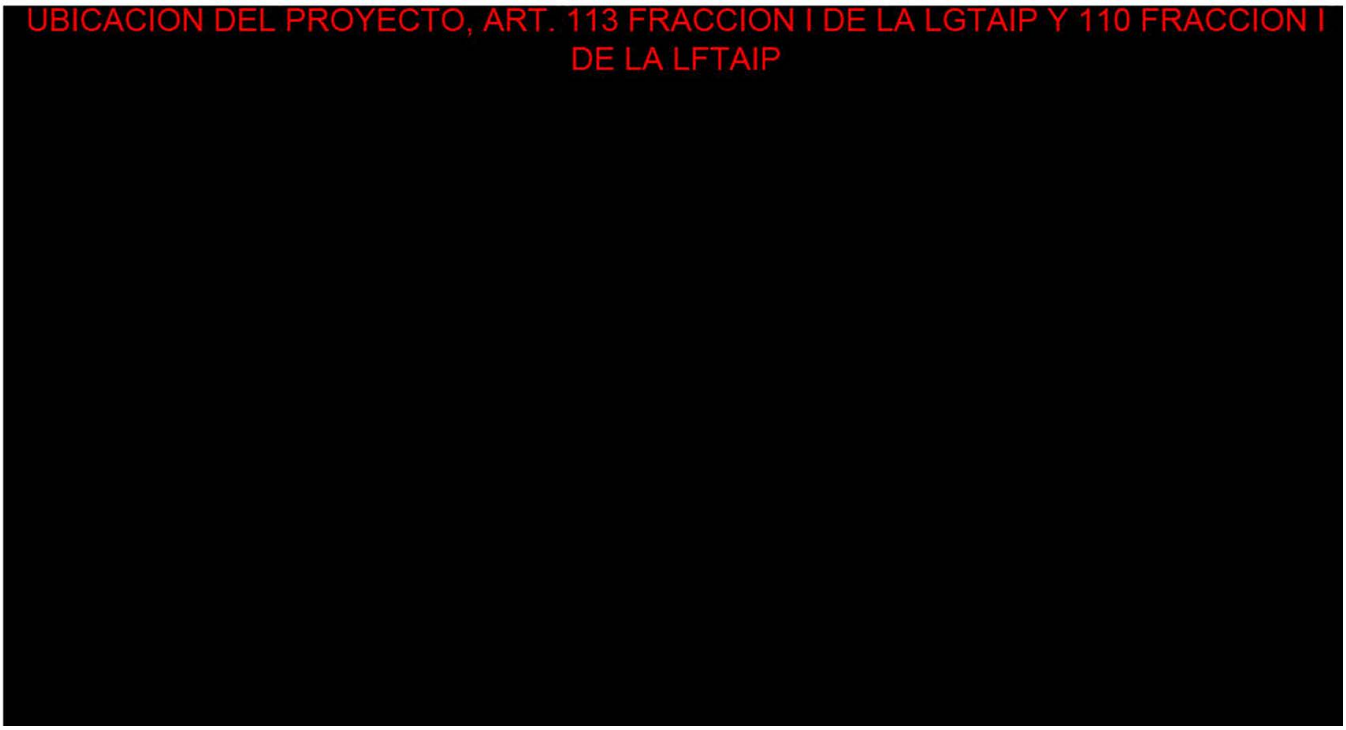
El proyecto considerará el marco de referencia que representan las Regiones Marinas Prioritarias y en particular la RMP 52 Delta del río Coatzacoalcos, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, las NOM en materia de uso y aprovechamiento de agua, así como de descargas de aguas residuales, la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales aplicables de los que México forma Parte.



III.3.3 Sitios Ramsar.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas"

(Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.En México hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial. El sitio Ramsar más cercano al proyecto es el identificado con el número 1342 Manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan, que se ubica a más de 80 km en línea recta, como se aprecia en la Figura III. 11, por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dicho Sitio Ramsar.



III.3.4Calendario cinegético y calendario para captura de aves canoras y de ornato (Épocas Hábiles 2020 - 2021) para Veracruz.

- **Aprovechamiento extractivo de fauna silvestre.**

La Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT dio a conocer el *Calendario de Épocas Hábiles de aprovechamiento de aves y mamíferos silvestres para la Temporada 2020-2021*, para todas las Entidades Federativas del país, tomando como base los distintos

aspectos biológicos que determinan el comportamiento poblacional de las especies listadas, principalmente por el inicio de la temporada reproductiva. En el caso de las especies migratorias, la temporada se determina de tal manera que permita a las poblaciones su establecimiento y preparación de los desplazamientos para la llegada y partida en el Territorio Nacional. Los criterios para determinar las épocas hábiles de aprovechamiento contribuyen con la conservación de las especies y poblaciones de fauna silvestre para garantizar el aprovechamiento sustentable.

El documento publicado por la Dirección General de Vida Silvestre, constituye un elemento de referencia de conformidad con lo dispuesto en los Artículos 94 de la Ley General de Vida Silvestre; 95 y 112 de su Reglamento, en lo referente a la difusión de las temporadas hábiles de Aprovechamiento extractivo, vía la cacería deportiva de especies de fauna silvestre en áreas de distribución específica. Para el estado de Veracruz, en el Calendario Cinegético se establecen las épocas hábiles para las siguientes especies de aves y mamíferos:

MEDIO AMBIENTE | 2020 LEONA VICARIO

SUBSECRETARIA DE GESTION PARA LA PROTECCION AMBIENTAL
DIRECCION GENERAL DE VIDA SILVESTRE

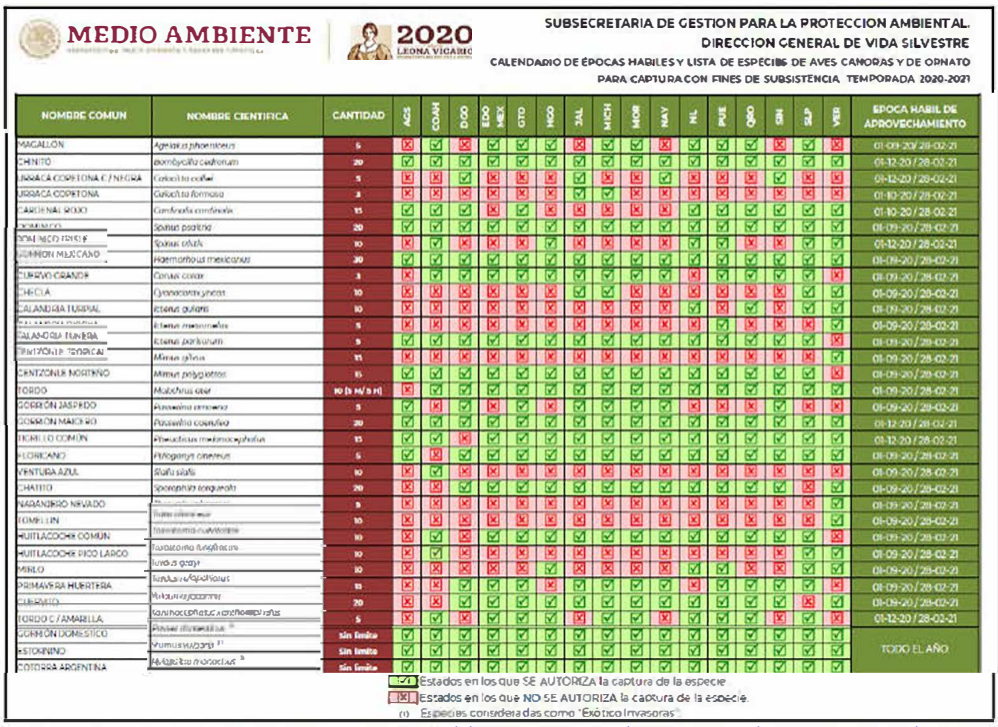
CALENDARIO DE ÉPOCAS HÁBILES POR ENTIDAD FEDERATIVA. TEMPORADA 2020-2021.

ESTADO	GRUPO	ESPECIES	INICIA	TERMINA	LÍMITE DE POSESIÓN
VERACRUZ (07)	AVES	Agachona común (Gallinago delicata) [antes (Gallinago gallinago)]	segundo viernes de octubre de 2020	segundo domingo de febrero de 2021	15
		Chachalaca (Ortalis vetula)	primer viernes de noviembre de 2020	segundo domingo de febrero de 2021	1
		Codorniz cotui (Colinus virginianus)	tercer viernes de noviembre de 2020	segundo domingo de marzo de 2021	10
		Gallareta (Fulica americana)	cuarto viernes de octubre de 2020	cuarto domingo de febrero de 2021	15
		Cercas blancas (Cerco nevado (Chen [illegible] y Cercas de nieve (Chen [illegible]	cuarto viernes de octubre de 2020	cuarto domingo de febrero de 2021	15
		Paloma alas blancas (Zenaida asiatica)	segundo viernes de septiembre de 2020	segundo domingo de febrero de 2021	45
		Paloma huilota (Zenaida macroura)	segundo viernes de septiembre de 2020	segundo domingo de febrero de 2021	30
		Paloma [illegible] (antes (Columba flavirostris))	segundo viernes de septiembre de 2020	segundo domingo de febrero de 2021	30
		Patos y Cercetas (Anas acuta, A. clypeata, A. crecca, A. discors, A. americana, A. platyrhynchos, A. strepera, Aythya americana, A. valisineria, A. marila, A. affinis, Bucephala albeola, Oxyura jamaicensis)	cuarto viernes de octubre de 2020	cuarto domingo de febrero de 2021	30
		Perdiz o Tinamu canelo (Crypturellus cinnamomeus)	cuarto viernes de noviembre de 2020	primer domingo de enero de 2021	1
	MAMÍFEROS	Aguti o Cuaquegue negro (Dasyprocta [illegible])	cuarto viernes de enero de 2021	cuarto domingo de mayo de 2021	1
		Armadillo de nueve bandas (Dasypus [illegible])	cuarto viernes de septiembre de 2020	primer domingo de febrero de 2021	1
		Conejo del desierto (Sylvilagus audubonii)	segundo viernes de agosto de 2020	primer domingo de febrero de 2021	6
		Conejo cobanero (Sylvilagus cunicularius)	segundo viernes de agosto de 2020	primer domingo de febrero de 2021	6
		Coyote (Canis latrans)	cuarto viernes de septiembre de 2020	domingo de enero de 2021	1
		Pecari de collar (Pecari tajacu)	segundo viernes de octubre de 2020	primer domingo de mayo de 2021	1
		Liebre antifaz (Lepus alleni)	segundo viernes de agosto de 2020	primer domingo de febrero de 2021	4
		Mapache (Procyon lotor)	segundo viernes de agosto de 2020	domingo de diciembre de 2020	1
		Tejon o Coati (Nasua narica)	primer viernes de septiembre de 2020	primer domingo de enero de 2021	1
		Tepezcuintle (Cuniculus paca) [antes (Agouti paca)]	cuarto viernes de enero de 2021	segundo domingo de febrero de 2021	1
		Venado cola blanca (Odocoileus [illegible])	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tomado del portal de SEMARNAT: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epocas-habiles-2020-2021

- **Aprovechamiento de aves canoras y de ornato.**

La Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT dio a conocer el *Calendario de Épocas Hábiles de aprovechamiento de aves de aves canoras y de ornato para la Temporada 2020-2021*, para todas las Entidades Federativas del país. De conformidad con lo establecido en los Artículos 92 de la Ley General de Vida Silvestre; 106 y 107 de su Reglamento, las personas de las distintas localidades del país, podrán efectuar el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre, para su consumo directo o venta, en las cantidades que sean proporcionales a las de la satisfacción de sus necesidades básicas.



MEDIO AMBIENTE 2020 LEONA VICARIO

SUBSECRETARIA DE GESTION PARA LA PROTECCION AMBIENTAL
DIRECCION GENERAL DE VIDA SILVESTRE
CALENDARIO DE ÉPOCAS HABILES Y LISTA DE ESPECIES DE AVES CANORAS Y DE ORNATO
PARA CAPTURA CON FINES DE SUBSISTENCIA TEMPORADA 2020-2021

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICA	CANTIDAD	AGS	COAH	DGO	EDO MEX	GTO	HGO	JAL	MICH	MOR	NAY	NL	PUE	QRO	SIN	SLP	VER	EPOCA HABIL DE APROVECHAMIENTO
MACALLON	*Agelaius phoeniceus*	5	☒	☑	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☒	01-09-20/28-02-21
CENITO	*Icterus cucullatus*	20	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-12-20/28-02-21
JARACA COPETONA C/NEGRA	*Calocitta colliei*	5	☒	☒	☑	☒	☒	☒	☑	☒	☒	☑	☒	☒	☒	☑	☒	☒	01-12-20/28-02-21
JARACA COPETONA	*Calocitta formosa*	3	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	01-10-20/28-02-21
CARDENAL ROJO	*Cardinalis cardinalis*	15	☑	☑	☑	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-10-20/28-02-21
CARDENCO	*Spinus psaltria*	20	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
CHINCHINCO TENTEJE	*Spinus utilis*	10	☒	☑	☒	☒	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☒	☒	☑	☑	01-12-20/28-02-21
CHINCHON MEXICANO	*Haemorhous mexicanus*	20	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
CLARIN GRANDE	*Carduelis carduelis*	3	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☒	01-09-20/28-02-21
CHICLA	*Quiscalus mexicanus*	10	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	01-09-20/28-02-21
CALANDRIA TUSAREL	*Icterus gularis*	10	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☒	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
CALANDRIA TUNERA	*Icterus melanopsis*	5	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☒	☒	☒	☑	01-09-20/28-02-21
CALANDRIA TUNERA	*Icterus parisorum*	5	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	01-09-20/28-02-21
CENTZONTLE TROPICAL	*Mimus gilvus*	15	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	01-09-20/28-02-21
CENTZONTLE NORTEÑO	*Mimus polyglottos*	15	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	01-09-20/28-02-21
TORDO	*Molothrus ater*	10 (1 m/3 h)	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
GORRIÓN JASPEADO	*Passerella iliaca*	5	☑	☒	☑	☒	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☑	☒	☒	01-09-20/28-02-21
GORRIÓN MACHETO	*Passerella iliaca*	20	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-12-20/28-02-21
HORNERO COMÚN	*Furnarius rufus*	15	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-12-20/28-02-21
FLORICANO	*Fulica americana*	5	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
VENTURA AZUL	*Rallus obsoletus*	10	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	01-09-20/28-02-21
CHATITO	*Sporophila torqueola*	20	☒	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	01-09-20/28-02-21
NAGANIRIRO NEVADO	[illegible]	5	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	01-09-20/28-02-21
TOMPELUN	[illegible]	10	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	01-09-20/28-02-21
HUITLACOCHE COMÚN	[illegible]	10	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	01-09-20/28-02-21
HUITLACOCHE PICO LARGO	*Toxostoma longirostre*	10	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	01-09-20/28-02-21
MIRLO	*Turdus grayi*	10	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	01-09-20/28-02-21
PRIMAVERA HUASTECA	[illegible]	15	☒	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☑	☒	01-09-20/28-02-21
CUERVITO	[illegible]	20	☒	☒	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	01-09-20/28-02-21
TORDO C/AMARILLA	[illegible]	5	☒	☑	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☒	01-12-20/28-02-21
GORRIÓN DOMESTICO	*Passer domesticus* (1)	Sin límite	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	TODO EL AÑO
ESTORNINO	*Sturnus vulgaris* (1)	Sin límite	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	
COTORRA ARGENTINA	*Myiopsitta monachus* (1)	Sin límite	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	

☑ Estados en los que SE AUTORIZA la captura de la especie
☒ Estados en los que NO SE AUTORIZA la captura de la especie
(1) Especies consideradas como "Exótico Invasoras"

Tomado del portal de SEMARNAT: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epocas-habiles-2020-2021

Se registraron seis especies con valor cinegético para el estado de Veracruz: del grupo de las aves la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*) con fechas de cacería regulada de noviembre de 2019 a febrero de 2020, la paloma morada ventrioscura (*Patagioenas flavirostris*) de

septiembre de 2019 a febrero de 2020 y *Dendrocygna autumnalis* de octubre de 2019 a febrero de 2020. Los mamíferos: *Dasypus novemcintus* (septiembre de 2019 a febrero de 2020), el coatí (*Nasua narica*) de septiembre del 2019 a enero del 2020 y el mapache (*Procyon lotor*) de agosto a diciembre de 2019.

Pemex promoverá que el personal que contrate durante la fase de preparación del sitio y construcción respete la vida silvestre presente en la zona, y disminuya la incidencia de caza furtiva de ejemplares de especies amenazadas y tala de zonas forestales, mediante la impartición de cursos de capacitación y educación ambiental al personal. Aunque la tasa de depredación es aún alta, es una iniciativa para disminuir la afectación de poblaciones de especies protegidas y en peligro de extinción. El proyecto pretende no contraponer en ningún momento lo establecido en la normatividad ambiental aplicable.

Por otra parte, es pertinente mencionar que, al emplear a los habitantes de la zona, PEMEX disminuye prácticas de los pobladores, en contra del medio ambiente de la zona, al estar ocupados en actividades productivas y remunerativas, disminuye la incidencia de caza furtiva, pesca para fines comerciales en zonas de veda permanente, tala clandestina de áreas de selva y extensión de la frontera agrícola y pecuaria.

III.4. Instrumentos de Planeación Sectorial.

III.4.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Los Planes Nacionales de Desarrollo tienen la finalidad de establecer objetivos nacionales, estrategias y prioridades que deberán regir la acción del gobierno en turno, de tal forma que éste tenga un rumbo y una dirección clara. Los Planes establecen los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste. Los ciudadanos en general, y las instituciones públicas y privadas en particular, deberán desempeñarse conforme a los lineamientos expresados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se analiza a continuación así su aplicación sobre el proyecto.
El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019, está estructurado en tres secciones: 1) Política y Gobierno, 2) Política Social y 3) Economía.
El PND propone doce principios rectores: 1) Honradez y honestidad; 2) No al gobierno rico con pueblo pobre; 3) Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie; 4) Economía para el bienestar; 5) El mercado no sustituye al Estado; 6) Por el bien de todos, primero los pobres; 7) No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera; 8) No puede haber paz sin justicia; 9) El respeto al derecho ajeno es la paz; 10)No más migración por hambre o por violencia; 11) Democracia significa el poder del pueblo; y 12) Ética, libertad, confianza.
En el Anexo XVIII-Bis publicado en la Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados Número 5266-XVIII, de fecha 30 de abril de 2019, se menciona que el objetivo del PND 2019-2024 será transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos y todas. El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas: 1)

Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; 3) Desarrollo económico. En la Figura III. 12, se ilustra la relación que existe entre estos componentes del PND 2019-2024.

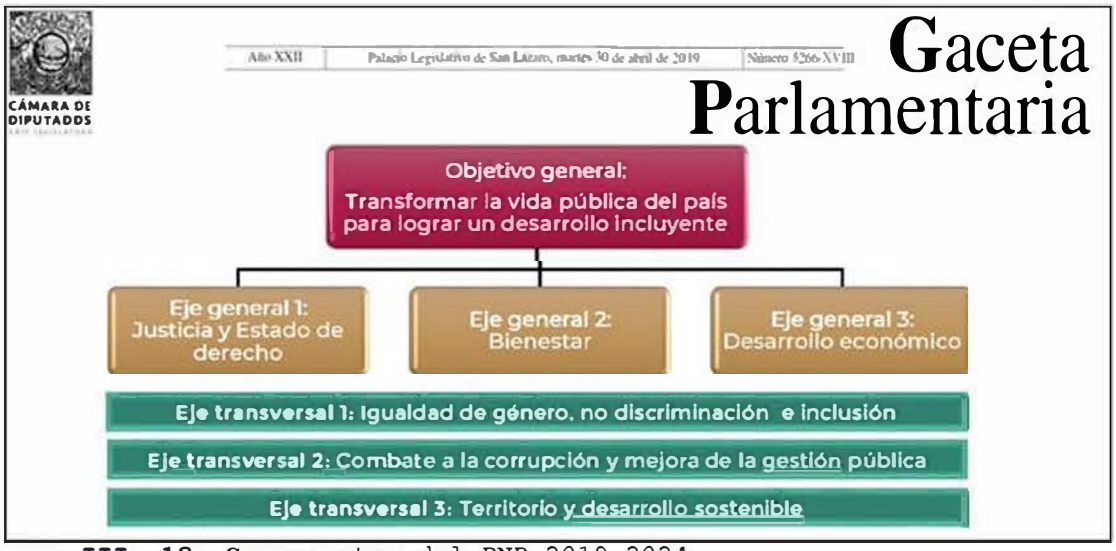


Figura III. 12. Componentes del PND 2019-2024.
Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (DOF, 2019).

Los objetivos del PND 2019-2024 relacionados con aspectos ambientales aplicables al proyecto son los siguientes:

Eje General 2) Bienestar. Objetivo 2.5: Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales. **Objetivo 2.6** Promover y garantizar el acceso incluyente al agua potable en calidad y cantidad y al saneamiento, priorizando a los grupos históricamente discriminados, procurando la salud de los ecosistemas y cuencas.

Eje General 3) Desarrollo económico. Objetivo 3.5 Establecer una política energética soberana, sostenible, baja en emisiones y eficiente para garantizar la accesibilidad, calidad y seguridad energética. **Objetivo 3.10** Fomentar un desarrollo económico que promueva la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de la población.

El proyecto estará alineado con los objetivos específicos del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 mencionados, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos, las NOM y DACG que regulan las actividades del sector hidrocarburos, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales en materia ambiental de los que México forma Parte.

III.4.2Programas Sectoriales.

- **Programa Sectorial de Energía 2020 – 2024.**

El Programa Sectorial de Energía 2020-2024 publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 8 de julio de 2020, es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las Empresas Productivas del Estado (EPE), los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados. El Programa Sectorial de energía 2020-2024 plantea seis Objetivos prioritarios que incorporan 27 Estrategias Prioritarias y 150 Acciones puntuales.

Los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Energía 2020-2024 aplicables al proyecto son: **1)** Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional; **4)** Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional; y **5)** Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.

El proyecto estará alineado con los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Energía 2020-2024 mencionados, al contribuir a mantener la autosuficiencia energética mediante el almacenamiento de hidrocarburos de manera sustentable, cumplimiento a las

disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos, las NOM y las DACG que regulan las actividades del sector hidrocarburos, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales en materia ambiental de los que México forma Parte.

- **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 – 2024.**

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024(PROMARNAT) publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 7 de julio de 2020, contiene los objetivos, estrategias y las acciones puntuales que guiarán los esfuerzos de la SEMARNAT y sus organismos sectorizados durante la presente administración. El PROMARNAT 2020-2024 contribuirá a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del PROMARNAT se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. El PROMARNAT incluye cinco Objetivos prioritarios que incorporan 18 Estrategias Prioritarias y 81 Acciones puntuales. En la Figura III. 13se muestra un esquema que representa la estructura del PROMARNAT 2020-2024.



Figura III. 13. Estructura del PROMANAT 2020-2024.
Fuente: Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 - 2024.

Los objetivos prioritarios del PROMARNAT 2020-20204 aplicables al proyecto son: **1)** Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad […]. **2)** Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono […]. **3)** Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces […]. **4)** Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo […].

El proyecto estará alineado con los objetivos prioritarios del PROMARNAT 2020-2024 mencionados, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos, las NOM y la DACG que regulan las actividades del sector hidrocarburos, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales en materia ambiental de los que México forma Parte.

- **Programa Nacional Hídrico 2020- 2024.**

El Programa Nacional Hídrico 2020-2024 próximo a ser publicado en el Diario Oficial de la Federación, contiene los objetivos, estrategias y las acciones puntuales que guiarán los esfuerzos de la SEMARNAT a

través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) durante la presente administración. El Programa Nacional Hídrico 2020-2024 es un programa especial que deriva del PND y tiene una estrecha correlación con el PROMARNAT 2020-2024, que contribuirá a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están orientados a las personas o usuarios del agua y al entorno habilitador. Estos objetivos prioritarios se relacionan con los ejes temáticos del PROMARNAT. El Programa Nacional Hídrico incluye cinco Objetivos prioritarios que incorporan, Estrategias Prioritarias y Acciones puntuales. Los objetivos y estrategias del Programa Nacional Hídrico aplicables al proyecto son: **1)** Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente a la población más vulnerable. **2)** Incrementar la seguridad hídrica de la población y zonas productivas. **3)** Promover el uso eficiente del agua para aumentar la productividad en el campo, la ciudad y la industria. **4)** Recuperar la calidad del agua u preservar la salud de los ecosistemas asociados.

El proyecto estará alineado con los objetivos prioritarios del Programa Nacional Hídrico 2020-2024 mencionados, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, las NOM en materia de uso y aprovechamiento de agua, así como de descargas de aguas residuales, la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales aplicables de los que México forma Parte.

III.4.3 Programas Estatales y Municipales de Desarrollo.

- **Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.**

EL Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, publicado el 5 de junio de 2019 en la Gaceta Oficial del estado de Veracruz de Ignacio de

la Llave. El objetivo principal del plan veracruzano es el bienestar de lo público, lo privado y lo social; aspectos que serán atendidos a través de los programas específicos de las distintas secretarias, pertenecientes a la administración pública del gobierno de Veracruz. En el plan se encuentran integrados los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), mejor conocidos como Agenda 2030.

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2019 – 2024 está estructurado en 2 ejes transversales, tres ejes generales y 4 políticas. Los ejes transversales son: 1) Cultura de paz y derechos humanos, y 2) Honestidad y austeridad. Los ejes generales son: Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C). Las políticas son: a) Política y gobierno, b) Política económica, c) Educación, y d) Bienestar social.

El plan está contiene objetivos, estrategias y líneas de acción con miras al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar. El objetivo del Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 que tiene relación con el proyecto es: **Eje general 2. Bienestar Social, Objetivo 12:** Garantizar un medio ambiente sano donde las y los veracruzanos se desarrollen de manera integral, en armonía y equilibrio con la biodiversidad, mediante la preservación y la restauración del patrimonio natural del Estado.

El proyecto estará alineado con el mencionado objetivo del Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos y las NOM aplicables.

- **Plan Municipal de Desarrollo de Ixhutlán del Sureste, Veracruz 2018-2021.**

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Ixhutlán del Sureste, establece los objetivos, metas, estrategias, acciones e indicadores

del desarrollo municipal. Está estructurado en seis Ejes de Desarrollo: 1) Administración con sentido humano, social y perspectiva de género; 2) Desarrollo económico competitivo incluyente; 3) Desarrollo urbano sustentable, infraestructura y servicios públicos; 4) Seguridad pública y protección civil; 5) Gobierno eficaz y eficiente; y 6) Competitividad gubernamental y participación ciudadana.

La estrategia ambiental que está relacionada con el proyecto es "Promover el uso racional y conservación de recursos y del medio ambiente", la cual está contenida en el eje 3, Desarrollo urbano sustentable, infraestructura y servicios públicos. Las acciones de esta estrategia que se relacionan con el proyecto son: Realizar campañas de reciclaje; realizar los servicios de limpia pública de manera periódica; ampliar, modernizar y rehabilitar el sistema de agua potable; aumentar la salud a través de mejorar la calidad del agua; modernizar y ampliar el sistema de drenaje sanitario; y combatir la contaminación visual.

El proyecto estará alineado con la mencionada estrategia ambiental del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Ixhutlán del Sureste, al dar cumplimiento a las disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos y las NOM aplicables.

III.5 Tratados Internacionales.

De acuerdo con la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969, los tratados internacionales son acuerdos celebrados por escrito entre Estados y otros "sujetos" regidos por el derecho internacional; pueden constar de uno o varios instrumentos jurídicos conexos, cualquiera que sea su denominación particular (acuerdo, convenio, convención, protocolo, etc.); pueden ser bilaterales, trilaterales o multilaterales. El estatuto de la Corte Internacional de Justicia distingue entre Tratados Internacionales

Generales y Tratados Internacionales Particulares. Los primeros son aquellos que en principio crean derechos y obligaciones para la comunidad internacional (*"erga omnes"*-para todos-), denominadas Tratados-Leyes o Tratados Normativos Internacionales; y los segundos son aquellos que crean derechos y obligaciones sólo entre los estados contratantes (*"inter partes"* -entre las partes-), denominados también Tratados-Contratos. Los tratados internacionales, además de ser la fuente principal del Derecho Internacional, constituyen el medio más completo para establecer reglas jurídicas internacionales entre estados soberanos. A continuación se analizan los convenios internacionales en materia ambiental que son jurídicamente vinculantes y que tienen aplicación sobre el proyecto.

III.5.1 Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES).

Esta convención conocida como CITES por sus siglas en inglés (*Convention on International Trade in Endangered Species*) es un acuerdo internacional, jurídicamente vinculante, adoptado el 3 de marzo de 1973 y ratificado por el Senado de la República el 2 de junio de 1991. La finalidad de la Convención CITES es prevenir la extinción de especies de flora y fauna amenazadas, mediante la regulación del comercio internacional de la vida silvestre, utilizando como herramienta principal la expedición de certificados o permisos para la importación y exportación de ejemplares, productos y subproductos de especies de vida silvestre amenazada o en peligro.

Los criterios de conservación y protección bajo los cuales la Convención CITES reglamenta el comercio, se reflejan en tres apéndices donde se enlistan las especies de flora y fauna con distintos niveles de riesgo. Los tres apéndices han sido enmendados conforme a los procedimientos señalados en el **Artículo XV** de la Convención CITES y fueron dadas a conocer en México a través del ***"Acuerdo por el que se dan a conocer las modificaciones a los***

apéndices de la CITES" publicado en el diario oficial de la federación el 29 mayo de 1998.

De acuerdo con el **Artículo IX**, cada Parte designará una o más "*Autoridades Administrativas Competentes*" para conceder permisos o certificados en nombre de dicha Parte y una o más "*Autoridades Científicas*". Por su parte, el **Artículo XIV**, está relacionado con el efecto sobre la legislación nacional y convenciones internacionales, estableciendo que las disposiciones de la Convención no afectarán el derecho de las Partes de adoptar medidas internas más estrictas respecto de las condiciones de comercio, captura, posesión o transporte de especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, o prohibirlos enteramente; así como otras especies no incluidas en dichos apéndices.

Con la firma de la Convención CITES, México adquirió compromisos enfocados a regular la entrada y salida de ejemplares de especies, productos y subproductos de flora y fauna silvestres nacionales y exóticas. Para dar cumplimiento a dichos compromisos, inició un amplio proceso de trabajo que incluye la designación de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT como la "*Autoridad Administrativa*" que otorga las licencias y permisos; de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como la "*Autoridad Científica*" y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como la "*Autoridad de Aplicación de la Ley*" (Artículo IX). Asimismo, se elaboraron guías de identificación de especies incluidas en los apéndices para varios grupos biológicos (aves, mamíferos, cactáceas, entre otros), las cuales constituyen un apoyo muy importante para la aplicación de la Convención CITES en México.

Las presiones derivadas del comercio internacional sobre animales y plantas vivos y productos derivados (como alimentos, artículos de cuero, madera, "*souvenirs*" y medicinas, entre otros) sumadas a la

pérdida de hábitat, han contribuido a la reducción significativa de las poblaciones de muchas especies, algunas de las cuales se encuentran hoy en peligro de extinción. CITES regula el comercio internacional, sin embargo, gran parte del comercio de vida silvestre ocurre al interior de los países, ya que muchas especies son importantes para las economías locales y nacionales. El manejo y comercio sustentable de estas especies resulta en muchos casos indispensable para las industrias y comunidades que dependen de ellas, por lo tanto, se requieren medidas nacionales que, de manera coordinada con la regulación del comercio internacional, aseguren su conservación.

En este sentido, México cuenta con un sólido y fortalecido marco jurídico-institucional, enfocado a la regulación de la importación y exportación de ejemplares de vida silvestre para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos en la Convención CITES. Se establecen disposiciones al respecto, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículos 82 y 85), en la Ley General de Vida Silvestre (Artículo 55) y en el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (Artículos 59 al 69).

En el área donde se ubicará el proyecto , se registraron 12 especies en el Apéndice I de CITES: *A. oratrix* y *A. palliata;* dentro del Apéndice II se registraron ejemplares de: *Agallichnys callidryas* (rana de árbol ojos rojos), *Rupornis magnirostris* (aguililla caminera), *Caracara cheriway* (caracara quebranta huesos), *P. striigularis*, *A. yucatanensis*, *Herpetotheres cachinnans* (halcón guaco), *Glaucidium brasilianum* (tecolote bajeño) y *I. iguana;* mientras que en el Apéndice III, se registró la presencia de ejemplares de *Ortalis vetula* (chachalaca oriental) y *D. autumnalis*.

El proyecto a través de su ingeniería y de las medidas de mitigación que se establecen en la presente manifestación de impacto ambiental, busca respetar en todo momento la vida silvestre presente en la zona,

considerando que con la construcción de caminos de acceso hacia donde se construirán las cavernas en los domos salinos, podría facilitar el acceso a determinadas zonas con presencia de flora y fauna silvestre. No obstante, se pretenden realizar acciones de vigilancia durante todas las etapas del proyecto, para que los trabajadores no realicen caza furtiva de ejemplares de fauna que se encuentran en la zona, ya sea con fines de autoconsumo o de comercialización. Asimismo, como parte de las acciones consideradas en el SASISOPA se impartirán cursos de capacitación y educación ambiental a los trabajadores para concientizarlos sobre la importancia de proteger las especies de flora y fauna silvestre.

III.5.2 Convención sobre Diversidad Biológica.

La Convención sobre Diversidad Biológica, derivada de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, es el primer acuerdo internacional, jurídicamente vinculante, que contempla todos los aspectos de la biodiversidad: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce por primera vez que la conservación de la diversidad biológica es una preocupación común de la humanidad y una parte integrante del proceso de desarrollo. La Convención, firmada el 5 de junio de 1992, fue ratificada por el Senado de la República el 11 de marzo de 1993. El objetivo de la Convención es la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. En la Tabla III. 20se analizan los compromisos más importantes asumidos por las Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica, su vinculación con el proyecto y las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 20. Vinculación de la Convención sobre Diversidad Biológica aplicable al proyecto.

Disposiciones	Cumplimiento del proyecto
Artículo 6. Medidas generales de conservación y utilización sustentable. Integrar la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en las estrategias nacionales, planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.	Para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos en la Convención sobre Diversidad Biológica, México ha llevado a cabo una serie de acciones consistentes en: **1)El fortalecimiento institucional** con la creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1992 y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en 2000; **2)El fortalecimiento del marco jurídico** para la conservación de la biodiversidad, con las modificaciones a la LGEEPA, la publicación de sus reglamentos en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y de Áreas Naturales Protegidas, de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Vida Silvestre, así como la publicación de la NOM-052-SEMARNAT-2010, entre otros ordenamientos jurídicos relacionados; **3) Elfortalecimiento del marco programático** con la incorporación de estrategias, metas y líneas de acción concernientes a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el Plan Nacional de Desarrollo y en los Planes Sectoriales y Planes Especiales; **4) Elfortalecimiento de la política de conservación** con la elaboración y publicación de dos Estudios de País, así como la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Por lo anterior, podemos afirmar que México cuenta con un sólido y fortalecido marco jurídico-institucional, un sistema de planeación democrática coherente y una política ambiental enfocada a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, con los que da cumplimiento a los compromisos y obligaciones derivados de la Convención sobre Diversidad Biológica. La ingeniería del proyecto está diseñada para dar cumplimiento en todo momento a la normatividad ambiental, incluyendo leyes, reglamentos, NOM y demás normatividad aplicable en materia de medio ambiente, aguas, bosques, recursos naturales, flora y fauna silvestre, con la finalidad de reducir los posibles efectos adversos al ambiente; asimismo se buscará que las actividades sean acordes con los señalado en los Planes Sectoriales, así como en los Planes de Desarrollo Estatal de Veracruz y Municipal de Ixhuatlán del Sureste. Por lo que al dar cumplimiento a la normatividad y al sistema de planeación relativos a la conservación de la biodiversidad, se estará también actuando en concordancia con la Convención de Diversidad
Artículo 7. Identificación y seguimiento. Identificar los componentes importantes de la biodiversidad (hábitats y especies críticas) para su conservación y uso sustentable; así como identificar y regular los procesos y actividades que puedan amenazar a la biodiversidad.	
Artículo 8. Conservación *in situ*. Establecer áreas protegidas y directrices para su establecimiento y ordenación; establecer la legislación necesaria para la protección de especies y poblaciones amenazadas.	
Artículo 9. Conservación *ex situ*. Adoptar medidas para la recuperación y rehabilitación de especies amenazadas y reintroducción en sus hábitats naturales.	
Artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso. Establecer procedimientos	

Disposiciones	Cumplimiento del proyecto
apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la biodiversidad con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos.	Biológica, en la cual se incluye también la evaluación de impacto ambiental, por lo que la presente MIA con su correspondiente estudio de riesgo, además de dar cumplimiento a lo establecido en los Artículos 28 y 30 de la LGEEPA da cumplimiento a la Convención sobre Diversidad Biológica.

III.5.3 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, su Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés:*United Nations Framework Convention on Climate Change*), es un convenio internacional jurídicamente vinculante, adoptado el 11 de diciembre de 1997 y en vigor a partir del 16 de febrero de 2005, cuyo objetivo (Artículo 2) es lograr la estabilización en la atmósfera de las concentraciones de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sustentable.

- **Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.**

El Protocolo de Kioto fue creado como complemento o adición de la Convención sobre Cambio Climático, cuyo objetivo principal es lograr que para 2008-2012 los países desarrollados disminuyan sus emisiones de gases de efecto invernadero a un 5% menor del nivel de emisiones de 1990.El Protocolo fue firmado el 11 de diciembre de 1997 y entró

en vigor el 16 de febrero de 2005.Los compromisos adquiridos por los países (Partes) firmantes de la Convención sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto dependen de su grado de desarrollo, para lo cual se enlistan en el Anexo 1 los países industrializados, en el Anexo 2 los países con economías de transición, y los denominados países no Anexo 1 que son países en vías de desarrollo.

Los compromisos asumidos por todos los países, independientemente de su grado de desarrollo, se incluyen en el **Artículo 4, inciso 1** de la Convención sobre Cambio Climático y en el **Artículo 10** del **Protocolo de Kioto,** los cuales en resumen establecen lo siguiente:

a) Elaborar y actualizar inventarios nacionales de las emisiones antropógenas de los gases de efecto invernadero por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero.

b) Formular, aplicar, publicar y actualizar programas nacionales y regionales con medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada al cambio climático.

c) Promover y apoyar el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos.

d) Promover la gestión sustentable y promover y apoyar la conservación y el reforzamiento de los sumideros y depósitos de todos los gases de efecto invernadero, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos.

e) Cooperar para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la gestión de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones.

f) Tener en cuenta las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo, evaluaciones del impacto con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él.

g) Promover y apoyar la investigación científica, el intercambio de información, la educación, la capacitación y la sensibilización del público.

- **Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.**

El Acuerdo de París, firmado el 12 diciembre de 2015 y en vigor desde el 4 de noviembre de 2016, es un acuerdo en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a los efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad es para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. El Acuerdo de París compromete a los países adescarbonizar sus economías durante la segunda mitad del siglo y a aumentar su resiliencia, superando el sistema binario establecido en el Protocolo de Kioto y aglutinando a todos los países con base en el principio de la acción colectiva. El objetivo central del Acuerdo

de París, como se establece en su Artículo 2, es "*reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza*" para lo cual determina tres acciones concretas: a) reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados; b) aumentar la capacidad de adaptación global, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático; y c) aumentar el flujo de recursos financieros para apoyar la transformación hacia sociedades resilientes y economías bajas en carbono.

Los compromisos establecidos en el Acuerdo de París señalan que cada país individual puede establecer para conseguir el objetivo global a través de lo que se denominó Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional (CNPD). El artículo 3 del Acuerdo establece que las CNPD deberán ser "ambiciosas", "que representen un progreso a lo largo del tiempo" y se establezcan "para conseguir el propósito del Acuerdo". Las contribuciones deberán tener un informe cada cinco años y estar registradas por la Secretaría de la Convención sobre Cambio Climático. Cada progreso debería ser más ambicioso que el previo, conocido como el principio de "progresión". Los países pueden cooperar y poner en común sus contribuciones determinadas a escala nacional.

Cada país definirá los objetivos y el nivel de su propia Contribución Prevista Determinada. Sin embargo, las "contribuciones" no tienen el mismo grado de vinculación que la legislación internacional, ni tienen la especificidad de carácter normativo, o lenguaje obligatorio necesario para crear normas que hay que cumplir. Además, no habrá mecanismos para forzar a un país a establecer un objetivo

en su Contribución determinada a escala nacional para una fecha concreta, ni penalización si el objetivo establecido no se alcanza.

Actualmente, el cambio climático es uno de los temas ambientales de mayor relevancia a nivel internacional, que ha obligado a las naciones a organizarse para enfrentar el problema a través de acuerdos internacionales.

Aunque México no está obligado por la UNFCCC ni por el Protocolo de Kioto a satisfacer metas cuantitativas de reducción de emisiones, sí se ha comprometido a desarrollar acciones de mitigación y de adaptación, así como a presentar las llamadas Comunicaciones Nacionales, ante los organismos competentes de la ONU. Éstas contienen información de sus emisiones de gases de efecto invernadero y de las medidas adoptadas en el país en respuesta al cambio climático. México es el único país en desarrollo que ha presentado seis Comunicaciones Nacionales, colocándose como país líder entre las naciones denominadas *"No Anexo 1"*.

A raíz de su adhesión a la Convención sobre Cambio Climático, en junio de 1992, al Protocolo de Kioto en 1997, y al Acuerdo de París en 2015, México fortaleció su marco jurídico modificando y/o publicando diversas leyes de aplicación general para los sectores productivos y actividades relacionadas con los sectores medio ambiente y energía, las cuales incluyen algunos preceptos que pueden relacionarse indirectamente con acciones para mitigar los efectos del cambio climático. Las leyes y regulaciones relativas a la protección de los recursos naturales contemplan diversos instrumentos que inciden, en términos de regulación, a todos los niveles de gobierno y sectores público y privado. Mientras que en lo relativo a los recursos energéticos, el cambio climático está asociado de manera indirecta, aun cuando las acciones del gobierno en este sector inciden directamente en la mitigación de los efectos del cambio climático.

Los efectos previstos del cambio climático incluyen, modificaciones en los patrones hidrológicos y por lo tanto en los recursos hídricos de nuestro país, incremento del nivel del mar en zonas vulnerables, impactos sobre individuos, poblaciones, especies y ecosistemas, incluyendo cambios en los patrones de distribución de la vegetación y ecosistemas terrestres, marinos y costeros. En este sentido, es muy conocido el papel que juegan los humedales en la regulación del ciclo hidrológico, por lo que son piezas clave en relación con el cambio climático.

El proyecto se encuentra ubicado en una de las regiones más vulnerables del Golfo de México a los posibles efectos adversos del cambio climático, particularmente, por la elevación del nivel del mar. Motivo por el cual el proyecto está sujeto a un cierto riesgo por efectos del cambio climático; sin embargo, en la otra perspectiva del cambio climático, puede contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero provenientes del equipo y la maquinaria pesada que se utilizará durante las diferentes etapas del proyecto, p. ej., CO_2, NO_x y O_3. Sin embrago, como se ha mencionado reiteradamente en este capítulo, se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, la Ley de Cambio Climático y su Reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones, así como en las NOM correspondientes que establecen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes.

Asimismo, el diseño e ingeniería del proyecto contempla el cumplimiento de la normatividad ambiental en lo relativo a descargas de aguas residuales, emisiones contaminantes a la atmósfera, manejo integral y disposición de residuos, protección y conservación de la vida silvestre, de los ecosistemas y de los suelos, así como lo que

establezca el Programa Especial de Cambio Climático PECC (cuando sea publicado en el DOF). Con estas acciones se estará operando en concordancia con la UNFCCC y con el Protocolo de Kioto.

III.5.4 Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

El Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, 1972, es un tratado internacional en el cual las Partes Contratantes adoptan medidas más eficaces individualmente, según su capacidad científica, técnica y económica para impedir la contaminación del mar causada por vertimientos, en él se prescriben las normas que deberán ser observadas a fin de que se promueva el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino adoptando medidas para impedir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina, reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar. El 30 de enero de 1978, se publicó en el Diario Oficial de Federación, el acuerdo por el que la Secretaría de Marina es designada como la autoridad encargada del cumplimiento de las disposiciones del Convenio, y el 23 de enero de 1979 es publicado el Reglamento para Prevenir la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias (Reglamento del Convenio).México adoptó el Protocolo del Convenio el 22 de febrero de 2006.Desde 1978, la Secretaría de Marina – Armada de México han venido realizando diversas acciones tendientes a la aplicación del Protocolo relativo al Convenio de 1972, así como a prevenir, combatir y controlar la contaminación costera y marina o cualquier alteración de sus ecosistemas. La autoridad competente para el ejercicio de todas y cada una de las funciones contenidas en el Protocolo mencionado en los párrafos anteriores, es la Secretaría de marina. En la Tabla III. 21se analizan las disposiciones del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por

Vertimiento de Desechos y Otras Materias, su vinculación con el proyecto y las acciones para su cumplimiento.

Tabla III. 21. Vinculación del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias aplicable al proyecto.

Artículo	Cumplimiento del proyecto
Artículo 4. Las Partes prohibirán el vertimiento de desechos y/o materias incluidos en el Anexo I; Se requiere un permiso especial previo para el vertimiento de los desechos y/o materias incluidos en el Anexo II; Se requiere un permiso general previo para el vertimiento de todos los demás desechos o materias; Los permisos se concederán sólo tras una cuidadosa consideración de todos los factores que figuran en el Anexo III.	Se cuenta con el Título de Concesión número 10VER157790/29FQDA16, otorgado a Pemex Exploración y Producción por un plazo de 10 años a partir del 13 de mayo de 2016. La descarga de aguas residuales provenientes de la lixiviación de las cavidades será descargada al mar a través de un difusor marino existente, que descarga a 3 km en el lecho marino del Golfo de México mediante el salmueroducto de 20" Ø x 28.00 km de Domos Salinos Tuzandepetl a Rabón Grande que fue diseñado para difundir el exceso de sólidos disueltos totales. Se verificará que el difusor se encuentre en óptimas condiciones de operación y se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga establecidas en el Título de Concesión número 10VER157790/29FQDA16, por un volumen de descarga de 5´803,500 metros cúbicos anuales por un plazo de 10 años.
Artículo 5: Si el vertimiento parece necesario para salvaguardar la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar; este se llevará a cabo de forma que se reduzca al mínimo la probabilidad de que se ocasionen daños a seres humanos o a la vida marina.	
Artículo 12: Las Partes se comprometen a fomentar la adopción de medidas para la protección del medio marino contra la contaminación causada por: a) Hidrocarburos, incluido el petróleo y sus residuos. b) Otras materias nocivas o peligrosas transportadas por buques para fines que no sean el vertimiento. c) Desechos originados en el curso de operaciones de buques, aeronaves, plataformas y otras construcciones en el mar. d) Contaminantes radiactivos de todas las procedencias. e) Agentes de la guerra química y biológica. f) Desechos u otras materias directamente derivados de la exploración, explotación y tratamientos afines fuera de la costa, de los recursos minerales de los fondos marinos o con ellos relacionados.	

III.5.5Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, Capítulo 24 Medio Ambiente.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) que entró en vigor en 1994, actualmente es reemplazado por un nuevo Acuerdo Comercial llamado *Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá* (T-MEC), el cual pretende la integración comercial en América del Norte. El T-MEC moderniza el Acuerdo conforme a los paradigmas del siglo XXI, y se propone apoyar y diversificar el comercio de bienes y servicios, además de facilitar una competencia justa eliminando los obstáculos técnicos, económicos y sociales que retrasan el comercio y permitan acceder a mercados más abiertos con el propósito de lograr el crecimiento regional. Así mismo, busca agilizar los procesos aduaneros para que éstos sean más eficientes, oportunos y transparentes, y económicos asegurando tanto la calidad de las mercancías como la seguridad sanitaria de los productos. El T-MEC contiene 34 Capítulos; de los cuales el Capítulo 24 hace referencia al Medio Ambiente.

El objetivo del Capítulo sobre medio Ambiente es modernizar y mejorar la efectividad de la cooperación ambiental para fortalecer las políticas comerciales y ambientales que promuevan la protección del medio ambiente y cumpla con las obligaciones que asumen los países del Tratado en acuerdos multilaterales de los que forman parte, tales como la Organización Mundial del Comercio (OMC).

El Capítulo 24está conformado por 32 artículos y 2 anexos, entre los cuales destacan aquellos relacionados con el sector primario (No. 2) de la economía y que enseguida se analizan:

Art. 24.7 Evaluación de Impacto Ambiental. Cada uno de los países miembros debe contar con procedimientos apropiados para la evaluación del impacto ambiental de los proyectos que proponga el nivel central de gobierno que puedan causar efectos negativos al medio ambiente; además el procedimiento deberá ser del conocimiento

del público en general y en su caso propiciar la participación del mismo público.

Art. 24.10 Protección del Medio Marino de la Contaminación por Buques

Se tendrá que prevenir la contaminación del medio marino generado por buques con el fin de proteger y preservar la vida marina y los mares.

24.11 Calidad del Aire. Las Partes del tratado deberán reducir la contaminación del aire nacional y transfronterizo y controlar sus contaminantes, incluyendo aquellos que se transportan largas distancias.

Art. 24.12 Basura Marina. Se deberá prevenir y reducir la basura marina, incluidos los desechos plásticos y micro plásticos, con el fin de preservar la salud humana y los ecosistemas marinos y costeros, así como prevenir la pérdida de biodiversidad y mitigar los costos e impactos de la basura marina.

Art. 24.15 Comercio y Biodiversidad. Los países del T-MEC acuerdan fomentar y promover la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica; reconocer, respetar, preservar y mantener el conocimiento y prácticas de los pueblos indígenas y comunidades locales y facilitar entre las partes el acceso a recursos genéticos.

Art. 24.16 Especies Exóticas Invasoras. Se deberá prevenir, detectar, controlar y erradicar especies exóticas invasoras terrestres y acuáticas relacionadas con el comercio, en coordinación con el Comité de Medio Ambiente y el Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias contemplado en el Capítulo 9 sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, por ejemplo, en México existen 665 especies catalogadas como flora terrestre invasora, las cuales es necesario considerar.

Art. 24.22 Conservación y Comercio. Se deberá combatir la toma y el comercio ilegal de flora y fauna entre los tres países conforme a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) realizada en Washington, D.C. en 1973.

Art. 24.23 Gestión Forestal Sostenible y Comercio. Las partes convienen en fortalecer la capacidad gubernamental y el marco jurídico para la gestión forestal sostenible, promover el comercio de productos forestales legales, combatir la tala ilegal y el comercio asociado con el fin de que los bosques continúen proporcionando servicios ambientales.

Art. 24.24 Bienes y Servicios Ambientales. Se deberá facilitar y promover el comercio y la inversión en bienes y servicios ambientales, incluidas las tecnologías limpias, por ejemplo, la gestión de aguas residuales.

En relación al mejoramiento de la calidad del aire, suelos, aguas superficiales y subterráneas la agroindustria, industria agroquímica y unidades productivas del sector primario tendrán que cumplir e implementar medidas para la reducción, control, descargas y manejo de desechos e invertir en la implementación de tecnologías limpias, además de continuar sustituyendo prácticas insostenibles hacia prácticas sustentables. Para apoyar la gestión y uso sustentable de los recursos naturales será necesario vigilar la implementación de los planes de manejo forestal, el comercio de flora y fauna silvestre, la pesca, el aleteo de tiburones y la caza de ballenas para evitar la tala y comercio ilegal de plantas y animales, lo que exige el trabajo conjunto entre SEMARNAT, SADER, las Comisiones correspondientes, las empresas y la sociedad civil.

El proyecto estará alineado con los artículos mencionados del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, al dar cumplimiento a las

disposiciones ambientales que establecen las leyes, los reglamentos, las NOM y las DACG que regulan las actividades del sector hidrocarburos, así como los compromisos establecidos en los tratados internacionales en materia ambiental de los que México forma Parte.

III.5.6 Convención relativa a la Conservación de Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar).

Convención relativa a la Conservación de Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, mejor conocida como Convención de Ramsar por haber sido firmada en la ciudad de Ramsar (Irán), es un tratado internacional adoptado en el seno de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) el 2 de febrero de 1971 y ratificado por México el 4 de julio de 1986, tiene como objetivo principal proteger a los humedales de relevancia internacional y a las aves acuáticas migratorias dependientes de ellos, mediante acciones nacionales e internacionales, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sustentable en todo el mundo.

Entre los compromisos adquiridos por los países firmantes de la Convención ("Partes") destacan los siguientes:

- Designar por lo menos un humedal a ser incluido en la *Lista de Humedales de Importancia Internacional,* con base en su importancia ecológica, botánica, zoológica, limnológica o hidrológica **(Artículos 2.1, 2.2 y 2.4).**
- Elaborar y aplicar planes de desarrollo de forma que se favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y el uso racional de los humedales de su territorio **(Artículo 3.1).**
- Monitorear cambios en las condiciones ecológicas de los humedales incluidos en la Lista, que se hayan producido o puedan

producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre. **(Artículo 3.2).**

- Fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales (incluidas o no en la Lista) y tomar las medidas adecuadas para su custodia **(Artículo 4.1).**

México firmó el documento de adhesión el 4 de julio de 1986 con la incorporación de la *Reserva de la Biosfera Ría Lagartos* como humedal de importancia internacional. De entonces a la fecha, nuestro país ha logrado la incorporación de 142 sitios a la *Lista de Humedales de Importancia Internacional*, por lo que en 2020 se encuentra en el segundo lugar a nivel mundial -sólo detrás del Reino Unido-. Con estas acciones México asegura la conservación de importantes hábitats de humedales y especies que los habitan. Por otra parte, México ha incorporado cuestiones relacionadas con la protección de los humedales y las especies que habitan en ellos, no sólo en la legislación nacional sino también en su sistema de planeación, incluyendo el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019-2024, el Programa Nacional Hídrico 2020-2024. En este sentido, podemos presumir que el proyecto es congruente con lo establecido en la Convención de Ramsar, al considerar las líneas de acción relacionadas con la conservación de humedales, contenidas en la normatividad nacional y en la planeación sectorial.

En la zona en la que se llevará cabo el proyecto no hay presencia de manglar. Además, como se mencionó en la sección la sección III.3.3 Sitios Ramsar, el sitio Ramsar más cercano al proyecto es el identificado con el número 1342 Manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan, que se ubica a más de 80 km en línea recta, por lo que se considera que el proyecto no tendrá influencia en dicho Sitio Ramsar.

III.5.7 Convención para la protección de aves migratorias y de mamíferos cinegéticos.

Este es el primer acuerdo suscrito entre México y Estados Unidos, firmado en 1936, en lo referente a la protección de vida silvestre. Tiene como propósito fundamental implementar medidas conjuntas que permitan la protección y el aprovechamiento racional de las aves migratorias durante el desarrollo de actividades cinegéticas y la obtención de alimento, productos y subproductos para el comercio y la industria.

Las partes de la Convención se comprometen a establecer zonas de refugio y regulaciones para el aprovechamiento de especies en épocas determinadas; a establecer vedas; a prohibir la cacería de aves migratorias insectívoras, la cacería con vehículos aéreos y la transportación fuera del territorio mexicano-estadounidense de aves migratorias vivas o muertas y sus productos y subproductos, sin la debida autorización de cada país. Mediante la firma de un Protocolo modificatorio en 1997, los gobiernos de ambos países reafirmaron su compromiso con los propósitos y objetivos de la Convención, para la conservación a largo plazo de especies de aves migratorias compartidas, importantes por sus valores nutricionales, sociales, culturales, espirituales, ecológicos, económicos y estéticos.

Como parte de las acciones que México lleva a cabo para dar cumplimiento a la Convención para la Protección de Aves Migratorias y Mamíferos Cinegéticos, la Dirección General de Vida Silvestre, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, establece anualmente el calendario de *Épocas Hábiles de aprovechamiento de aves y mamíferos silvestres para cada temporada*, de acuerdo con lo previsto en el artículo 81 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el artículo 71 de la Ley General de Vida Silvestre y el artículo 77 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Como ya se mencionó anteriormente, durante la realización del proyecto, Pemex procurará emplear a los habitantes de la zona, con lo cual se pretende disminuir prácticas de los pobladores en contra del medio ambiente de la zona, al estar ocupados en actividades productivas y remunerativas, disminuyendo incidencia de caza furtiva y pesca para fines comerciales en zonas de veda permanente. Lo anterior ayudará a reducir la utilización de elementos naturales propios de la reserva, para cubrir sus necesidades de alimentación y energía (caza, pesca, tala, tráfico ilegal de ejemplares de especies protegidas, quemas, extensión de la frontera agrícola, etc.). Asimismo, Pemex promoverá que el personal que contrate durante la fase de preparación del sitio y construcción respete la vida silvestre presente en la zona, y disminuya la incidencia de caza furtiva de ejemplares de especies amenazadas. Lo anterior mediante la impartición de cursos de capacitación y educación ambiental a los trabajadores tanto de Pemex y a los contratistas, así como a los pobladores que se empleen temporalmente.

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 7

IV.1. Delimitación del área de estudio. 7

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental. 8

IV.2.1. Aspectos Abióticos. 8

IV.2.1.1. Clima y Meteorología. 8

IV.2.1.2. Geología y Geomorfología. 37

IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea. 57

IV.2.2. Aspectos Bióticos. 78

IV.2.2.1. Vegetación. 78

IV.2.2.1.1. Descripción de uso de suelo y vegetación base INEGI (2016). 80

IV.2.2.1.2. Sistema Ambiental. 82

IV.2.2.1.3. Área del Proyecto. 105

IV.2.2.2. Fauna. 124

IV.2.2.2.1. Caracterización de las comunidades de fauna. 124

IV.2.2.2.2. Fauna silvestre en el sistema ambiental. 124

IV.2.2.2.3. Fauna silvestre en el área del proyecto. 144

IV.2.2.2.4. Rutas de vertebrados terrestres. 152

IV.2.2.2.5. Áreas Naturales Protegidas (ANP). 152

IV.2.2.2.6. Corredores biológicos. 154

IV.2.3. Paisaje. 156

IV.2.4. Medio Socioeconómico. 160

IV.2.3. Demografía. 161

IV.2.4. Cultural. 179

IV.2.5. Diagnóstico Ambiental. 191

IV.2.5.1. Calidad del aire. 191

IV.2.5.2. Calidad de suelos. 202

IV.2.5.3. Aspectos bióticos. 204

IV.2.5.4. Aspectos socioeconómicos. 206

Indice de Figura

Figura IV. 1. UGA's del Sistema Ambiental 7
Figura IV. 2. Distribución espacial de estaciones meteorológicas. 9
Figura IV. 3. Variación climatológica mensual en la región de Tuzandepetl 11
Figura IV. 4. Temperatura media mensual. 13
Figura IV. 5. Temperatura máxima diaria por mes 14
Figura IV. 6. Variación mensual de la temperatura 15
Figura IV. 7. Variación de la temperatura media mensual 15
Figura IV. 8. Variación de la temperatura máxima mensual. 16
Figura IV. 9. Variación de la temperatura mínima mensual 16
Figura IV. 10. Variación de la precipitación media mensual. 18
Figura IV. 11. Precipitación máxima diaria por mes. 18
Figura IV. 12. Probabilidad de precipitación por mes. 19
Figura IV. 13. Precipitación máxima diaria por mes. 20
Figura IV. 14. Niveles de comodidad de la humedad por mes 20
Figura IV. 15. Variación mensual de la evaporación. 22
Figura IV. 16. Variación de la nubosidad por mes. 23
Figura IV. 17. Incidencia de ciclones en el Estado de Veracruz 24
Figura IV. 18. Zonas de incidencia ciclones en el Estado de Veracruz. 24
Figura IV. 19. Trayectorias e intensidades de ciclones a nivel regional. 26
Figura IV. 20. Trayectorias e intensidades de ciclones la zona de Tuzandépetl. 27
Figura IV. 21. Rosa de vientos Tecnológico. 29
Figura IV. 22. Rosa de vientos Tecnológico, periodo diurno. 30
Figura IV. 23. Rosa de vientos Tecnológico periodo nocturno 30
Figura IV. 24. Variación de la intensidad del viento por mes 31
Figura IV. 25. Variación de la intensidad del viento por hora. *32*
Figura IV. 26. Variación de la intensidad del viento medio mensual. *32*
Figura IV. 27. Variación de la intensidad del viento racha mensual. *33*
Figura IV. 28. Variación de la dirección del viento por mes. *34*
Figura IV. 29. Variación de la dirección del viento por hora. *34*
Figura IV. 30. Variación de la dirección del viento por mes. *35*
Figura IV. 31. Variación de la presión atmosférica por mes *36*
Figura IV. 32. Plano geológico donde se delimitan las unidades litológicas presentes en el área de estudio. *37*
Figura IV. 33. Columna estratigráfica tipo del área. *39*
Figura IV. 34. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos del límite del municipio de Ixhuatlan del Sureste hacia los poblados Shalapa, Los Santos, donde se aprecian los relieves de lo lomeríos del área. (Google Maps, 2020). *40*
Figura IV. 35. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos del municipio de Ixhuatlan del Sureste hacia el noroeste, donde se observa los lomeríos entre las carreteras de Minatitlan – Mundo Nuevo y el entronque Ixhuatlan del Sureste - Nanchital. (Google Maps, 2020). *41*
Figura IV. 36. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos de las zonas bajas y pantanosas entre el entronque carretera Ixhuatlan del Sureste - Nanchital – Rio Coatzacoalcos. (Google Maps, 2020). *41*
Figura IV. 37. Localización del área de estudio, Carta Topográfica Coatzacoalcos Escala 1:50,000. *42*

Figura IV. 38. Imagen del relieve donde se observa hacia el occidente los relieves bajos y/o plano y hacia el oriente los relieves alto con una morfología amplia y ondulada (Google Maps, 2020). 43
Figura IV. 39. En el mapa se observa la dispersión de sismos de magnitud menores a 4 en escala Richter (puntos verdes) y de un rango de 4 a 5.9 en puntos de color naranja..... 44
Figura IV. 40. Ejemplo de la distribución de la lluvia provocada por el huracán Ernesto en el año 2012, que impactó el área de estudio, con lluvias de hasta 300 milímetros (colores rojos, purpura y magenta)..... 48
Figura IV. 41. Características del relieve de la zona volcánica de los Tuxtlas, (Google Maps, 2020). 49
Figura IV. 42. Clasificación de áreas en función de las condiciones morfo-edáficas, para establecer las actividades de reforestación. 56
Figura IV. 43. La Región Hidrológica Número 29 Coatzacoalcos. 57
Figura IV. 44. Cuencas hidrológicas que conforma la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos. ... 59
Figura IV. 45.Ubicación del SA en las Cuencas Hidrológicas Río Huazuntlán y Bajo Río Uxpanapa. 60
Figura IV. 46. Cuerpos de agua dentro del SA. 61
Figura IV. 47. Presa industrial dentro del polígono del proyecto. 62
Figura IV. 48.Presa industrial dentro del polígono del proyecto. 62
Figura IV. 49. Presa industrial dentro del polígono del proyecto. 63
Figura IV. 50. Presa industrial dentro del polígono del proyecto. 63
Figura IV. 51. Cuerpos de agua 5 y 6. 63
Figura IV. 52. Cuerpos de agua 8 y 6. 64
Figura IV. 53. Cuerpo de agua dentro del SA identificado como No. 9. 65
Figura IV. 54. Cuerpo de agua dentro del SA identificado como No. 10. 65
Figura IV. 55. Río Coatzacoalcos y puente Coatzacoalcos II cercanos al SA del proyecto..... 67
Figura IV. 56. Presa A del CAE Tuzandepetl de PEMEX Logística. 69
Figura IV. 57. Presas B y C del CAE Tuzandepetl de PEMEX Logística. 69
Figura IV. 58. Plano de ubicación del acuífero Costera de Coatzacoalcos. 71
Figura IV. 59. Unidades de Gestión Ambiental..... 79
Figura IV. 60. Tipos de vegetación y usos de suelo que caracterizan el SA. 80
Figura IV. 61. Distribución, forma y tamaño de los cuadrantes por tipo de estrato. 87
Figura IV. 62. Sitios de muestreo de vegetación en el SA..... 87
Figura IV. 63. Riqueza especifica por tipo de estrato en el SA. 92
Figura IV. 64. Sitios de muestreo de vegetación del área del proyecto. 110
Figura IV. 65. Riqueza especifica por tipo de estrato del área del proyecto. 113
Figura IV. 66. Ubicación de los puntos de monitoreo para el grupo de las aves en el SA. 132
Figura IV. 67. Ubicación de los puntos de monitoreo para los grupos de mamíferos, reptiles y anfibios en el SA. 133
Figura IV. 68. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en el SA. 134
Figura IV. 69. Ubicación de los puntos de monitoreo para el grupo de las aves en el área del proyecto..... 145
Figura IV. 70. Ubicación de los transectos de mamíferos, reptiles y anfibios en el área del proyecto. 146
Figura IV. 71. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en el área del proyecto. 147
Figura IV. 72. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales..... 153

Figura IV. 73. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en el SA y área del proyecto. 154
Figura IV. 74. Corredores Biológicos. 155
Figura IV. 75. Unidades de paisaje regionales 1:500,000. 157
Figura IV. 76. Sitios de amortiguamiento para la conservación. 158
Figura IV. 77. Fragmentos de vegetación natural en la zona de SA y Proyecto. 159
Figura IV. 78. Sistema Ambiental Tuzandepetl. 160
Figura IV. 79. Localidades Sistema Ambiental Tuzandepetl. 163
Figura IV. 80. Comportamiento población SA. 165
Figura IV. 81. Comportamiento población SA. 165
Figura IV. 82. Hijos nacidos vivos. 166
Figura IV. 83. Población nacida en otra entidad. 166
Figura IV. 84. Población que habla alguna lengua indígena. 167
Figura IV. 85. Población que habla alguna lengua indígena. 168
Figura IV. 86. Población sin derechohabiencia y Población sin cobertura médica. 169
Figura IV. 87. PEA, POA y PNEA 1990, 2000 y 2010 para el Área del SA y zonas de referencia. 171
Figura IV. 88. Actividad económica según sectores económicos 1990 y 2000 para el SA y áreas de referencia. 171
Figura IV. 89. Actividad económica 2010 para el SA y localidad de Ixhuatlán del Sureste 172
Figura IV. 90. Formas de vida de la población asentada en la SA. 174
Figura IV. 91. Índice de Marginación Social de las localidades que integran el SA. 175
Figura IV. 92. Grado de Rezago Social del municipio de Ixhuatlán del Sureste 176
Figura IV. 93. Viviendas totales, habitadas y promedio de ocupantes 1990, 2000 y 2010 del SA y áreas de referencia. 177
Figura IV. 94. Servicios de la vivienda 1990, 2000 y 2010 en el SA y áreas de referencia. 178
Figura IV. 95. Modelo Digital Terreno SA. 180
Figura IV. 96. Condiciones vialidad proyecto. 182
Figura IV. 97. Reparación vialidad proyecto, 2019. 182
Figura IV. 98. Ruta Olmeca 184
Figura IV. 99. Vestigios arqueológicos del Municipio de Ixhuatlán. 185
Figura IV. 100. Mapas históricos Ixhuatlán. 186
Figura IV. 101. Mapas históricos, astilleros en Villa del Espíritu Santo. 187
Figura IV. 102. Población católica. 188
Figura IV. 103. Entrevista Agentes Municipales. 188
Figura IV. 104. Intensidad Población y grafica. 189
Figura IV. 105. Variación mensual de la concentración de SO_2. 193
Figura IV. 106. Variación de la rosa de SO_2. 194
Figura IV. 107. Variación mensual de la concentración de NO_2. 195
Figura IV. 108. Variación de la rosa de NO_2. 196
Figura IV. 109. Variación mensual de la concentración de CO. 197
Figura IV. 110. Variación de la rosa de CO. 198
Figura IV. 111. Variación mensual de la concentración de O_3. 199
Figura IV. 112. Variación mensual de la concentración de $PM_{2.5}$. 200
Figura IV. 113. Variación de la rosa de $PM_{2.5}$. 201
Figura IV. 114. Simulación enero a marzo 202

Figura IV. 115. Simulación abril a junio 202
Figura IV. 116. Simulación julio a septiembre 202
Figura IV. 117. Simulación octubre a diciembre 202

Indice de Tablas

Tabla IV. 1. Resumen de estaciones meteorológicas. 8
Tabla IV. 2. Variación mensual de la temperatura 12
Tabla IV. 3. Variación de la temperatura máxima. 13
Tabla IV. 4. Variación de la precipitación mensual. 17
Tabla IV. 5. Variación mensual de evaporación. 21
Tabla IV. 6. Vulnerabilidad de municipios por fenómenos meteorológicos. 25
Tabla IV. 7. Registro de ciclones en la región de Tuzandépetl. 25
Tabla IV. 8. Distribución temporal e intensidad de ciclones 27
Tabla IV. 9. Variación mensual de eventos meteorológicos 28
Tabla IV. 10. Lluvias asociadas a ciclones tropicales y huracanes que han impactado en el área de estudio en el periodo 2010-2020 (SMN, 2020) 47
Tabla IV. 11. Cuencas hidrológicas donde se localizan el SA. 59
Tabla IV. 12. Ubicación de los cuerpos de agua artificiales dentro del SA. 61
Tabla IV. 13. Cuerpo de agua dentro del SA pertenecientes a PEMEX Logística 70
Tabla IV. 14. Acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012. 75
Tabla IV. 15. Superficie de ocupación por tipo de vegetación y/o uso de suelo en el SA. 81
Tabla IV. 16. Tipos de vegetación identificados y asociados en el SA. 82
Tabla IV. 17. Coordenadas de los puntos de muestreo para árboles y arbustos en el SA. 88
Tabla IV. 18. Coordenadas de los puntos de muestreo para herbáceas en el SA. 89
Tabla IV. 19. Abundancia relativa para el estrato arbóreo en el SA. 93
Tabla IV. 20. Abundancia relativa para el estrato arbustivo en el SA. 95
Tabla IV. 21. Abundancia relativa para el estrato herbáceo en el SA. 97
Tabla IV. 22. Índice de diversidad de Shannon-Weinner para el estrato arboreo en el SA. 99
Tabla IV. 23. Índice de diversidad Shannon-Wienner para el estrato arbustivo en el SA 101
Tabla IV. 24. Análisis de diversidad Shannon-Wienner, para el estrato herbáceo en el SA. 102
Tabla IV. 25. Listado de plantas en alguna categoría de vulnerabilidad dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 105
Tabla IV. 26. Coordenadas de los puntos de muestreo para árboles y arbustos. UTM WGS84 Z15Q. 110
Tabla IV. 27. Coordenadas de los puntos de muestreo para herbáceas. UTM WGS84 Z15Q. 111
Tabla IV. 28. Abundancia relativa para el estrato arbóreo en el área del proyecto. 114
Tabla IV. 29. Abundancia relativa para el estrato arbustivo en el área del proyecto. 116
Tabla IV. 30. Abundancia relativa para el estrato herbáceo en el área del proyecto. 116
Tabla IV. 31. Índice de diversidad de Shannon-Weinner del estrato arbóreo en el área del proyecto. 119
Tabla IV. 32. Índice de diversidad Shannon-Wienner para el estrato arbustivo del área del proyecto. 121
Tabla IV. 33. Análisis de diversidad Shannon-Wienner, para el estrato herbáceo del área del proyecto 122

Tabla IV. 34. Listado de plantas en alguna categoría de vulnerabilidad dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 123
Tabla IV. 35. Categorías de endemismos según Berlanga et al. (2017). 126
Tabla IV. 36.Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de Aves dentro del SA. 132
Tabla IV. 37. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de mamíferos, reptiles y anfibios en el SA. 133
Tabla IV. 38. Abundancia relativa de aves en el SA. 135
Tabla IV. 39. Abundancia y relativa de mamíferos en el SA. 136
Tabla IV. 40. Abundancia relativa de anfibios en el SA. 137
Tabla IV. 41. Abundancia relativa del grupo de los reptiles en el SA. 140
Tabla IV. 42. Diversidad de Fauna en el SA. 141
Tabla IV. 43. Nivel de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES. 142
Tabla IV. 44. Coordenadas de los puntos fijos de observación de aves en el área del proyecto. 145
Tabla IV. 45. Coordenadas de los transectos de mamíferos, reptiles y anfibios (Datum-WGS-84). 146
Tabla IV. 46. Abundancia relativa de aves en el área del proyecto. 148
Tabla IV. 47. Abundancia y relativa de mamíferos en el área del proyecto. 149
Tabla IV. 48. Abundancia relativa de anfibios en el área del proyecto. 149
Tabla IV. 49. Abundancia relativa del grupo de los reptiles en el área del proyecto. 150
Tabla IV. 50. Valores de diversidad y dominancia de la fauna silvestre en el área del proyecto. 150
Tabla IV. 51. Nivel de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y CITES. 151
Tabla IV. 52.Información censal disponible 161
Tabla IV. 53. Registros históricos. 162
Tabla IV. 54. Población SA Tuzandepetl. 164
Tabla IV. 55. Población económicamente activa, PENEA y PO. 170
Tabla IV. 56. Actividad principal localidades. 180
Tabla IV. 57. Registros históricos población. 189
Tabla IV. 58. Resumen de Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire. 191
Tabla IV. 59. Clasificación de la calidad del aire en términos del IMECA (*). 192

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1. Delimitación del área de estudio.

El Sistema Ambiental para el presente Manifiesto de Impacto Ambiental, fue delimitado a partir de las Unidades de Gestión Ambiental, declaradas en el Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos.

Las UGA's incluidas son la 06 y la 07 conformando un total de 991 Ha, de éstas 775 Ha corresponde a la UGA 7, la cual está clasificada como aprovechamiento industrial, mientras que las 216 Ha restante están ubicada en la UGA 6 la cual está clasificada como conservación y pecuaria.

En la siguiente Figura IV. 1 se muestra la conformación del Sistema Ambiental, incluyendo la delimitación de cada una de las UGA's.

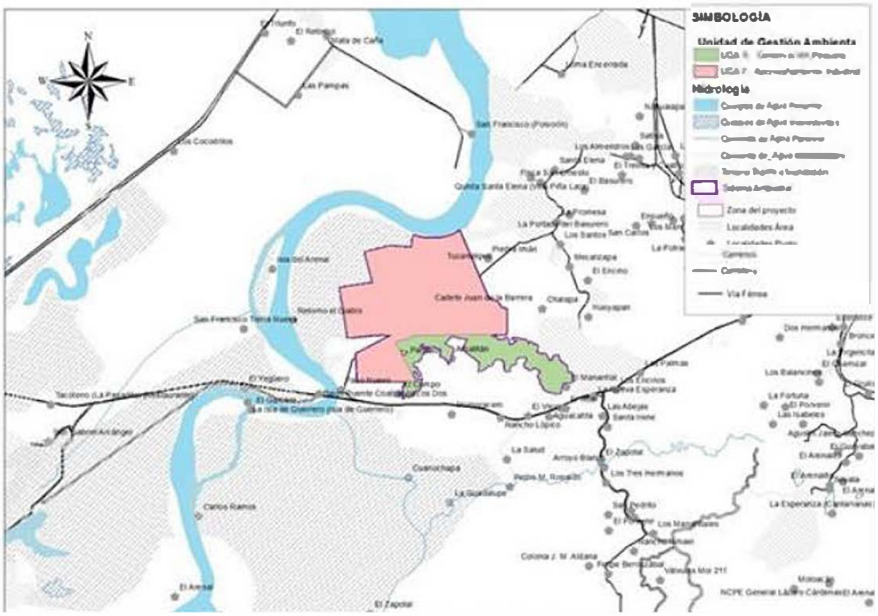


Figura IV. 1. UGA's del Sistema Ambiental.

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

En el presente apartado se analiza de manera integral los factores abióticos y bióticos presentes en el Sistema Ambiental previsto, de manera integral.

IV.2.1. Aspectos Abióticos.

IV.2.1.1. Clima y Meteorología.

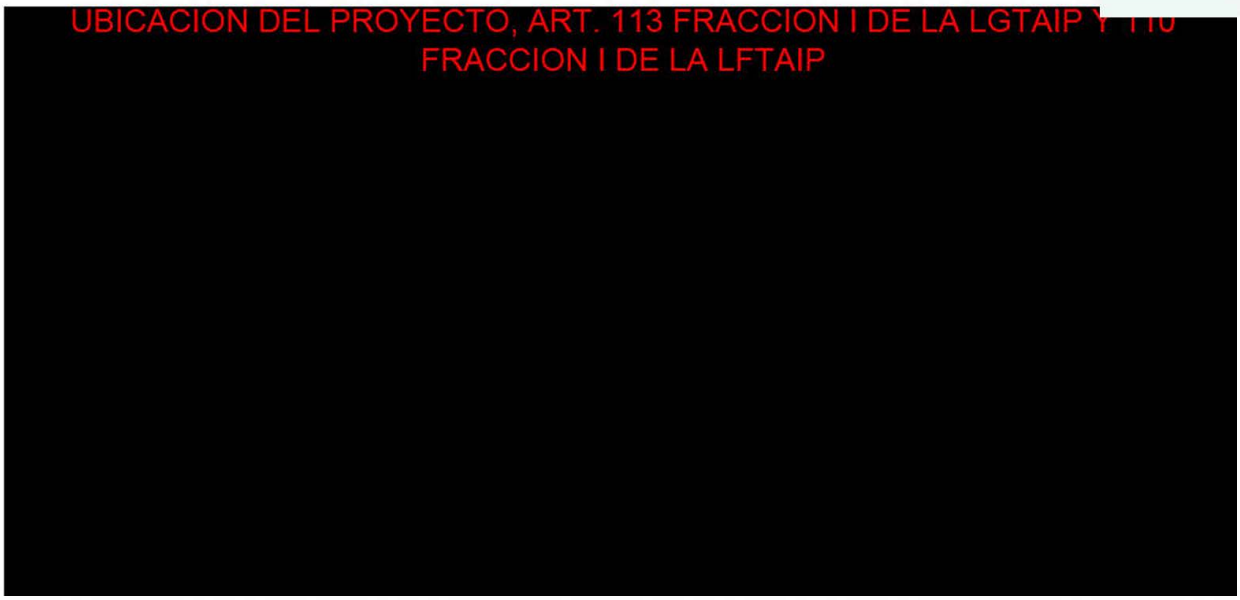
Los organismos consultados para recopilar la información meteorológica fueron: CONAGUA, Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y bases de datos internacionales de meteorología disponibles en la región (Meteo Blue, weatherspark y SINAICA). Las estaciones consultadas se presentan en la Tabla IV. 1.

Tabla IV. 1. Resumen de estaciones meteorológicas.

Núm.	Estación	Localidad	Latitud	Longitud	Altura	Periodo
1	00030214	Nanchital, Veracruz	18°04'20" N	094°24'35" W	20.0 MSNM	1951-2010
2	00030113	Nanchital, Veracruz	18°04'00" N	094°25'00" W	20.0 MSNM	1951-2010
3	00030107	Minatitlán, Veracruz	17°59'20" N.	094°33'31" W	35.0 MSNM	1951-2010
4	SINAICA Instituto Tecnológico	Minatitlán, Veracruz	18.01 N.	94.56 W	22.0 MSNM	2018-2020

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 2 se puede visualizar la distribución geográfica de las estaciones meteorológicas y el área bajo estudio.



La información meteorológica recopilada es validada, procesada y analizada de manera estadística. Con la base de datos meteorológica por estación de monitoreo validada, se le aplicó el análisis estadístico denominado Box & Whisker. Para mayor referencia ver Anexo: Análisis histórico de la meteorología en la región de Tuzandépetl.

Clima.

La zona climática en que se ubica la región en estudio corresponde, de acuerdo a los datos disponibles de tipo climatológico y a los criterios establecidos por Köppen, modificados por E. García, al cálido húmedo, con régimen de lluvias en verano, de tipo semicálido, donde la precipitación media anual es del orden de 2,400 mm.

La zona bajo estudio, se localiza en una región donde los climas tipo A corresponden a las zonas más cálidas del planeta, y dentro de este grupo se diferencian aquellos climas con estaciones secas en invierno (Aw), estaciones secas cortas (Am) y climas sin estación seca (Af). En la zona climática en que se ubica el proyecto prevalece el clima de tipo Am(f), cálido húmedo con lluvias en verano.

Se identifica con las siglas Am (i) g, una amplia zona de la porción noroccidental que incluye las poblaciones de Minatitlán y Coatzacoalcos, donde el por ciento de lluvia invernal está comprendida entre 5% y 10.2% de la anual; la precipitación del mes más seco es menor de 60 mm y la temperatura

presenta una oscilación entre 5° y 7° C. La porción oriental se identifica con las siglas Am (f) (i) g, donde varía en cuanto al porcentaje de lluvia invernal que es mayor de 10.2 y la precipitación del mes más seco es de 60 mm.

El clima de la zona pertenece a los cálido-húmedos de los tipos Am(f) y Am(w), que corresponden al patrón climático de la región Golfo de México, el cual está determinado por dos sistemas de vientos predominantes, en el verano y otoño los Alisios, las Ondas del este y los ciclones tropicales; y en el invierno los Nortes (García, 1981). El clima Am(f) cálido-húmedo con lluvia todo el año se distribuye en casi toda el área; la temperatura media anual es de 25º C; el mes más frío es enero, con 22ºC, y el mes más caliente es mayo, con 27º C; por ello el régimen térmico se considera tipo Ganges; es decir, la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano.

El total de precipitación anual está entre los 2,300 y 2,800 mm; el régimen pluvial es intermedio, toda vez que llueve todo el año, aunque las lluvias se concentran de junio a noviembre; el porcentaje de lluvia invernal es de 9 (García, 2004).Una porción situada al suroeste tiene clima cálido-húmedo con lluvias en verano, Am (w), y otra porción muy pequeña, en el extremo suroeste, presenta clima cálido-subhúmedo con lluvias en verano, Aw2 (García, 1973).

Aw2 (91.5%) Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T (Precipitación torrencial) mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Aw1 (8.5%). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

En mayo se presenta la temporada con clima cálido y poco lluvioso, mientras que de junio a octubre se tiene clima cálido-lluvioso, debido a la influencia del monzón del Golfo, que está relacionado con los Vientos Alisios los cuales dominan durante gran parte del año, las precipitaciones son principalmente nocturnas, al amanecer o en la mañana.

En la Figura IV. 3, se presenta una descripción resumida de la variación de las condiciones climáticas en la región de Nanchital, Veracruz, entre el periodo de 2016 a 2020.

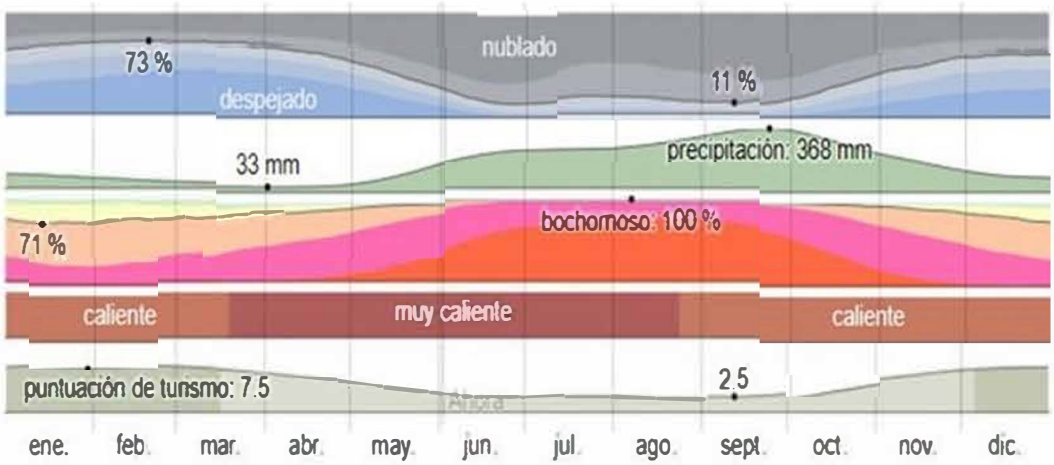


Figura IV. 3. Variación climatológica mensual en la región de Tuzandepetl.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Temperatura media anual.

En la Tabla IV. 2 se presenta la variación de la temperatura media y mínima en las estaciones meteorológicas del SMN (2) y la DGE (1), localizadas en la región de Tuzandépetl, cercana a la población de Nanchital, Veracruz; la información meteorológica analizada abarca los años de 1951 a 2010. Los datos muestran un comportamiento de mayores temperaturas en el segundo cuarto del año y extendiéndose hasta la mitad de año.

Tabla IV. 2. Variación mensual de la temperatura.

Mes	TEMPERATURA MEDIA (°C)			TEMPERATURA MINIMA (°C)			TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)			TEMPERATURA MINIMA DIARIA (°C)		
Estación	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	22.5	22.6	21.9	18.3	18.5	17.3	16.7	17	12.9	11	9.5	2
2	22.9	22.8	22.7	18.2	18.4	17.8	15.6	16.9	14.4	10	10.5	8.5
3	25.7	25.5	24.9	20.3	20.5	19.3	18.2	18.3	15.5	11.5	11.5	2
4	27.6	27.3	27.1	22	21.9	21.3	18.9	19.4	18.7	12	2	15
5	29.2	28.8	28.5	23.2	23.1	22.6	21.6	21.7	19.8	16	16	12
6	28.4	28.3	27.9	23.5	23.5	22.5	22.6	22.3	18.5	19.5	18	15
7	27.7	27.7	27.2	23.1	23.2	22.3	22.1	22.4	18.9	20	19	12
8	27.7	27.8	27.3	23	23.2	22.4	20.1	22.2	19.6	16.5	18	13
9	27.5	27.6	27	23.1	23.1	22.2	22.2	22.3	20	19	19	15.5
10	26.2	26.4	25.8	22.1	22.1	21.2	20.6	20.8	17.6	16.5	9.5	15
11	24.7	24.9	24.4	20.6	20.7	19.8	18.2	18.1	16.6	13	13	2
12	23.3	23.7	22.4	19.1	19.5	18.1	16.7	16.8	14.3	10	10	4
Anual	26.1	26.1	25.6	21.4	21.5	20.6						

En la Figura IV. 4Figura IV. 1 se muestra variación de la temperatura media mensual en periodo de 1951 al 2010 en la región de Tuzandépetl. En la gráfica se muestran los registros de las tres estaciones meteorológicas analizadas. El mes más caluroso es mayo y los meses más fríos son diciembre, enero y febrero.

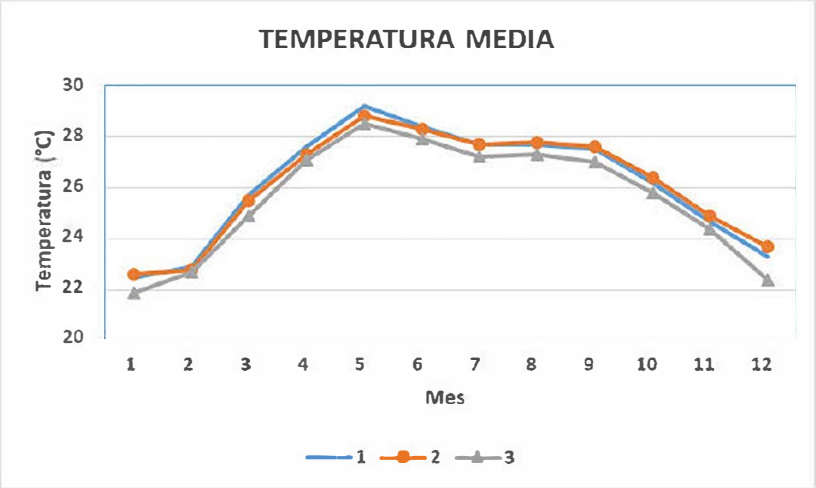


Figura IV. 4. Temperatura media mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla IV. 3, se presenta la variación de la temperatura máxima registrada en las estaciones meteorológicas mencionadas y el mismo periodo. Los datos muestran un comportamiento de mayores temperaturas es en el periodo de abril a septiembre.

Tabla IV. 3. Variación de la temperatura máxima.

Mes	TEMPERATURA MAX NORMAL			TEMPERATURA MAX MAXIMA MENSUAL			TEMPERATURA MAX MAXIMA DIARIA		
Estación	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	26.7	26.7	26.4	29.6	32.1	33.2	35	38.5	41.5
2	27.6	27.2	27.6	31.1	30.9	33.7	37.5	37.5	43.5
3	31	30.5	30.5	35.1	32.8	37	42	39.5	42
4	33.2	32.7	32.8	36	34.6	38.1	41.5	43	43
5	35.1	34.4	34.5	37.3	37.3	38.3	42	42	43
6	33.4	33.1	33.2	35.7	35.9	37.1	40	40	43.5
7	32.4	32.2	32.1	33.5	35.5	34.7	39	39	40
8	32.4	32.5	32.2	35.5	35.6	35.5	40	40	40
9	32	32.1	31.8	33.5	36.1	37.1	40	41.5	42.5
10	30.3	30.6	30.4	32.3	36.3	34.3	38	39	43
11	28.8	29	29	30.7	35.4	33	35	39.5	39
12	27.5	27.9	26.8	30.2	33.1	34.3	35	37	39
Anual	30.9	30.7	30.6						

En la Figura IV. 5 se presenta la variación mensual de la temperatura máxima diaria, correspondiendo a las tres estaciones meteorológicas consultadas. Los meses de marzo, abril y mayo son los meses con temperaturas más elevadas; alcanzando valores de 43° C.

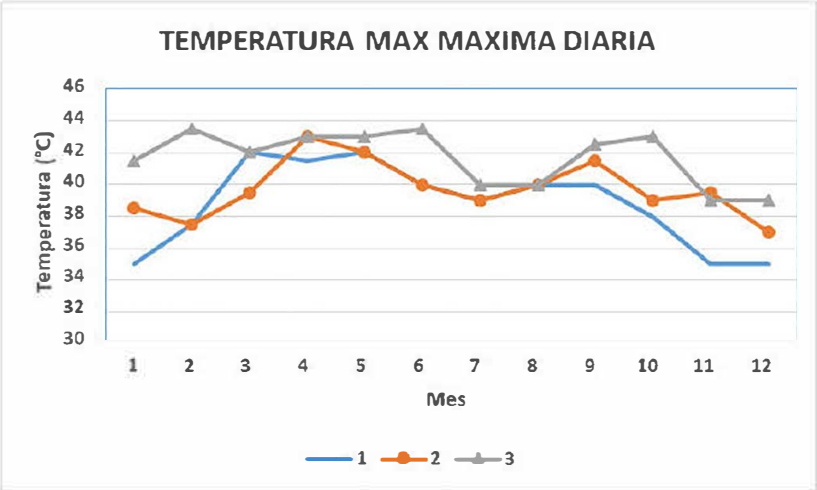


Figura IV. 5. Temperatura máxima diaria por mes.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la base de datos weatherspark, en el periodo de 2016 a 2020 la temporada calurosa en Nanchital dura de abril a junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El día más caluroso del año es el 8 de mayo, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y una temperatura mínima promedio de 25 °C, ver Figura IV. 6.

La temporada fresca abarca los meses de noviembre a febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 27 °C. El día más frío del año ocurre en enero, con una temperatura mínima promedio de 20 °C y máxima promedio de 25 °C.

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

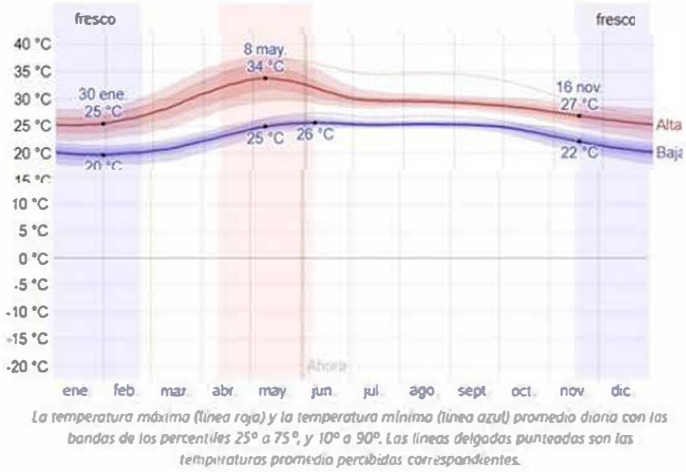


Figura IV. 6. Variación mensual de la temperatura.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Temperatura media mensual.

En la Figura IV. 7 se presenta la variación estadística de la temperatura media mensual registrada en la estación meteorológica para los años de 1994 a 2020, la fuente de información es de la página web meteored.

El análisis es tipo *Box & Whiskers*, este análisis permite identificar los rangos de variación de la variable en una unidad de tiempo, en este caso se agrupa por mes del año. Los datos muestran un comportamiento de mayores temperaturas es en el periodo de abril a agosto.

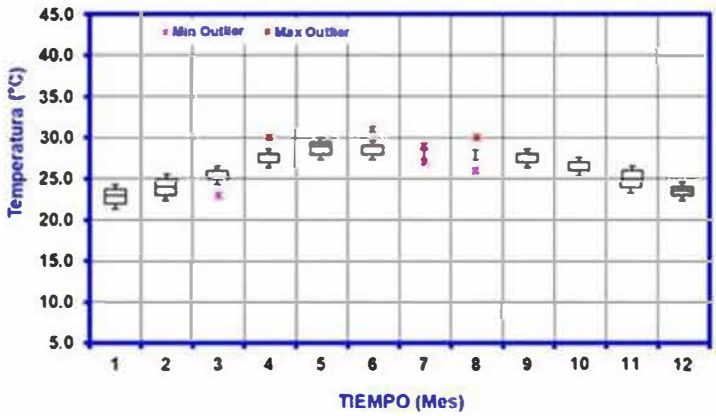


Figura IV. 7. Variación de la temperatura media mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 8, se muestra la variación mensual de la temperatura máxima registrada por mes, en dicha gráfica se puede apreciar una forma de cima, siendo los extremos, los meses con temperaturas más bajas.

Los datos muestran un comportamiento de mayores temperaturas es en el periodo de marzo a junio. Teniendo temperaturas mayores de 42°C.

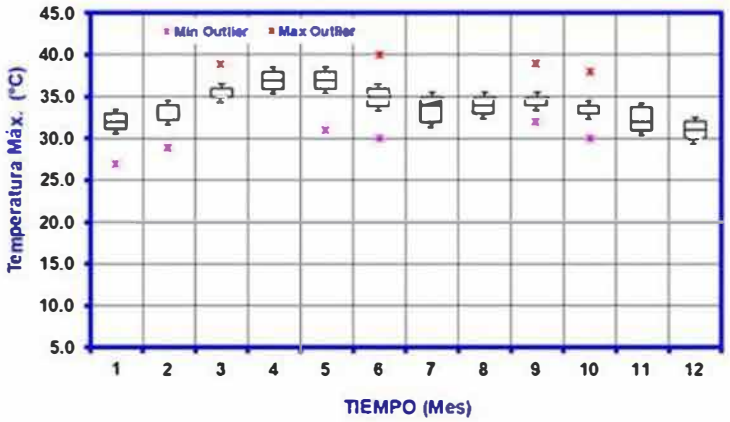


Figura IV. 8. Variación de la temperatura máxima mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 9, se observa la variación de la temperatura mínima mensual. Los datos muestran un comportamiento de temperaturas mínimas en el periodo de diciembre a febrero. Teniendo temperaturas por debajo de los 15°C.

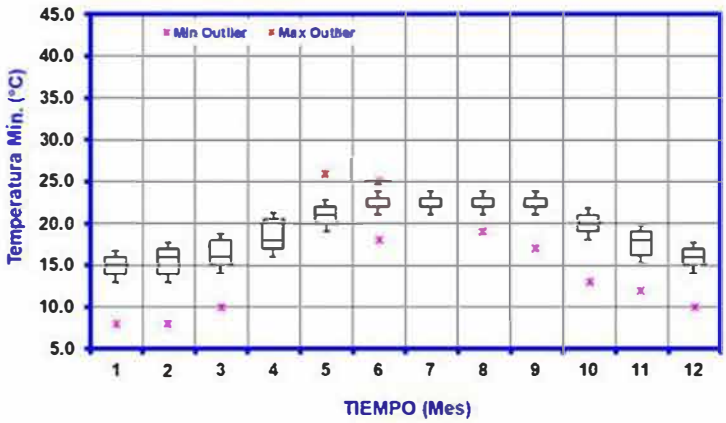


Figura IV. 9. Variación de la temperatura mínima mensual.

Fuente: Elaboración propia.

Precipitación media mensual.

En la Tabla IV. 4 se presenta la variación mensual de la precipitación promedio, precipitación mensual y precipitación diaria, registrada en las estaciones meteorológicas en el periodo de 1951 a 2010.

Los datos indican que las mayores precipitaciones se presentan en los meses de septiembre y octubre. Y son menores en los meses de marzo, abril y mayo.

Tabla IV. 4. Variación de la precipitación mensual.

Mes	PRECIPITACIÓN NORMAL			PRECIPITACIÓN MAX MENSUAL			PRECIPITACIÓN MAX DIARIA		
Estación	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	157.5	128.2	104.3	389.4	295	479.2	115	115	195
2	121.5	105.3	60.3	353.4	273.6	213	185	185	86
3	53	48.6	37.8	180.5	180.5	110	86	86	65
4	42.7	41.2	36	164.8	153	182	100	100	86
5	72.3	56.1	85.7	158.9	169.5	396.8	90	86	180
6	235.9	225.2	254.9	406	425.5	556	127.5	127.5	226.6
7	253.8	233.6	269	450.5	481.2	744.5	120	216	216
8	314.3	294.4	297.7	720.9	861.8	919	175.5	175.5	138
9	482.8	473.8	482.3	1075	1188	773.2	301	301	364.1
10	490.9	440.6	364.5	918.3	914	843	295	234.5	231
11	264.9	269	207.4	463.5	495.3	503	240.5	340.5	160
12	268.9	262.8	137.3	834.6	970.3	353	185.1	392	183
Anual	2758.5	2578	2283						

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 10, se presenta la variación mensual de la precipitación media; siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor precipitación, la cual es debido a la influencia de los ciclones tropicales, en un mes se puede dar una precipitación pluvial promedio mensual de 450 mm. La temporada más seca del año en la región abarca de marzo a mayo.

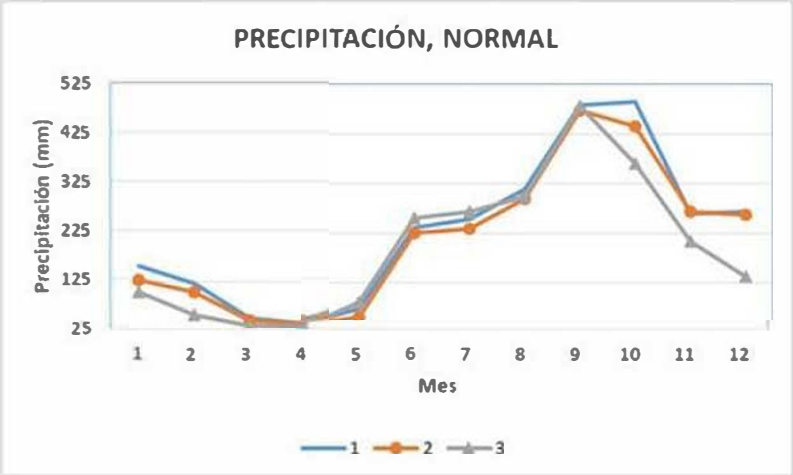


Figura IV. 10. Variación de la precipitación media mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 11, se presenta la variación mensual de la precipitación máxima en un día, la cual puede llegar a 380 mm. Cabe hacer mención que las variaciones son ligeras entre cada estación meteorológica.

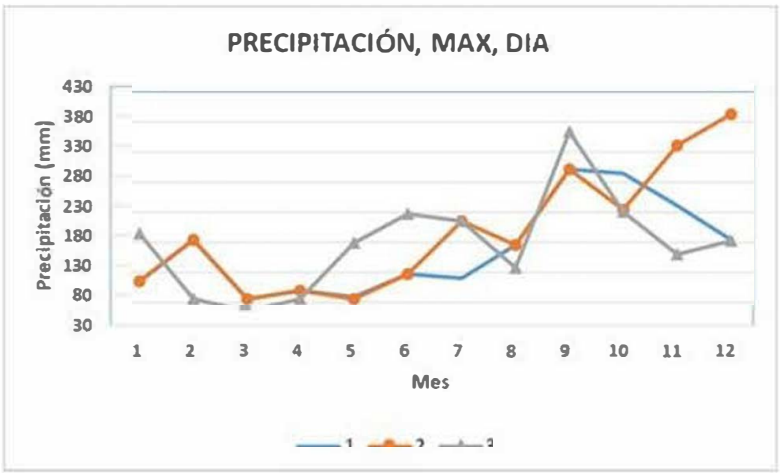


Figura IV. 11. Precipitación máxima diaria por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Un día con precipitación pluvial, es un día con por lo menos 1 milímetro de lluvia equivalente. De acuerdo a la base de datos weatherspark, en el periodo de 2016 a 2020, la temporada de mayor precipitación abarca los meses, de agosto a noviembre, con una probabilidad de más del 46 % de

que cierto día será mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 78 % y ocurre en septiembre.

La temporada más seca dura aproximadamente 6.6 meses, de la segunda quincena de noviembre a finales de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 14 % de marzo. En la Figura IV. 12 se presenta la variación de la probabilidad de precipitación en la región de Nanchital, Veracruz.

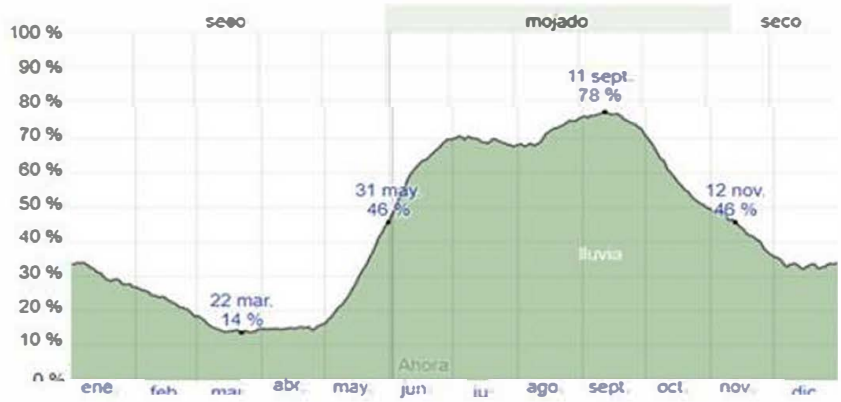


Figura IV. 12. Probabilidad de precipitación por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Para mostrar la variación mensual, se presenta precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año, Nanchital tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

En el periodo de 2016 a 2020, ocurre lluvia durante gran parte del año en Nanchital, siendo la fecha con la menor cantidad de lluvia en el mes de abril, ver Figura IV. 13.

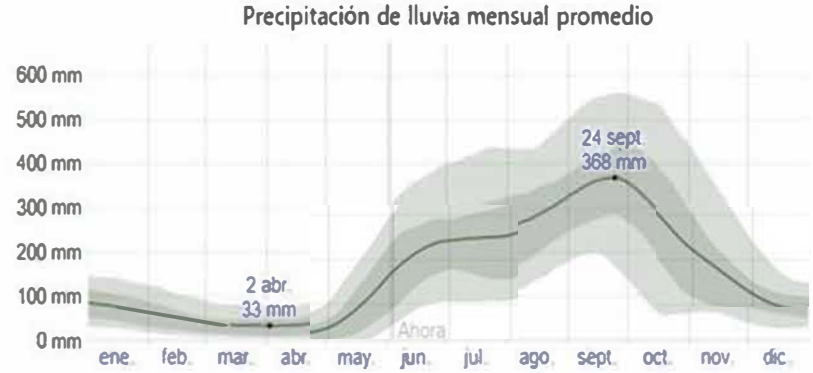


Figura IV. 13. Precipitación máxima diaria por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Humedad relativa.

A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda, en Nanchital la humedad percibida varía levemente.

De acuerdo a la base de datos weatherspark, el período más húmedo del año dura 10 meses, de febrero a diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 78 % del tiempo. El día más húmedo del año se da en el mes de agosto, con humedad el 100 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es durante el mes de enero, con condiciones húmedas el 71 % del tiempo. Los niveles de comodidad de la humedad, presentes en la región de Nachital, Veracruz, en el periodo de 2016 a 2020 se muestran en la Figura IV. 14.

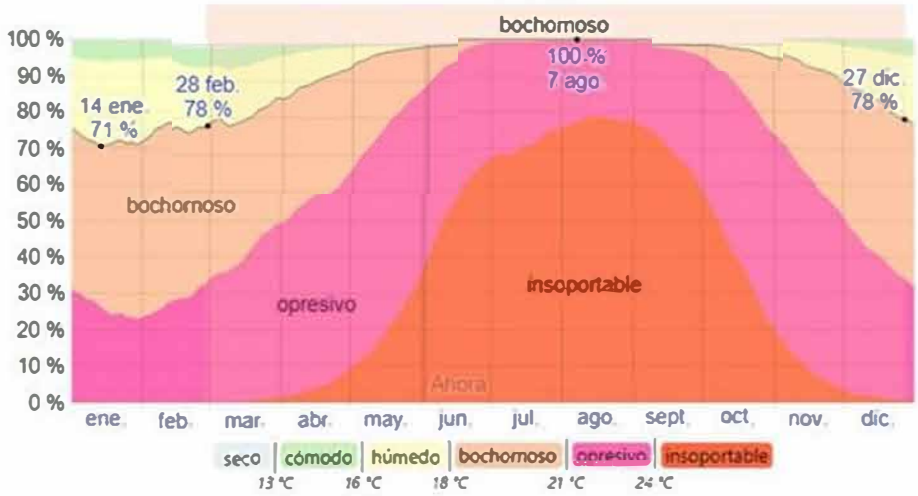


Figura IV. 14. Niveles de comodidad de la humedad por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Evaporación media anual.

En la

Tabla IV. 5, se presentan los registros de evaporación para las estaciones meteorológicas del SMN consultadas y abarcando el periodo de 1951 a 2010, cabe hacer mención que la estación dos localizada en Nanchital, no cuenta con dichas lecturas. Los valores de evaporación son muy semejantes entre sí, por lo que se puede afirmar que las tres estaciones meteorológicas son representativas de las condiciones meteorológicas de Tuzandépetl.

Tabla IV. 5. Variación mensual de evaporación.

Mes	EVAPORACIÓN TOTAL, NORMAL (mm)		
Estación	1	2	3
1	58.4		45.5
2	46.2		60.4
3	104		98.8
4	125.5		127.4
5	150.9		139.6
6	124.2		112.9
7	111.4		102
8	110		106.3
9	99.7		91.7
10	85.3		89.4
11	68.9		61.4
12	63.7		53
Anual	1166.2		1088

En la Figura IV. 15, se puede visualizar la tendencia de la variación de la evaporación para las estaciones meteorológicas localizadas en la región de Tuzandépetl, de 1951 a 2010.

Los valores de evaporación son muy semejantes entre sí. Si se observan los valores promedio de evaporación por mes y se compara con el nivel de precipitación pluvial, se puede ver que el balance hídrico es de superávit de agua, ya que llueve bastante más de que lo que se pierde por evaporación.

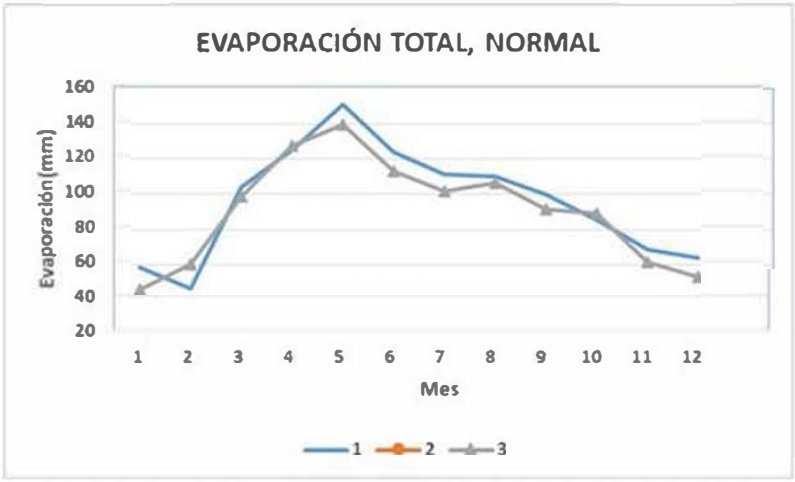


Figura IV. 15. Variación mensual de la evaporación.

Fuente: Elaboración propia.

Nubosidad promedio anual.

De acuerdo a la base de datos weatherspark, en Nanchital, Veracruz, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Nanchital comienza aproximadamente a finales del mes de octubre; y dura aproximadamente 6,6 meses y termina alrededor del mes de mayo. En el mes de febrero, ocurren los momentos de menos nubosidad del año. El cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 73 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 27 % del tiempo, ver Figura IV. 16.

En el periodo de 2016 a 2020, la parte más nublada del año comienza en el mes de mayo; y dura 5,4 meses y se termina cerca del mes de octubre. Alrededor del mes de septiembre, comienzan los periodos de mayor nubosidad del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 89 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 11 % del tiempo, en la se resumen los periodos mensuales de nubosidad.

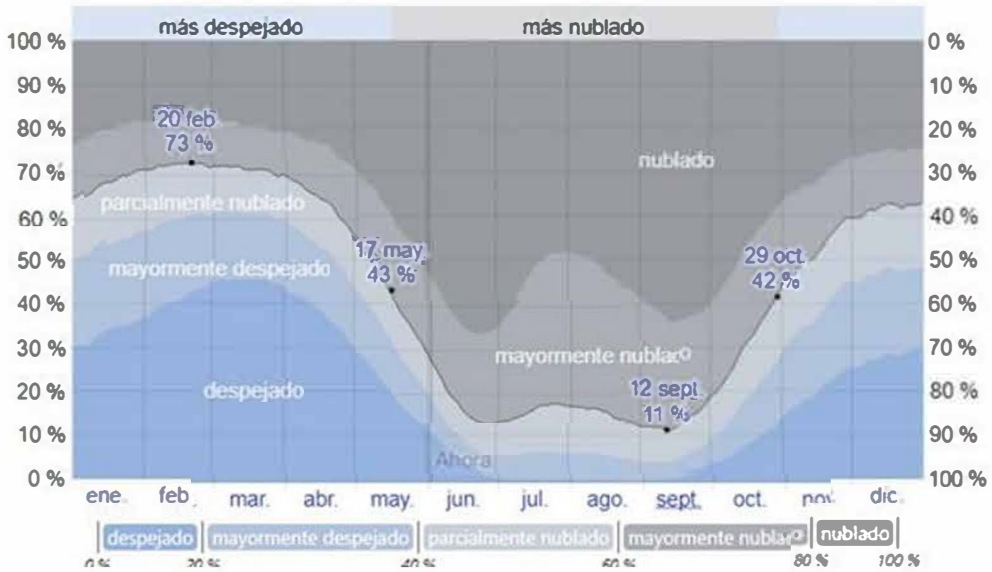


Figura IV. 16. Variación de la nubosidad por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

Eventos extremos (Ciclones, Huracanes, tormentas y depresiones tropicales, etc).

El estado de Veracruz es una de las entidades federativas con mayor incidencia de inundaciones en el país; la superficie inundable es de 6,275 km2, que representa el 8% de la superficie estatal, dentro de la cual se asientan 2,189 localidades de 118 municipios, en las que habitan 1,252,251 personas (18% de la población estatal).

Los desastres naturales de mayor incidencia tienen su origen en lluvias intensas asociadas a ciclones tropicales, ondas del Este y frentes fríos, que provocan depresiones y tormentas tropicales, huracanes, inundaciones, heladas; pero también existen otros eventos meteorológicos extremos, como sequías y deslizamientos de tierras, entre otros.

En el estado Veracruz de Ignacio de la Llave, la incidencia de huracanes y tormentas tropicales ha aumentado su frecuencia en los últimos años, de acuerdo con los datos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) se observa un incremento ligero en la intensidad de hidrometeoros y en la frecuencia de eventos extremos, en particular la región Norte del estado, ver Figura IV. 17.

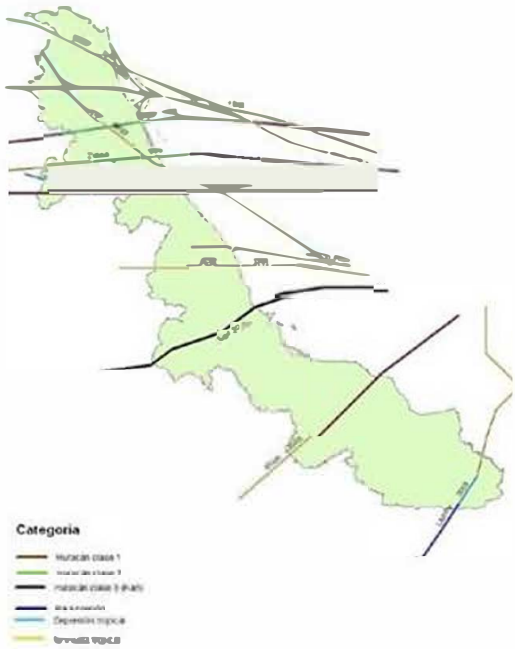


Figura IV. 17. Incidencia de ciclones en el Estado de Veracruz.

Fuente: Elaboración Protección Civil Veracruz.

En la Figura IV. 18 se presentan la clasificación de regiones por evento meteorológico mayor, como puede ser una tormenta tropical o huracán.

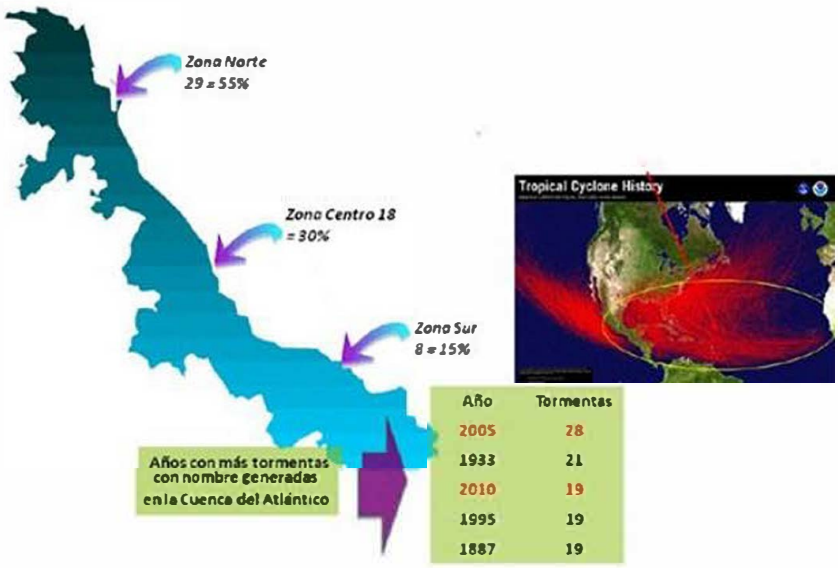


Figura IV. 18. Zonas de incidencia ciclones en el Estado de Veracruz.

Fuente: Elaboración Protección Civil Veracruz.

El promedio anual en las pasadas décadas ha sido de once tormentas, dos de ellas huracanes de gran intensidad, de niveles 3, 4, y 5 en la escala de Saffir–Simpson, que han ocasionado que exista un nivel importante de vulnerabilidad en diversos Municipios del Estado de Veracruz (ver Tabla IV. 6).

Tabla IV. 6. Vulnerabilidad de municipios por fenómenos meteorológicos.

Región	Potencialmente inundable	Afectado por precipitación ante presencia de ciclones tropicales	Con mayor ocurrencia de inundaciones	Afectado por vientos fuertes ante presencia de ciclones tropicales
Norte	38	32	16	8
Centro	46	6	29	
Sur	36		30	
Total estatal	**120**	**38**	**75**	**8**

En la Tabla IV. 7 se presenta el análisis de eventos meteorológicos, como pueden ser tormentas tropicales o huracanes, se utilizó las bases de datos de la NOAA, abarcando el periodo de 1878 a 2020, para determinar la cantidad e intensidad de los eventos meteorológicos que han ocurrido en la región de Nanchital, Veracruz.

Tabla IV. 7. Registro de ciclones en la región de Tuzandépetl.

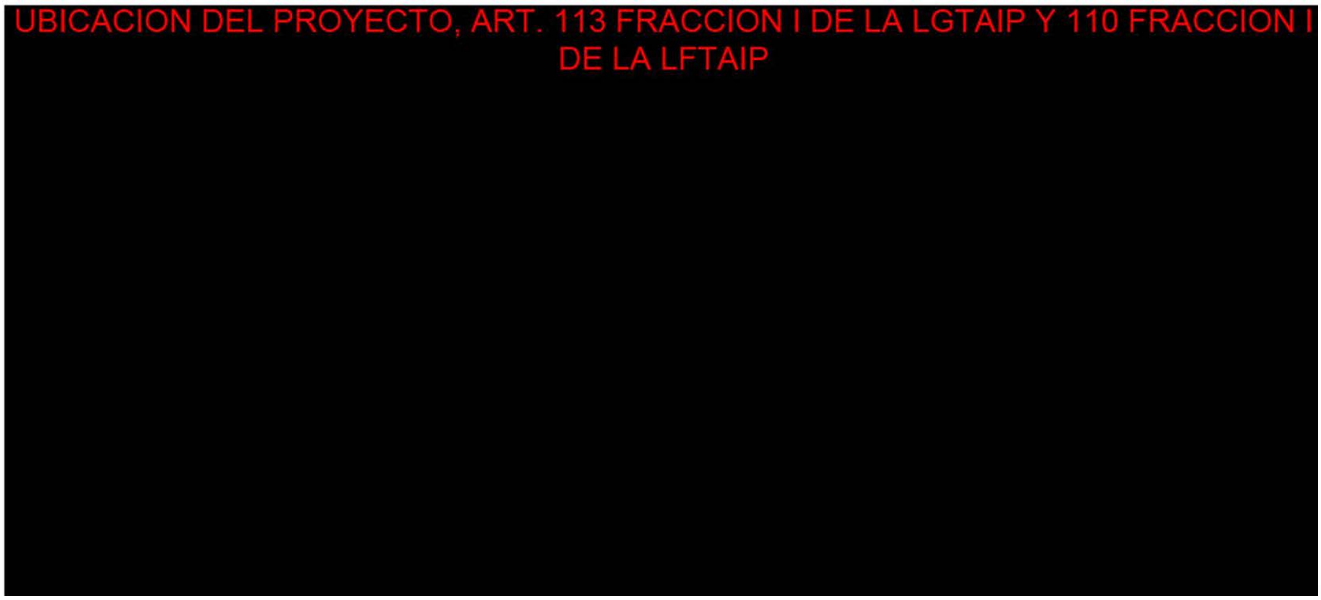
No.	Nombre	Periodo	Intensidad viento máxima (kt)	Presión mínima (mb)	Categoría máxima
1	NESTOR 2019	Oct 15, 2019 a Oct 19, 2019	50	996	TS
2	EARL 2016	Ago 02, 2016 a Ago 06, 2016	75	979	H1
3	FERNAND 2013	Ago 25, 2013 a Ago 26, 2013	50	1001	TS
4	BARBARA 2013	May 28, 2013 a May 30, 2013	70	983	H1
5	ERNESTO 2012	Ago 01, 2012 a Ago 10, 2012	85	973	H2
6	HARVEY 2011	Ago 19, 2011 a Ago 22, 2011	55	994	TS
7	FELIX 2007	Ago 31, 2007 a Sep 06, 2007	150	929	H5
8	STAN 2005	Oct 01, 2005 a Oct 05, 2005	70	977	H1
9	LARRY 2003	Sep 27, 2003 a Oct 07, 2003	55	993	TS
10	MITCH 1998	Oct 22, 1998 a Nov 09, 1998	155	905	H5
11	HERMINE 1980	Sep 20, 1980 a Sep 26, 1980	60	993	TS
12	UNNAMED 1979	Ago 25, 1979 a Ago 28, 1979	30	-	TD
13	SIMONE 1961	Nov 01, 1961 a Nov 03, 1961	45	-	TS
14	ABBY 1960	Jul 09, 1960 a Jul 17, 1960	70	995	H1
15	UNNAMED 1944	Sep 19, 1944 a Sep 22, 1944	70	-	H1
16	UNNAMED 1941	Sep 23, 1941 a Sep 30, 1941	115	-	H4
17	UNNAMED 1936	Sep 09, 1936 a Sep 14, 1936	45	998	TS
18	UNNAMED 1935	Ago 30, 1935 a Sep 02, 1935	50	-	TS
19	UNNAMED 1922	Oct 11, 1922 a Oct 22, 1922	95	-	H2

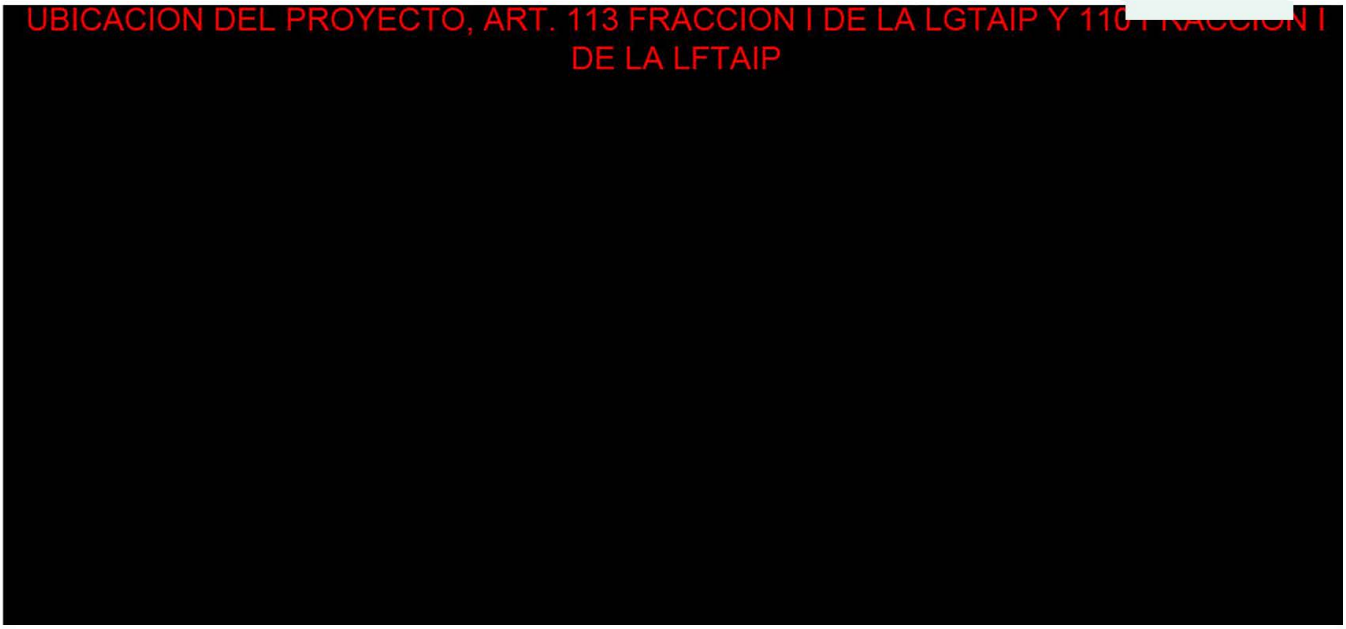
20	UNNAMED 1902	Oct 03, 1902 a Oct 13, 1902	90	970	H2
21	UNNAMED 1898	Oct 27, 1898 a Nov 04, 1898	50	-	TS
22	NOT_NAMED 1892	Sep 23, 1892 a Oct 03, 1892	55	-	TS
23	NOT_NAMED 1891	Oct 05, 1891 a Oct 15, 1891	120	951	H4
24	UNNAMED 1888	Ago 31, 1888 a Sep 08, 1888	110	-	H3
25	NOT_NAMED 1883	Sep 16, 1883 a Sep 22, 1883	50	-	TS
26	NOT_NAMED 1878	Sep 13, 1878 a Sep 17, 1878	35	-	TS

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis se puede observar que la región es susceptible a eventos meteorológicos importantes, ya que en los últimos 20 años han ocurrido 9 fenómenos meteorológicos importantes.

En las Figura IV. 19 y Figura IV. 20 se presentan las trayectorias e intensidades de dichos eventos meteorológicos. Cabe hacer mención que en el análisis se consideran tormentas tropicales, depresiones tropicales y las 5 categorías de huracanes.





En la Tabla IV. 8 se presenta la distribución temporal e intensidad de los ciclones tropicales que han ocurrido en la región de Nanchital, Veracruz. Se observa que en la región de Nanchital tiene una mayor presencia de Tormentas tropicales con 12 y en menor medida, depresiones tropicales (1). Por otro lado, también ha habido 13 huracanes, siendo la categoría 1 el más frecuente (5), aunque cabe hacer mención que también han existido huracanes de nivel 4 (2) y 5 (2).

Tabla IV. 8. Distribución temporal e intensidad de ciclones.

AÑO	Tormenta tropical			Huracán					Total
	TS	TD	ES	H1	H2	H3	H4	H5	
2019	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2016	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2013	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2013	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2012	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2011	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2007	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2005	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2003	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1998	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1980	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1979	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1961	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1960	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1944	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1941	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1936	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1935	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1922	0	0	0	0	1	0	0	0	1

1902	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1898	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1892	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1891	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1888	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1883	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1878	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	12	1	0	5	3	1	2	2	26

Fuente: Elaboración propia.

En la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. se presenta el registro de días con lluvia, c on niebla y con tormentas eléctricas por mes, de 1951 a 2010 en las tres estaciones meteorológicas (2 del SMN y 1 de la DGE). Cabe hacer mención que no existen registros de días con granizo en la región de Nanchital, Veracruz.

Los días con mayor presencia de lluvia, ocurre en los meses de agosto a octubre, mientras que los días con tormenta eléctrica ocurren en junio a septiembre.

Tabla IV. 9. Variación mensual de eventos meteorológicos.

Mes	NUMERO DE DIAS CON LLUVIA			NUMERO DE DIAS CON NIEBLA			NUMERO DE DIAS CON TORMENTA E		
Estación	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	11.4	10.8	8.8	1.7	1.1	0.6	0.1	0.2	0.3
2	8.2	7.3	7	1.2	0.8	0.7	0	0	0.1
3	4.4	4	4	1	0.8	0.6	0.1	0.1	0.3
4	3	3	2.7	0.5	0.5	0.1	0.1	0.2	1.4
5	4.1	3.7	4.7	0.3	0.4	0	0.7	0.8	2.3
6	11.4	10.7	12.1	0.1	0.1	0	2	3	7.5
7	14	12.7	14.1	0	0	0	3.6	4.9	10.5
8	16.8	15.1	15.7	0.1	0.4	0	2.8	4.7	11.5
9	18	17.2	17.6	0.1	0.1	0	3.3	3.5	11
10	17.7	16.6	14.6	0.2	0.5	0.2	2	1.5	4.1
11	13.1	12.4	11.4	0.5	0.7	0.4	0.5	0.4	1.7
12	12.3	11.4	11.1	1.5	0.9	0.6	0	0.2	0.9
Anual	134.4	124.9	123.8	7.2	6.3	3.2	15.2	19.5	51.6

Fuente: Elaboración propia.

Vientos dominantes.

La presenta sección se refiere a la dominancia de los vientos presentas en la región de Tuzandépetl, para ello se analiza la intensidad y dirección del viento promedio por hora (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local, rugosidad y de otros factores. Cabe hacer mención que la información analizada fue recopilada por la estación de monitoreo de calidad del aire, ubicada en Minatitlán, Veracruz, el sitio denominado "Tecnológico" pertenece a la red del SINAICA y se encuentra a 9.44 kilómetros del área de bajo estudio en Tuzandépetl.

En la Figura IV. 21, se representa la rosa de vientos promedio por hora considerando los registros de 2015 a 2020. En la rosa de vientos se identifica que los principales vientos provienen del sector Nor-Noreste, pero en general existe bastante variación del viento. Esta condición puede deberse a la variación de la brisa mar – tierra - mar que esta presenta en las regiones costeras.

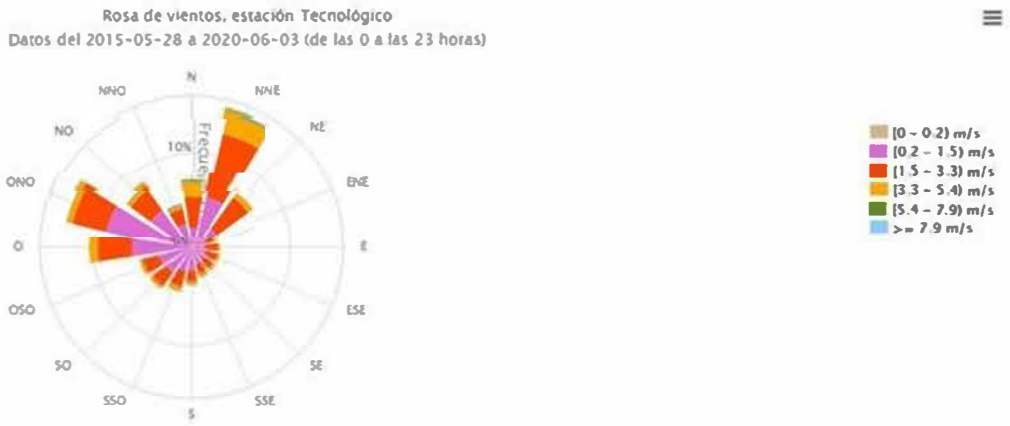


Figura IV. 21. Rosa de vientos Tecnológico.

Fuente: Elaboración SINAICA.

En la Figura IV. 22, se presenta la rosa de vientos promedio considerando el mismo periodo y filtrando las horas de radiación solar, esto para entender el potencial efecto de del calentamiento diferenciado de tierra y mar. Cuando el Sol caliente la superficie, lo hace mayormente en tierra que en mar, por ello el viento tiende a provenir del Nor-Noreste.

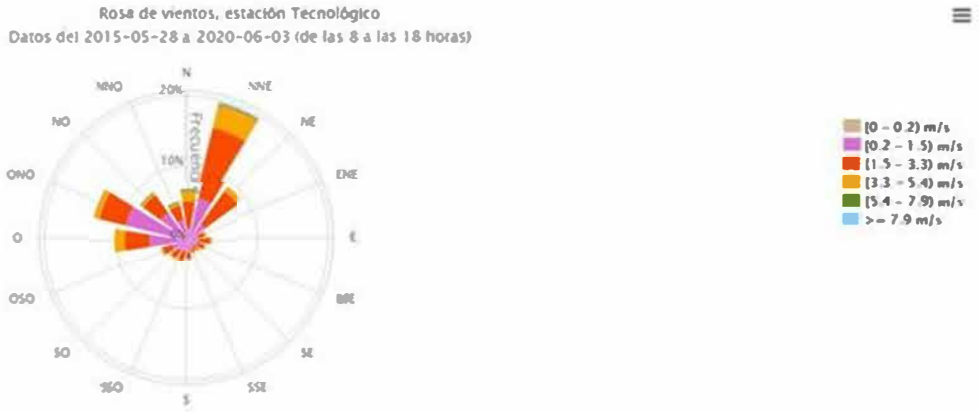


Figura IV. 22. Rosa de vientos Tecnológico, periodo diurno.

Fuente: Elaboración SINAICA.

En la Figura IV. 23, se muestra la rosa de vientos considerando los registros del periodo nocturno, para ver el efecto del enfriamiento de la tierra. Desaparece el principal componente del viento (Nor-Noreste) y se incrementan los vientos provenientes del Sur.

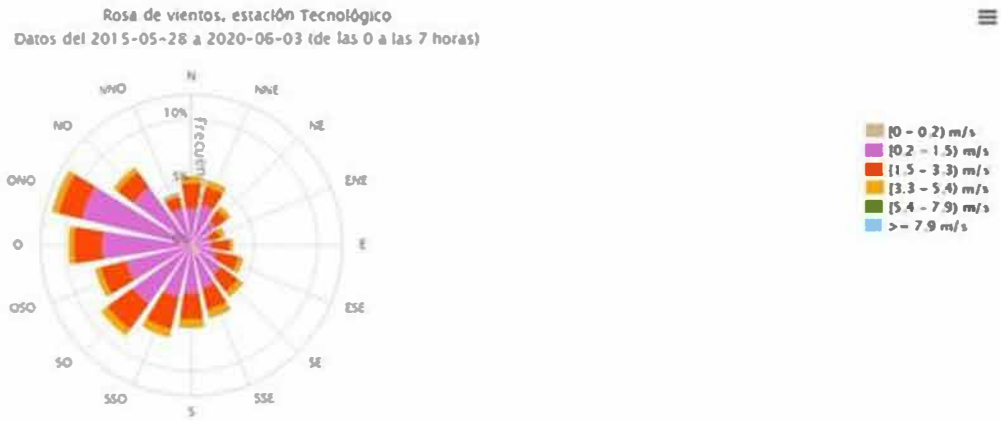


Figura IV. 23. Rosa de vientos Tecnológico periodo nocturno.

Fuente: Elaboración SINAICA.

Velocidad y dirección de los vientos.

De acuerdo a la base de datos weatherspark, la velocidad promedio del viento por hora en la región de Nanchital, Veracruz, tiene variaciones estacionales leves durante el año. La parte más ventosa del año dura alrededor de 7 meses, de septiembre a mayo, con velocidades promedio del viento de más de 14.0 km/h. Las mayores intensidades del viento ocurren en el mes de enero, con una velocidad promedio del viento de 16,0 km/h.

Entre los años de 2016 a 2020, el periodo de mayor calma, abarca 4 meses, de mayo a septiembre, siendo los momentos más intensos en el mes de agosto, con una velocidad promedio del viento de 12.0 km/h. En la Figura IV. 24, se presenta la variación mensual de la intensidad del viento durante el año. El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

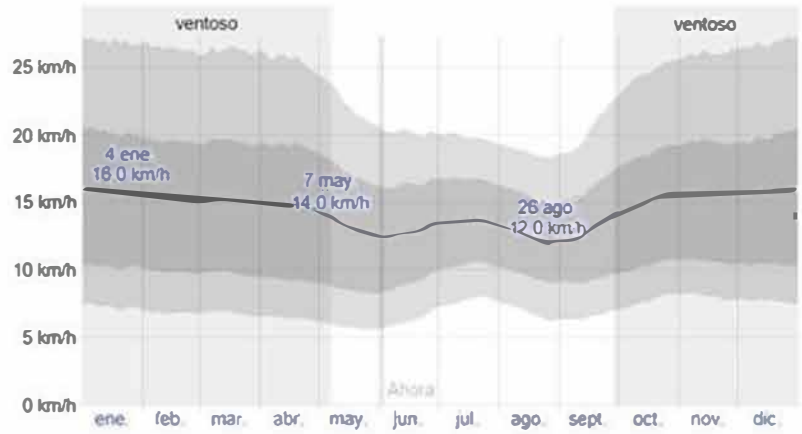


Figura IV. 24. Variación de la intensidad del viento por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

La variación horaria se analizó con la información de la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en el Tecnológico localizado en el municipio de Minatitlán, Veracruz, de los años 2015 a 2020. En la Figura IV. 25 se presenta la variación horaria de la intensidad del viento. En ella se puede apreciar el efecto de la radiación solar sobre la dinámica atmosférica, ya que la incidencia de la radiación solar genera celdas convectivas, que genera un movimiento mecánico de las parcelas de aire.

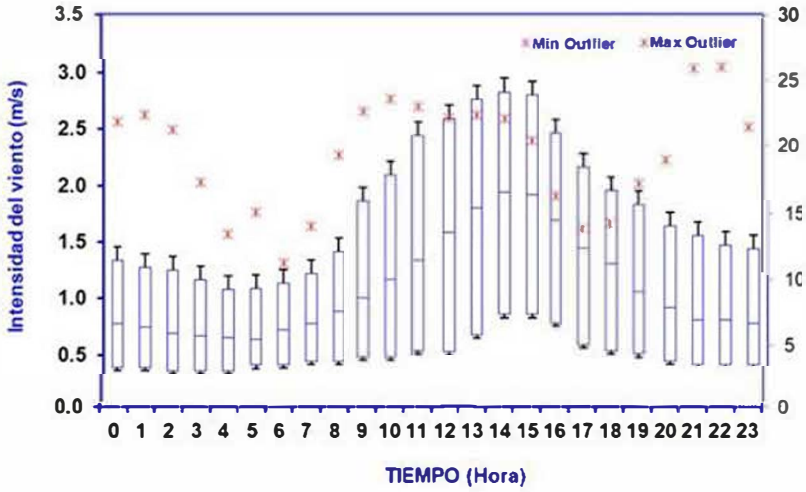


Figura IV. 25. Variación de la intensidad del viento por hora.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 26 se presenta la variación mensual de la intensidad del viento promedio. Se puede observar que no existen grandes variaciones, oscilando la intensidad promedio en entre 4 y 5 m/s, para este análisis se utilizó la información de la base de datos de meteored en el periodo de 1994 a 2020.

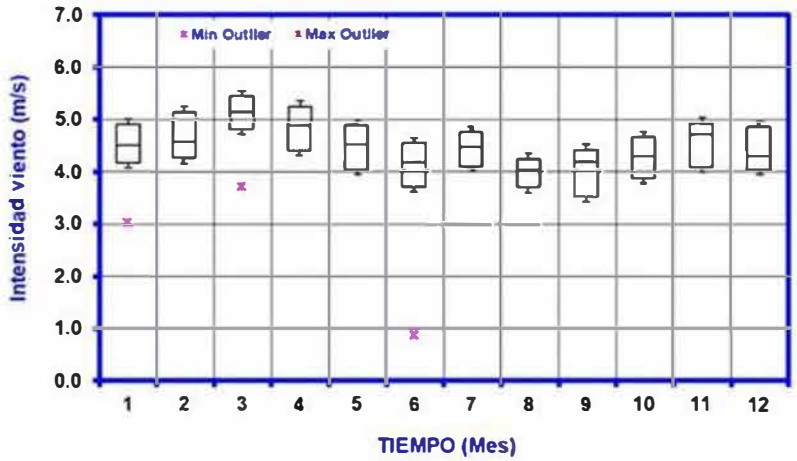


Figura IV. 26. Variación de la intensidad del viento medio mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 27 se presenta la variación mensual de las rachas de viento, se puede observar una ligera tendencia entre las dos últimas figuras. Cabe hacer mención, que en el periodo de 1994 a

2020, los meses de junio a agosto presentan los valores más bajos (10 a 18 m/s), mientras que en el resto del año se pueden encontrar rachas que varían de 20 a 32 m/s. En los meses de enero a marzo y de noviembre a diciembre son los periodos en los cuales las rachas de viento son más probables.

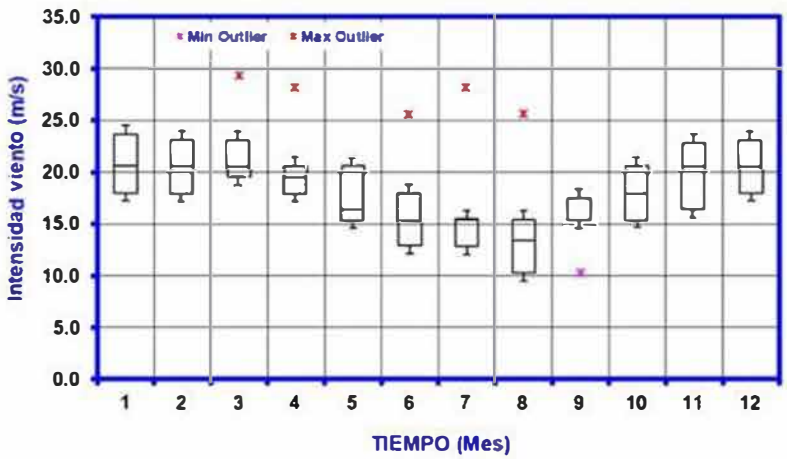


Figura IV. 27. Variación de la intensidad del viento racha mensual.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la base de datos weatherspark, en los años de 2016 a 2020, la dirección del viento promedio predominante en la región de Nanchital, Veracruz es principalmente del norte durante gran parte del año. El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste), excluidas las horas en que la velocidad media del viento es considerada como calma. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste), ver Figura IV. 28.

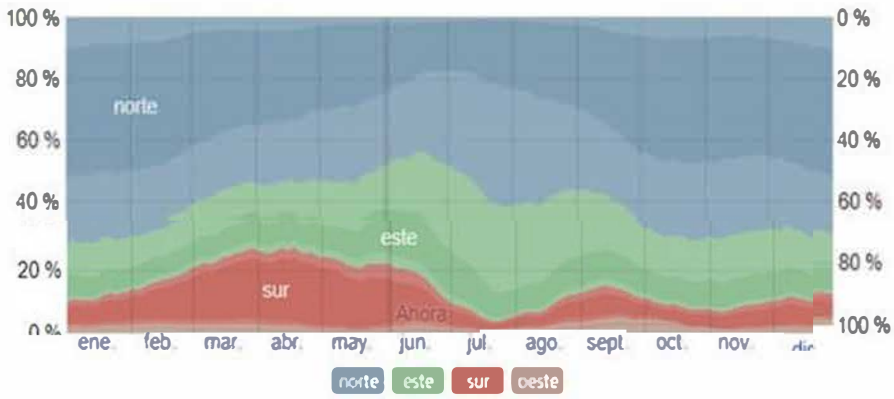


Figura IV. 28. Variación de la dirección del viento por mes.

Fuente: Elaboración weatherspark.

La variación dirección del viento por hora predominante en la región de Nanchital, Veracruz, muestra el efecto de brisa Mar – Tierra y viceversa, la cual es característica de las zonas costeras. Este efecto implica, que en las noches, la tierra se enfría más rápido que el cuerpo de agua, esto hace que se genere un movimiento de las parcelas de aire, de la tierra hacia el mar, por ello en la madrugada y a mediados de la mañana, la dirección del viento va hacia el mar. El efecto de calentamiento de la superficie hace que la tierra se caliente más que el cuerpo de agua, haciendo que la dirección del viento sea del Nor-Este de 13:00 a 19:00. Ver la Figura IV. 29 donde se representa el fenómeno.

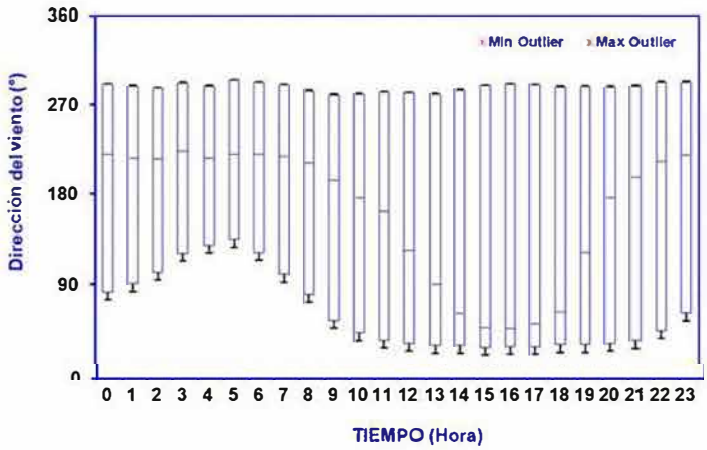


Figura IV. 29. Variación de la dirección del viento por hora.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura IV. 30 la variación dirección del viento por mes registrada en la región en el periodo de 2015 a 2020, no se distingue una tendencia marcada en la variación de la dirección del viento, y como se presentó anteriormente, en la cercanía de la costa ocurre el fenómeno de brisa mar – tierra –mar, por ello ocurre una variación diurna de la dirección del viento y por ello el análisis por muestra una alta variabilidad.

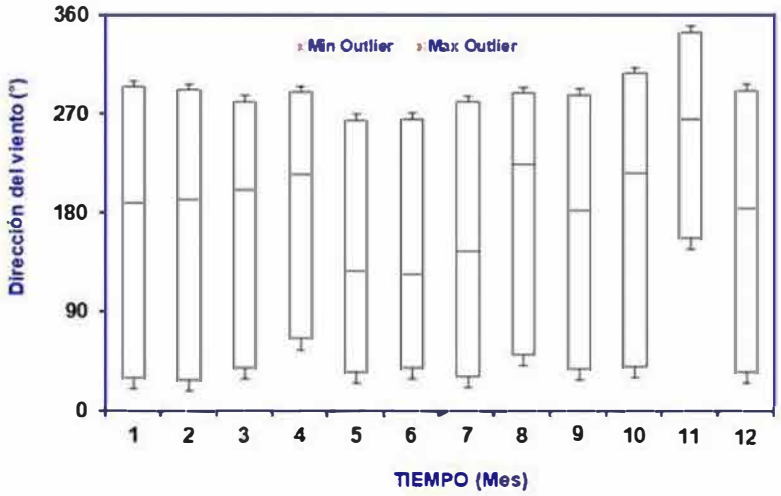


Figura IV. 30. Variación de la dirección del viento por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Presión atmosférica.

Para el presente análisis se utilizó la base de datos de meteored y se tomaron en cuenta los años de 1994 a 2020. En la Figura IV. 31 se presenta la variación de la presión atmosférica, teniendo una tendencia de variación a la letra "W", es decir, a inicio del año se tiene una presión alta, la cual disminuye conforma avanza el año, llegando un mínimo en el mes de abril, permaneciendo hasta el mes de junio. Posteriormente se incrementa ligeramente en el mes de julio y vuelve a descender en los meses de septiembre y octubre.

Finalmente, en los meses de noviembre a diciembre vuelve a incrementarse. Esta variación de la presión atmosférica está relacionada con la presencia de los ciclones tropicales en el Golfo de México en los meses de septiembre a octubre.

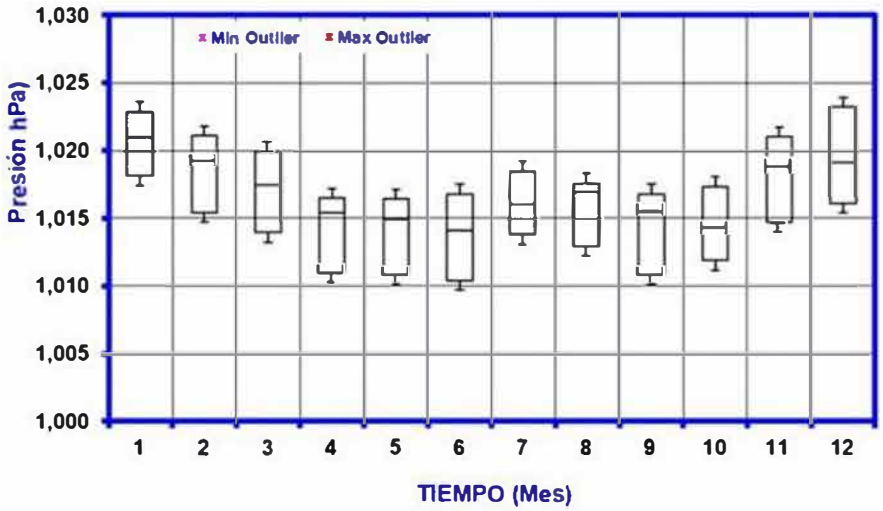


Figura IV. 31. Variación de la presión atmosférica por mes.

Fuente: Elaboración propia.

IV.2.1.2. Geología y Geomorfología.

Características litológicas del área.

Litológicamente en el área de estudio se caracteriza en términos generales por presentar principalmente 4 unidades litoestratigráficas caracterizadas por depósitos constituidas por gravas y arenas con intercalaciones de arcilla y limos de edad Cuaternario y secuencias de lutitas y areniscas con rango de edad del Miocenico al Plioceno, como se puede observar en el plano geológico (Figura IV. 32).

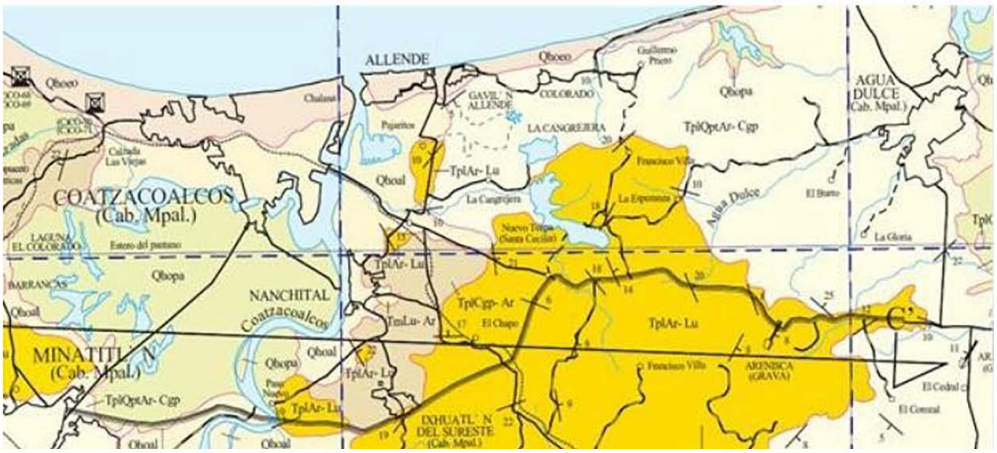


Figura IV. 32. Plano geológico donde se delimitan las unidades litológicas presentes en el área de estudio.

Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2004

En la Figura IV. 33 podemos observar la posición estratigráficas de las rocas presentes superficialmente en el área de estudio, de edad Plioceno - Pleistoceno al Reciente/Cuaternario y/o Reciente, hacia la parte basal se tienen se caracteriza, por una alternancia de lutitas fosilíferas con areniscas de color gris azuloso, las cuales son las más predominantes con algunas interestratificaciones de horizontes de bentonita posteriormente una secuencia de arenas y lutitas y hacia la parte superior se tiene cuerpos lenticulares, y de lutitas, con ocasionales cuerpos de conglomerados, gravillas y arenas. A continuación, se describe lo más relevante de cada una de las unidades litológicas presentes en el área de estudio iniciando de la más antigua a la más reciente.

Unidad A.

Se caracteriza estas rocas por estar constituida predominantemente por potentes espesores de arenas cuarcíferas de grano fino a grueso de coloraciones café claro a naranja, poco compacta, en ocasiones bien estratificadas, con delgadas intercalaciones de lutitas suaves de color gris azuloso, su espesor varía de 200 a 300 metros pudiendo ser aún mayor. A esta unidad litológica se denomina como Formación Filisola (Tm-Ar-Lu) y es muy difundida por producir arena sílica en el área.

Unidad B.

Está formada predominantemente de una alternancia variable de arenas y areniscas de color gris verdoso con intercalaciones de lutitas carbonosas con pirita diseminada en ocasiones arenosas de color gris azuloso, y delgados horizontes de lignito y hacia su parte basal de han identificado conglomerados cementados.

En la región occidental de la carta ésta formación aflora y, hacia la porción oriental, se tiene espesores que varían de 1,000 hasta 3,000 metros, esta variación tan marcada se debe a que los sedimentos rellenaron fosas tectónicas contemporáneas al depósito, se le conoce como Formación Paraje Solo (Tpl Ar-Lu).

Unidad C.

Consiste de cuerpos arenosos en ocasiones lenticulares, de grano medio a grueso de arcillas grises y cafés y conglomerados rojizos, con ocasional estratificación, esta unidad presenta características físicas para ser utilizada en la industria de la construcción, a esta secuencia litológica se le denomina Formación Cedral (Tpl-Qpt- Ar-Cgp).

Unidad D.

Son Depósitos Cuaternarios y Continentales con espesores no mayor a los 100 metros, de los que se han identificado 4 tipos:

Deposito Litoral (Qho li).

Estos depósitos lo forman arenas (cuarcíferas), limpias formadas por el oleaje del mar, de grano fino color gris-pardo sueltas con cristales de cuarzo de grano fino a medio y magnetita en abundancia color claro, verde, naranja y oscuro, mezclado en algunos horizontes con limo y arcilla.

Depósitos Palustre (Qho pa).

Este depósito se considera como una zona pantanosa debido a que en las zonas bajas se puede apreciar suelo negro, con contenidos de materia orgánica en estado de descomposición, consiste de lodo en estado de descomposición con mezcla de tallos y hojas de plantas, formados en tierras bajas cubiertas por agua estancada. El lodo lo conforma limo y arcilla de color gris oscuro, en algunas partes se observan arena suelta de cuarzo y algunos fragmentos negros finos, que presenta un color pardo al intemperismo.

Depósitos Lacustre (Qho la).

Esta unidad aflora en áreas muy restringidas depositada en zonas marginales del río Coatzacoalcos, están constituidos por arena fina, arcilla y limo rodeada por depósitos aluviales.

En algunas porciones del área se han reportados intercalados en estos depósitos flujos piroclasticos (tobas) como ceniza volcánicas color negro y pardo en espesores que varían de 1 a 5 cm, con horizontes intercalados con escoria y fragmentos líticos provenientes de la zona volcánica de los Tuxtlas.

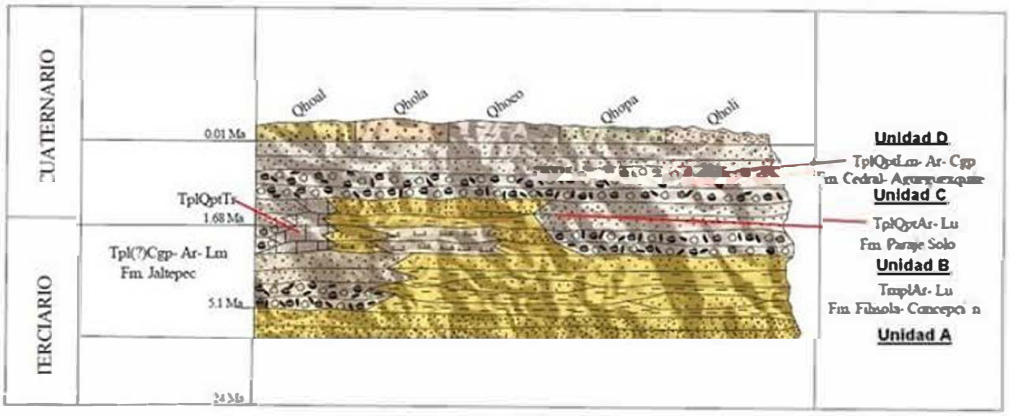


Figura IV. 33. Columna estratigráfica tipo del área.

Fuente: Servicio Geológico Mexicano 2008).

Características geomorfológicas del área.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de dos zonas geomorfológicas bien definidas: la primera en la porción oriental se encuentra en las áreas más elevadas, donde los cerros y lomeríos tienen formas redondeadas alcanzando alturas hasta de 100 metros sobre el nivel del mar y formadas por estructuras plegadas con afloramientos constituidos por sedimentos arenosos. (Figura IV. 34 y Figura IV. 35).

La segunda hacia la porción occidental, corresponde a una zona de topografía más baja (de menos de 50 metros sobre el nivel del mar), drenada por el río Coatzacoalcos, donde se tienen áreas pantanosas y por lo tanto inundables se dificulta el drenaje superficial. (Figura IV. 36).



Figura IV. 34. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos del límite del municipio de Ixhuatlan del Sureste hacia los poblados Shalapa, Los Santos, donde se aprecian los relieves de lo lomeríos del área. (Google Maps, 2020).



Figura IV. 35. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos del municipio de Ixhuatlan del Sureste hacia el noroeste, donde se observa los lomeríos entre las carreteras de Minatitlan – Mundo Nuevo y el entronque Ixhuatlan del Sureste - Nanchital. (Google Maps, 2020).

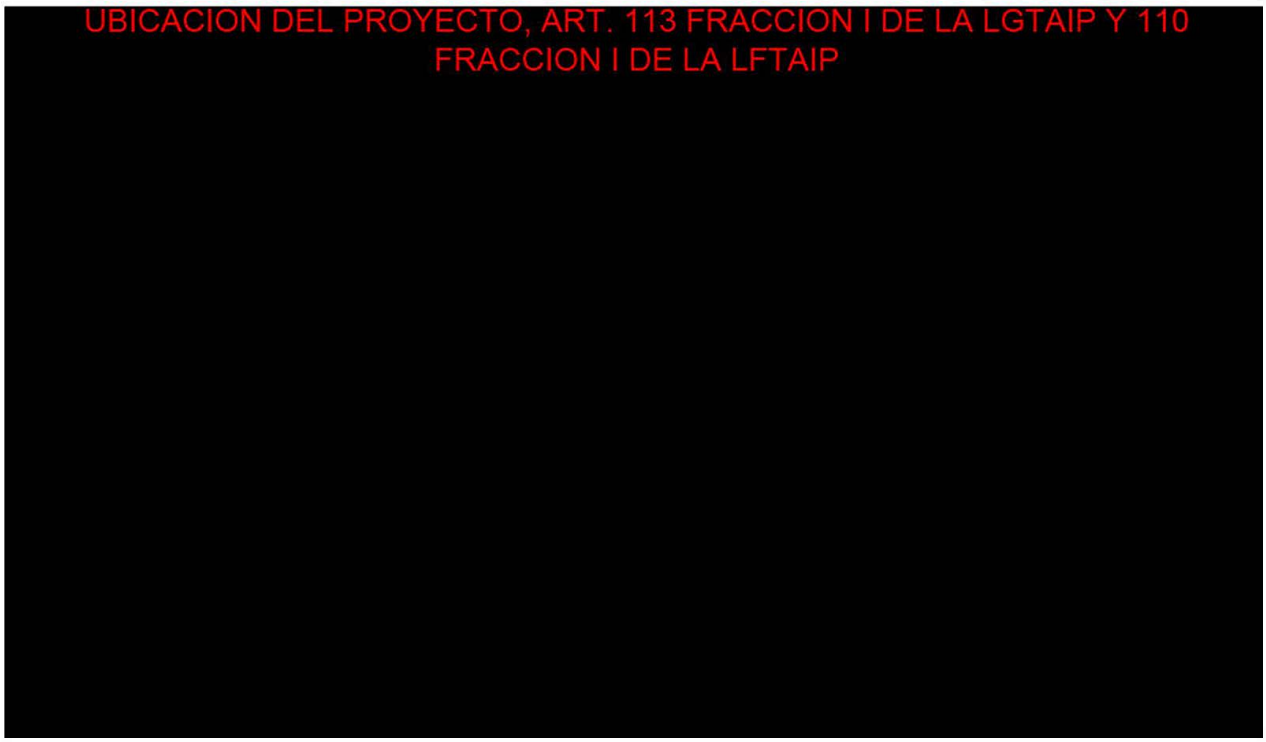


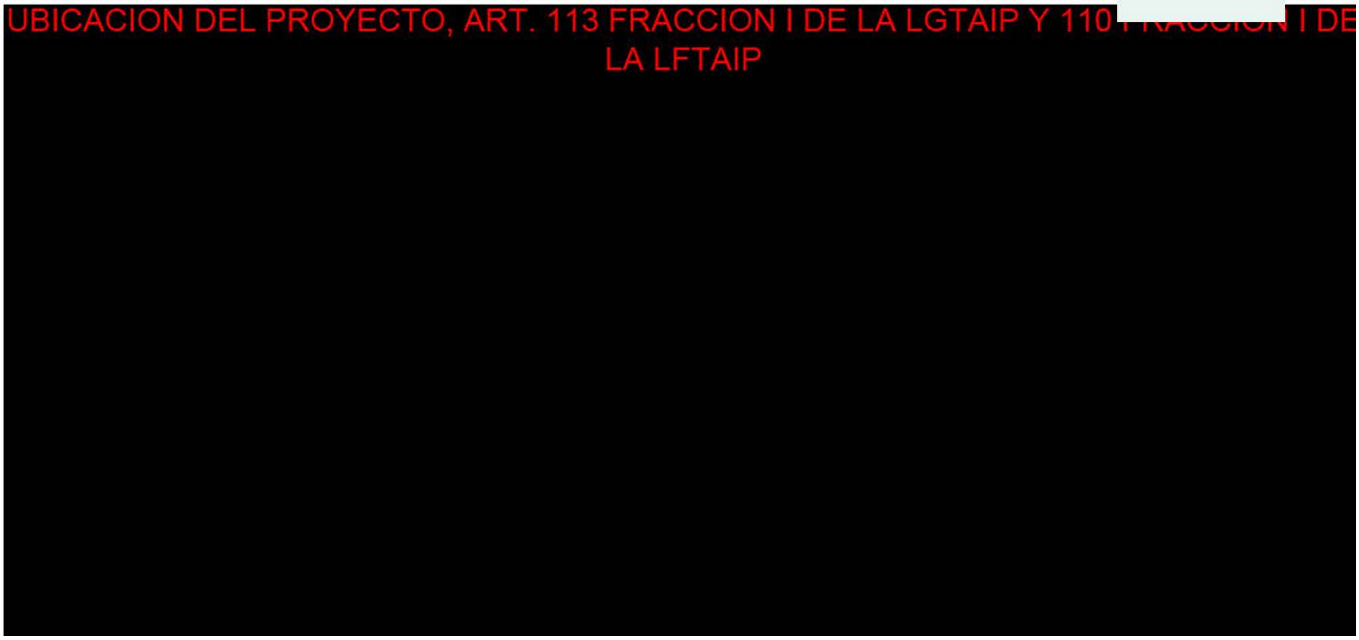
Figura IV. 36. Vista de imagen de satélite en 3D donde se observan los rasgos geomorfológicos de las zonas bajas y pantanosas entre el entronque carretera Ixhuatlan del Sureste - Nanchital – Rio Coatzacoalcos. (Google Maps, 2020).

Características del relieve.

Analizando la carta topográfica E15-A85 escala 1:50 000 (con curvas de nivel cada 10 metros (Figura IV. 37), y la imagen del relieve (Figura IV. 38), en un trazo de línea recta de 13 kilómetros con una dirección oeste – este, donde se encuentra el área límite de estudio que es el límite del Rio Coatzacoalcos en la zona El Playón hacia los poblados Shalapa - Las Águilas - El Vivero.

En los primeros 5 kilómetros se pasa de un terreno casi horizontal en el que predominan las curvas de nivel de entre 10 y 30 metros sobre nivel del mar, a partir del 6 al 13 kilómetros, se observa un cambio de pendiente donde se identifican curvas de nivel de entre 30 a no más de 70 metros, donde los cerros y lomeríos tienen formas redondeadas, extensas áreas de pendiente suave no se identifican escarpes ni amplias laderas, lo que nos indica que en estas altitudes no se tiene erosión lineal.





Por lo anterior, dominan en esta región las planicies con pendiente plana (de 0° a 1°) (67% del área de estudio), los terrenos con esta característica se extienden prácticamente por toda el área, aunque la superficie más importante se encuentra hacia el centro-oeste. Le siguen inclinaciones, ligeramente suave (de 1° a 3°) y suave (de 3° a 5°), muestran una correspondencia con superficies inclinadas, la parte inferior de este relieve es la que tiene la pendiente ligeramente suave pues se incrementa la acumulación de sedimentos en la base, debido a la erosión laminar, que se asocia con los lomeríos, colinas y laderas de elevaciones menores. La distribución más amplia de ambos grupos de pendiente se presenta hacia el centro este, del total, las áreas de pendiente ligeramente suave cubren un 17% y las de pendiente suave 6%.

Las áreas de pendiente moderada (de 5° a 15°) abarcan el 10% de la zona de estudio y prácticamente corresponden a las laderas de lomeríos, colinas suaves y elevaciones menores, cuyo escurrimiento superficial se considera de lento a medio. El relieve con estas características se distribuye hacia el sur este.

En general se puede indicar que el análisis de la pendiente en la zona de estudio no es una variable significativa, debido a como se ha indicado que en general predominan las pendientes planas y suaves, sin embargo la pendiente influye indirectamente sobre la vulnerabilidad de las zonas planas, ya que favorece que el terreno sea susceptible a inundarse.

Presencia de Fallas y Fracturamientos.

De acuerdo con la diversa información bibliográfica y cartográfica consultada la cual se apoya en interpretación de las imágenes de satélite, modelo digital de elevación y el modelo digital del relieve, así como con la verificación durante los trabajos en campo; se ha reportado en el área de estudio un proceso de deformación compresiva formando principalmente estructuras superficiales tipo pliegues con poca incidencia de generación de fracturas con dirección NW-SE y fallas.

Susceptibilidad a Sismicidad.

Al realizar una revisión de la sismicidad histórica en la zona de estudio y áreas circundantes en el periodo 2010 - 2020 en un cuadrángulo limitado al oeste por la región volcánica de los Tuxtlas, al este por la división fronteriza de los estados de Veracruz- Tabasco, al sur la sierra de Oaxaca y al norte la línea de costa del Golfo de México, se tienen registrados 235 sismos que van de magnitud de 3 a 4.9 escala Richter es del y reduciendo el registro a poblaciones cercanas como Coatzacoalcos, Allende, Nanchital, Jáltipan, Las Choapas, se tienen 91 sismos (Figura IV. 39), siendo su promedio de 3.8 escala Richter, que se consideran sismos de poca y media profundidad, ya que el foco va en un rango desde los 10 hasta los 60 kilómetros, el sismo más fuerte es reportado en el año 2012 en Coatzacoalcos con una intensidad de 4.9 escala Richter y el foco localizado a una profundidad de 48 kilometro, por lo que los niveles sísmico en el área es bajo debido a que las aceleraciones sísmicas en el área van de un rango de 11 y a 34 gals (aceleración de la gravedad terrestre, cm/seg^2).

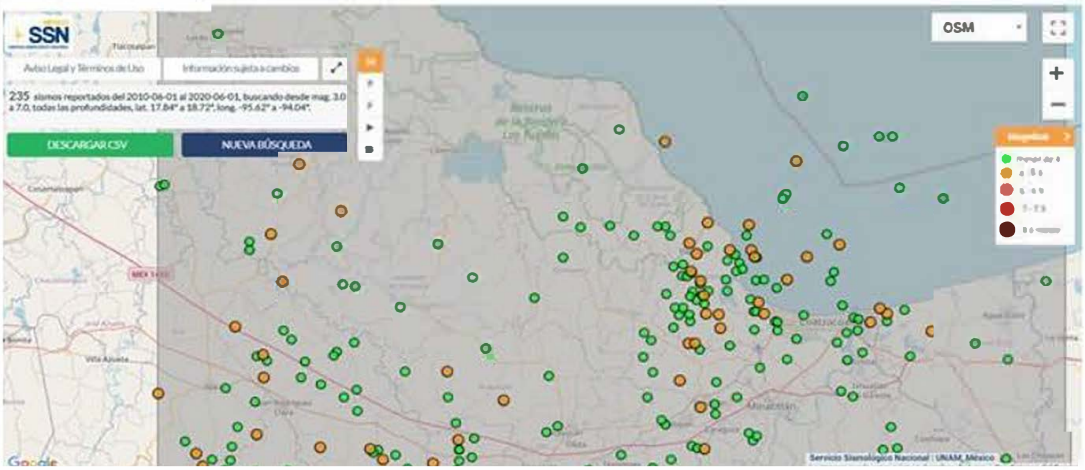


Figura IV. 39. En el mapa se observa la dispersión de sismos de magnitud menores a 4 en escala Richter (puntos verdes) y de un rango de 4 a 5.9 en puntos de color naranja.
Fuente: Servicio Sismológico Nacional, 2020

Susceptibilidad a Deslizamientos.

Analizando la litología, topografía y relieve, se puede visualizar que el área de estudio se tienen dos zonas bien definidas: al occidente del entronque carretera Paso Nuevo (Barragantitlan) - Nanchital - Ixhuatlan del Sureste la zona baja donde la pendiente predominante en el área es muy baja o relativamente plano con elevaciones de entre 10 a 30 metros y prácticamente se ubica en la zona de inundación, en los depósitos aluviales y palustres, en esta zona se ubican los poblados Paso Nuevo (Barragantitlan), Benito Canales, Tuzandepetl, Nanchital, Mundo Nuevo (La Cangrejera), Nahualapa, Gavilán de Allende; y hacia el oriente la zona alta con relieves de 30 a 70 metros de altura abarcando los Poblados: Ixhuatlan del Sureste, La Verónica, Cinco de Mayo, Benjamín, Chapo, La Potranca, Los Cocos, Las Águilas, El Guayabal, Shalapa, Amatitlan, Rancho Viejo, donde los cerros y lomeríos tienen formas redondeadas, adicionalmente presentando modificaciones antrópicas propias de los asentamientos humanos. Por lo cual no existen reportes de deslizamientos continuos en el área.

Susceptibilidad a Derrumbes.

Como se mencionó, el área analizada está constituida un relieve predominantemente plano por muy escasos lomeríos con pendiente suaves, lo cual reduce ampliamente las condiciones para la ocurrencia de procesos de derrumbes (proceso de remoción en masa), por lo que con lo analizado no existen riesgos considerables por derrumbes en la zona de estudio y representa un peligro menor en el área de estudio.

Susceptibilidad a Inundaciones.

Desde el punto de vista hidrológico, la zona de estudio está comprendida dentro de la Región Hidrológica No. 29, Coatzacoalcos, en la vertiente del Golfo de México. En la que se ubica la cuenca del Río Coatzacoalcos forma parte de la Región Hidrológica número 29, ubicada en la denominada Llanura Costera del Golfo de México limitada al sur por La Sierra Madre del Sur y al norte por la Cuenca del río Papaloapan.

Los fenómenos naturales hidrometeorológicos (inundaciones), que constantemente se registran en la parte baja de la cuenca, se deben principalmente a la continua presencia de ciclones (ondas tropicales) y huracanes que se ejemplifica en la (Tabla IV. 10) y a que no existen suficientes obras de

control. La cuenca del río Coatzacoalcos es considerada una de las cinco con mayor incidencia de inundaciones, y en lo general todas las subcuencas formadas por las áreas de drenaje de los afluentes del Río Coatzacoalcos, están sujetas a un régimen muy intenso de lluvias, dando lugar a muy altos coeficientes de escurrimiento (hasta 80% y posiblemente mayores). La precipitación promedio en toda el área es del orden de 2,400 mm / año y la temporada de lluvias se extiende de mayo a noviembre inclusive, siendo los meses más lluviosos en septiembre y octubre.

El tipo de daños provocados por las lluvias y escurrimientos de los ciclones tropicales y huracanes varía dependiendo de varios factores:

- Velocidad de desplazamiento: ciclones que se mueven lentamente o permanecen estacionarios tienden a dejar más lluvia.
- Tamaño del fenómeno: mientras más grande es un ciclón, mayor es el área que recibe lluvias del mismo.
- Trayectoria específica.
- Efectos locales debidos a la topografía.
- Interacción con otros sistemas meteorológicos presentes, por ejemplo: frentes fríos, canales de baja presión, un segundo ciclón tropical.

La frecuencia con que se presenta este fenómeno hidrometeorológico, es anual con fuerte impacto en las zonas urbanas e industriales como Coatzacoalcos, Nanchital, Ixhuatlan del Sureste y poblados circundantes, lo que provoca que principalmente hacia el oriente del área de estudio en la zona de bajo relieve al sea considerada de alto riesgo.

En la Subcuenca del río Coatzacoalcos, sus principales corrientes de agua perennes son: Arroyo Blanco y Arroyo Camalota siendo la zona noreste se concentran la mayor parte de las corrientes intermitentes, las cuales pueden afectar a las localidades aledañas.

De la misma manera, como se observa en la Figura IV. 36, de Ixhuatlán del Sureste hacia el oeste, presenta áreas vulnerables de inundación, con un grado de peligro muy alto y medio. Siendo la zona

noroeste del área de estudio donde se presenta un grado de peligro muy alto afectando a las localidades de Paraíso, Barragantitlán (Paso Nuevo), Benito Canales, Tuzandepetl, y SW de Nanchital y probablemente al SE de Ixhuatlan del Sureste, se observa un grado de peligro medio con menor superficie de afectación.

Tabla IV. 10. Lluvias asociadas a ciclones tropicales y huracanes que han impactado en el área de estudio en el periodo 2010-2020 (SMN, 2020).

Año	Desastre	Tipo de causa	Observaciones de causa
2010	Inundación	Lluvias	Tormenta Tropical Matthew Huracán Alex
2011	Inundación	Desbordamiento	Tormenta Tropical Harvey y Tormenta Tropical
2012	Inundación	Desbordamiento	Huracán Ernesto
2013	Inundación	Desbordamiento	Tormenta Tropical Sonia Huracán Ingrid, Huracan Barbara
2014	Inundación	Desbordamiento	Tormenta Tropical Hanna
2015	Inundación	Lluvias	Huracán Patricia
2016	Inundación	Lluvias	Huracán Earl
2017	Inundación	Lluvias	Huracán Katia
2018	Inundación	Lluvias	Tormenta Tropical Tara, Tormenta Tropical Vicente, Tormenta Tropical Tara Huracán Willa
2019			Sin reporte
2020	Inundación	Lluvias	Tormenta Tropical Amanda Tormenta Tropical Cristóbal

Con la información analizada se puede deducir que el área de estudio se encuentra expuesta a presentar inundaciones de tipo fluvial debido a la presencia de ríos, arroyos, pantanos y lagunas que generan zonas de alta vulnerabilidad, especialmente en la porción oeste debido al afluente del río Coatzacoalcos y a la cantidad de afluentes que se distribuyen de forma heterogénea. Un ejemplo de los fenómenos naturales hidrometeorológicos que se dan en el área de estudio se presenta en la Figura IV. 40.

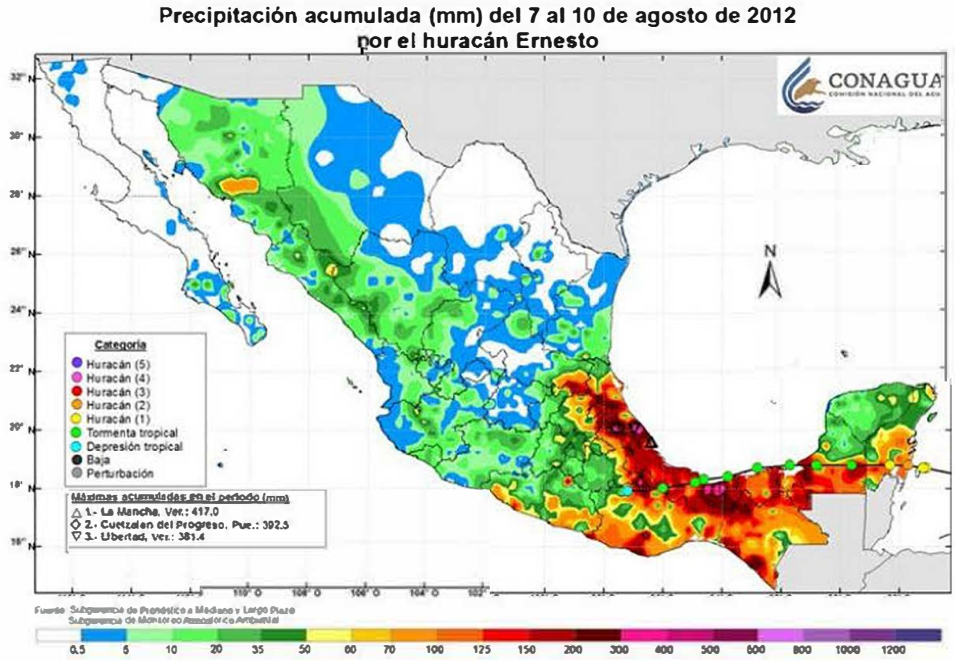
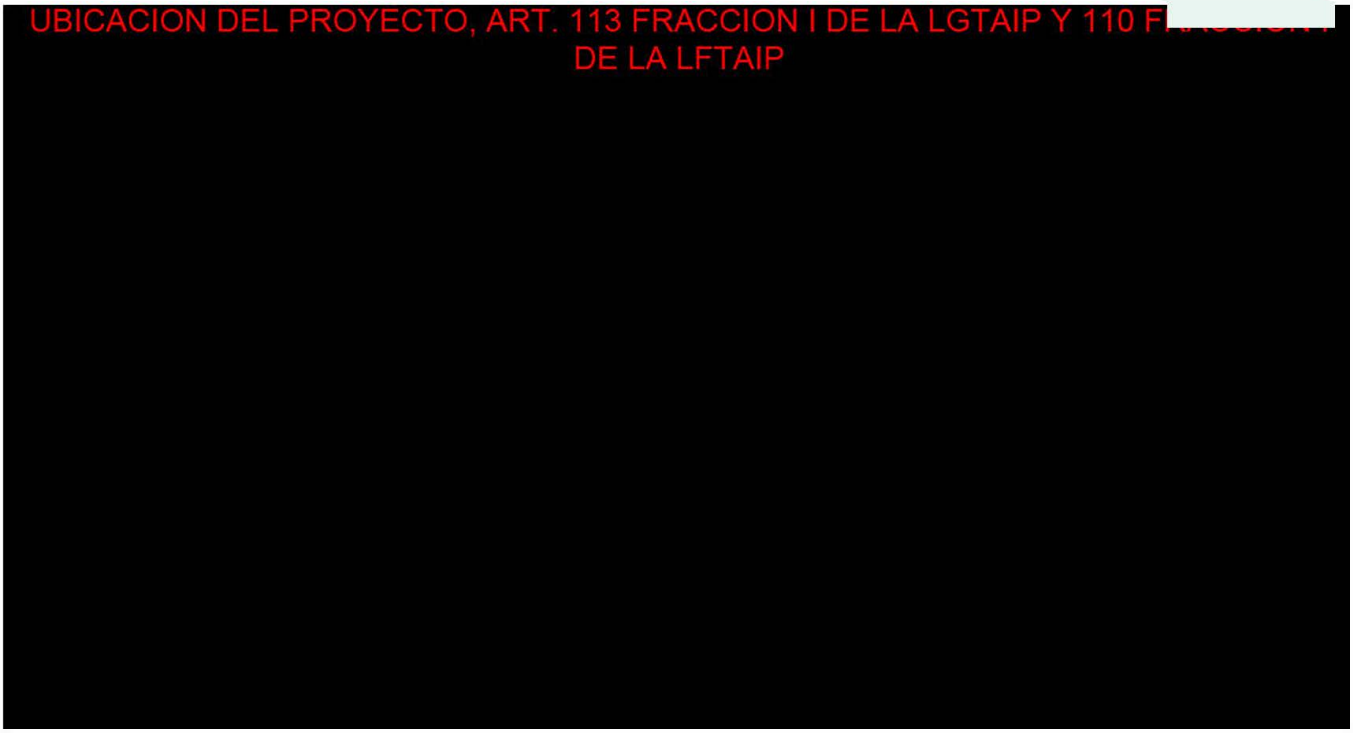


Figura IV. 40. Ejemplo de la distribución de la lluvia provocada por el huracán Ernesto en el año 2012, que impactó el área de estudio, con lluvias de hasta 300 milímetros (colores rojos, purpura y magenta).
Fuente: CONAGUA, 2020.

Posible Actividad Volcánica.

Las estructuras volcánicas más cercanas (Los Tuxtlas), al área de estudio está a una distancia promedio en línea recta de 60 kilómetros del área de estudio (verFigura IV. 41), la cual ha tenido diferentes fases de actividad a lo largo del tiempo, compone casi solamente de flujos de lava, lo que le da un aspecto de un cono mucho menos empinado, con pendientes más suave, se han reportado las ultimas erupciones hace 6000 años, actualmente presenta reducida actividad geotérmica y sísmica, y la nula actividad de fumarolas por lo que el impacto de una actividad volcánica es muy baja.


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 F
DE LA LFTAIP

IV.2.1.3. Edafología.

La situación geográfica de la zona hacia la Costa Veracruzana le confiere condiciones climáticas que son importantes para la comprensión de suelo, en su localización en la parte Costera del Golfo de México es común encontrar sedimentos aluviales continentales y marinos.

Es posible encontrar también rocas del Mesozoico, así como cenizas volcánicas más recientes. Los suelos que observamos en la mayor parte del territorio nacional, y por ende de la zona de estudio han sido formados durante el Cuaternario. Según (Papadakis, *in*: INE 2019) pertenecen a la Región llamada Caolinítico Joven.

Los factores de diferenciación son muy variables y por ende, las combinaciones son numerosas, dentro de los factores más importantes

a) El material parental,
b) El clima (pasado y actual),
c) Los organismos biológicos,
d) La topografía,
e) Y la edad o tiempo.

En su depósito y evolución el suelo es un material no consolidado situado sobre la superficie de la Tierra, formado de materiales minerales y orgánicos, este sirve como medio para el crecimiento de la vegetación de origen natural y de los cultivos agrícolas. El suelo es entonces el resultado de procesos de intemperismo físico y químico de las rocas y de procesos de mineralización biológica y bioquímica de residuos orgánicos de plantas y animales (Sumner, *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011). Durante dichos procesos, las partículas minerales y la materia orgánica se mezclan y se agrupan en unidades estructurales determinando un patrón de poros que, por un lado, permite la circulación, la retención del agua y la aireación del subsuelo y por otra establece canales de comunicación entre la capa superficial del suelo, la atmósfera y la biosfera (Frossard et al., *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011).

Por lo anterior, el suelo es uno de los componentes esenciales en el ecosistema, importante de mantener la fertilidad y productividad con prácticas agropecuarias amigables, manteniendo un

equilibrio entre producción de alimentos e incremento de la demanda de la población en crecimiento.

Bajo este concepto el suelo es un componente especial y esencial para la vida, como lo es el componente aire y el componente ecológico agua, y cuando es utilizado de manera racional puede estar cerca de ser considerado un recurso renovable.

Como se ha hecho mención en el Estado de Veracruz las condiciones de temperatura y precipitación provocan un fuerte intemperismo en las suaves rocas sedimentarias, y aun en las duras rocas de origen ígneo, de tal forma que dominan los suelos profundos sobre los limitados por rocas a menos de un metro de profundidad. Por otra parte, el relieve predominantemente plano da lugar a que los procesos de evolución de los suelos sean relativamente lentos, por lo que alrededor del 70 por ciento de estos son jóvenes (clasificados como arcillosos), pues no han perdido gran cantidad de sus nutrientes naturales. Los suelos jóvenes se distribuyen por todo el estado de Veracruz, en tanto que los suelos maduros, en los cuales la pérdida de elementos esenciales para la nutrición de las plantas ha sido considerable, se concentran hacia el sureste y representan aproximadamente el 30 por ciento restante.

Una característica de estos suelos jóvenes es que cuentan con un horizonte A que subyace directamente a la roca, o bien al horizonte B cámbico, que es una capa ya diferenciada del material de origen. Además, en ocasiones tienen un horizonte C o capa mineral que es la capa de origen de los suelos existentes en él.

En adición, el suelo realiza importantes servicios ambientales, como la circulación del agua y de sustancias disueltas, el reciclaje de nutrientes; y por las propiedades biogeoquímicas que posee, cumple funciones de geomembrana al proteger al ambiente a través de la inmovilización o la destrucción de los contaminantes, favoreciendo así la purificación del agua y del aire (Doran y Jones, *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011).

El conocimiento de las características de los suelos adquiere gran importancia debido a que su uso inadecuado tiene efectos adversos sobre la biodiversidad, la productividad agrícola y la calidad del ambiente.

Los procesos de degradación de la calidad del suelo como son la erosión, la pérdida de materia orgánica y la disminución de la capacidad de retención de agua están asociados al deterioro ambiental y a la baja sustentabilidad de muchos sistemas agrícolas, siendo la deforestación, la labranza convencional y el manejo pecuario las causas principales (Campos, *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011). Si bien el papel primario de la actividad agrícola y pecuaria en el estado de Veracruz es el de producir alimentos, también debe asumir el compromiso en muchas otras funciones como la conservación y el mejoramiento de la calidad del suelo, el manejo sustentable de los recursos naturales, la preservación de la biodiversidad y la viabilidad socio-económica de las áreas rurales (Campos, *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011). El uso sensato del recurso suelo en el estado es de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, para la obtención de buenos rendimientos agrícolas, pero también para el aprovechamiento de los servicios ambientales que realizan los suelos (Campos et al., *in*: La biodiversidad en Veracruz, 2011).

Suelos.

La distribución de los suelos en la zona de estudio, es el resultado de una relación directa entre el ambiente geológico y las condiciones climatológicas imperantes para esta zona, las unidades de suelo son producto de los procesos de intemperismo al que son sometidas las rocas que afloran en la superficie terrestre. De manera general de acuerdo a las condiciones que dan origen al suelo podemos distinguir suelos acumulativos por el depósito de fragmentos acarreados desde gran distancia por los agentes erosivos (viento y agua), por otro lado encontramos suelos residuales cuyo origen es la descomposición de los materiales geológicos en fragmentos finos como arcillas, arenas y gravas.

Como ejemplo y considerando la geomorfología de la zona se distinguen dos ambientes que diferencian la margen derecha de la margen izquierda del Río Coatzacoalcos, se distingue como los suelos se distribuyen de manera predominante para cada margen, de lado izquierdo en las zonas donde predomina el pantano encontramos suelos del tipo gleysol mólico + gleysol eútrico, que es característico de zonas donde constantemente tenemos la presencia de agua, mientras que en la margen derecha el suelo predominante es una combinación de Cambisol ferrálico + luviosol plíntico + Luviosol órtico, en el que se define más la presencia de materiales arcillosos y arenas, en los que no es tan marcada la debilidad originada por el agua.

Las características de estos suelos asociadas a las calidades del agua y al ambiente marino favorecen que exista en la región este tipo de suelos con un mayor índice de agresividad y por lo tanto exista de igual forma una alta corrosión de materiales, como en el acero, sin embargo, la corrosión puede moderarse un poco, por la presencia de cloruros y sulfatos, procedentes a partir de la gran cantidad de agua que precipita en la zona.

Con base en la carta de distribución de suelos elaborada por la CONABIO en forma conjunta con la UNAM, se tiene que, la descripción de suelos que existe dentro y en áreas aledañas al predio corresponde a suelos de tipo Cambisol Ferrálico.

En particular el cambisol es un suelo joven, poco desarrollado, que se encuentra en cualquier clima, exceptuando zonas áridas con cualquier tipo de vegetación en el subsuelo tiene una capa de terrones que presentan un cambio con respecto al tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcilla, calcio, etc. Susceptibilidad de moderada a alta erosión. Cuenta con 9 subunidades: Cálcico (Bc), Crómico (Bc), Dístrico (Bd), Eútrico (Be), Ferrálico (Bf) Férralico (Bx) Gléycio (Bg), Húmico (Bh) y Crómico (Bc).

Suelos que son al menos los inicios de diferenciación de horizontes en el subsuelo, evidentes por los cambios en estructura, color, contenido de arcillas o carbonatos.

Se forman sobre materiales de texturas medias a finas derivados de una amplia gama de rocas. Están caracterizados por un intemperismo de moderado a bajo y por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica y compuestos de aluminio y hierro. Se les puede encontrar sobre terrenos planos o montañosos y exhiben una amplia gama de tipos de vegetación.

Los Cambisoles son el tipo de suelo más extendido en la zona, su ubicación se asocia a los lomeríos bajos, como es el caso que nos ocupa, sus características tienden a transformarse en aquellas de suelos un poco más evolucionados, tales como Luvisoles e incluso Acrisoles y pueden llegar a presentar cierto grado de acidez.

En esta tendencia de transformación a Acrisoles y Luvisoles se presentan un mayor contenido de arcillas en el subsuelo con respecto a capas más superficiales, como resultado de los procesos que gobiernan la formación de los suelos. Se trata de suelos ácidos, muy intemperizados, con baja

saturación de bases a cierta profundidad. Los Acrisoles corresponden a un estado de mayor intemperización que los Luvisoles, su diferenciación en campo es difícil. Se forman sobre una amplia gama de materiales parentales, más comúnmente derivados de rocas acidas o en arcillas ya intemperizadas en las que se prolonga este proceso. La selva es normalmente el tipo de vegetación natural que sustentan. Tienden a desarrollar acidez y texturas medias o gruesas en la superficie y texturas finas a cierta profundidad; por lo que en su manejo siempre se recomienda la preservación del suelo superficial con su materia orgánica crítica, así como la prevención de la erosión.

En general, la permeabilidad de estos suelos no es extrema dadas sus texturas medias; sin embargo, se presentan diferencias topográficas en los lomeríos; en las partes altas el drenaje es eficiente, pero está impedido en las partes bajas.

Podría decirse que tanto Cambisoles (en proceso de evolución) como Acrisoles y Luvisoles tienen pocas características desventajosas para la conservación e integridad de los tendidos de ductos.

Por lo anterior, dentro de las condiciones de adversidad, se deben considerar los niveles de pH en caso de extrema acidez y el relieve irregular que presentan los lomeríos del área, pues este factor dificulta el mantenimiento periódico de los ductos o los mantiene sometidos a tensiones irregulares.

La zona que incluye el polígono del proyecto se han realizado esfuerzos para determinar las propiedades de los suelos basados en las características morfo-edafológicas, a fin de conocer aquellas áreas potenciales para ser aprovechadas y de esta manera destinarlas a zonas de reforestación y restauración.

En la planeación del Programa de Reforestación y Restauración en Tuzandepetl, llevado a cabo por la UNAM, se consideró como punto de partida la incorporación de la información edafológica del área. Al final los resultados del análisis morfo-edafológico, indican la presencia de 4 geoformas y su asociación edafológica, las que fueron descritas de la siguiente manera:

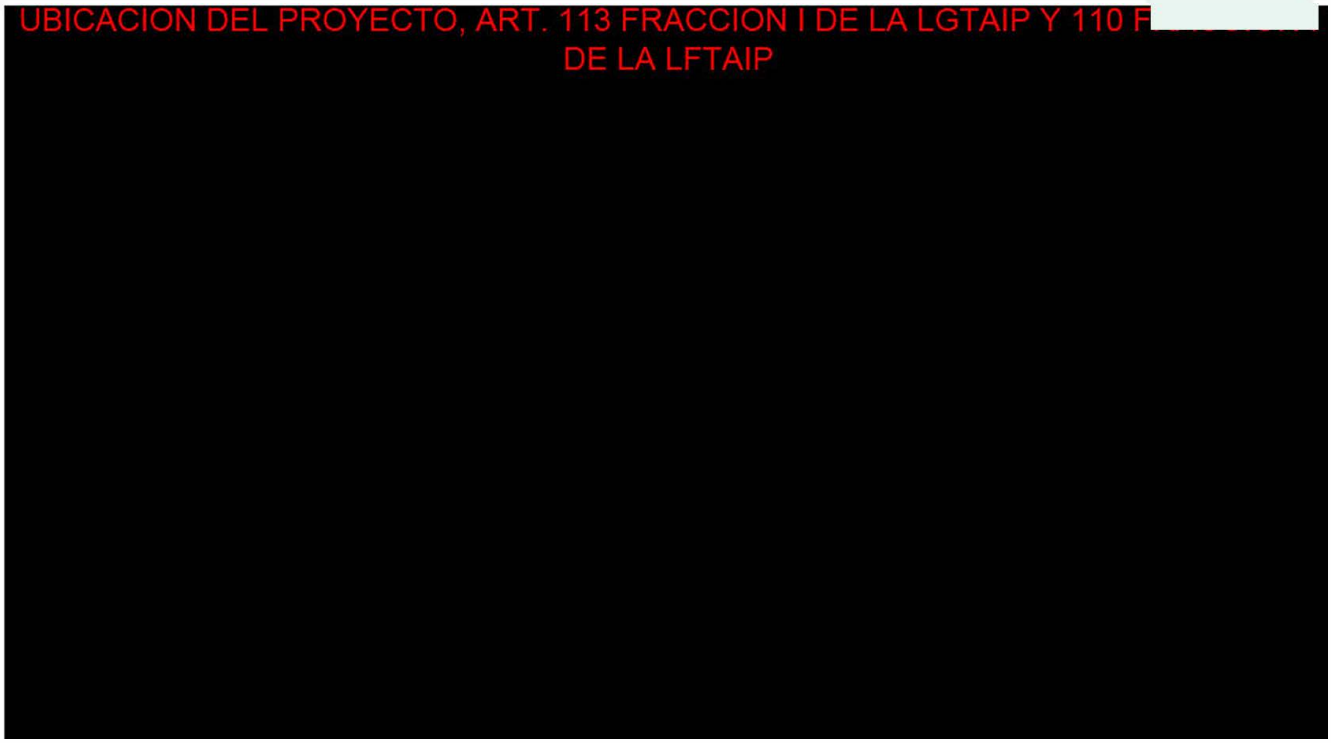
Laderas y Superficies Cumbrales. Integrada por las geoformas laderas y superficies cumbrales, de color amarillo en la Figura IV. 42, representando el 48.66%, del área total del polígono del proyecto con 27.65 ha. Con base en el análisis morfo-edafológico de la UNAM, estas se caracterizan por poseer principalmente suelos de tipo Plintosol y Acrisol, presentando algunas limitantes edáfica

para el desarrollo de vegetación, valores bajos de pH, lo que implica una alta saturación de aluminio intercambiable que tiene efectos tóxicos para muchas especies vegetales y concentraciones bajas de fósforo.

Piedemonte. El polígono en azul turquesa en la Figura IV. 42 representa el 19.45%, del área total del proyecto con 11.05 ha. Esta geoforma corresponde a suelos principalmente de tipo Gleysol y Vertisol, los que se caracterizan por tener un drenaje moderado. Las deficiencias edáficas para estos suelos en el desarrollo de vegetación son: en sitios cercanos a la represa de salmuera, se presentan concentraciones moderadamente altas de sales solubles; en algunos sitios se presentan pH ácidos, sin embargo existen bases intercambiables para para amortiguar el efecto tóxico del aluminio; estos suelos también presentan deficiencias en fósforo.

Rellenos. Estas zonas la conforman zonas perturbadas no aptas para llevar a cabo actividades de reforestación o restauración. Aparece en color rojo en la Figura IV. 42, y representa 1.44%, del área total del polígono del proyecto con 0.82 ha.

Valles. Este polígono representa las geoformas valles y valles intermontanos, apareciendo en color azul claro en la Figura IV. 42, representando el 30.45%, del área total del polígono del proyecto con 17.3 ha. Estas geoformas se caracterizan por contar con suelos de tipo Gleysol. Las limitantes edáfológicas principales de estos suelos para el desarrollo de las comunidades vegetales son: drenaje deficiente, lo que ocasiona falta de aeración, por ende ausencia de oxígeno en el sistema radicular de las plantas; pH con valores bajos, lo que conlleva a una alta saturación de aluminio intercambiable que tiene efectos tóxicos para muchas especies; además, también se presenta deficiencias en fosforo.



Cabe hacer hincapié que de acuerdo a las descripciones y análisis morfo- edafológico realizado por la UNAM, se tiene que los suelos de tipo Gleysol, están presentes en las geoformas denominadas Pie de monte y Valles, en donde además la literatura considera que existen por la naturaleza del terreno, acumulaciones de azufre que generan acidez severa y altos niveles de toxicidad por aluminio. Por lo que estos suelos deben ser cuidadosamente adecuados para la construcción (incluyendo tendidos de ductos) y demandan grandes esfuerzos en su mantenimiento por las siguientes desventajas:

- pH ácidos (corrosión de metales)
- Tendencia a altas concentraciones de azufre (corrosión del concreto)
- Drenaje impedido (corrosión de metales)
- Texturas finas (corrosión de metales y concreto)
- Alta materia orgánica (corrosión del concreto)
- Inestabilidad (por subsidencia del terreno)

IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea.

Hidrología superficial.

La Región Hidrológica Número 29 Coatzacoalcos (Figura IV. 43) se encuentra delimitada al Norte por el Golfo de México, al Oeste por la Región Hidrológica Papaloapan, al Este por la Subregión Hidrológica Tonalá y por la Región Hidrológica Número 30 Grijalva-Usumacinta y al Sur por la Región Hidrológica Número 22 Tehuantepec. Tiene una extensión de 21,565.90 kilómetros cuadrados, una precipitación anual promedio de 2,266 milímetros y un escurrimiento medio anual de 28,717.36 millones de metros cúbicos. Este sistema hidrográfico es el tercero de importancia en el país por su caudal, después de los sistemas Grijalva-Usumacinta y Papaloapan y se ubica geográficamente entre los 16°38' y 18°21' latitud norte, y los 93°43' y 95°44' longitud oeste (INEGI, 2016).



Figura IV. 43. La Región Hidrológica Número 29 Coatzacoalcos.

En la Región Hidrológica se localizan diversas corrientes y ríos que desembocan al Golfo de México. Los ríos más importantes del sistema hidrológico son el Coatzacoalcos y Uxpanapa. El río Coatzacoalcos tiene sus orígenes en los límites de los estados de Oaxaca y Chiapas, en los inicios de

la Sierra Madre de Chiapas, a una elevación de 1,900 metros sobre el nivel medio del mar. En su recorrido por el Estado de Oaxaca presenta una dirección predominante al oeste, pero al cruzar el Estado de Veracruz su dirección se torna al noreste hasta su desembocadura al mar. Recibe en su trayecto varios afluentes de escasa importancia, los de cauce mejor definido son los ríos Pinal, Malatengo, Verde, Sarabia y Tolosita, finalmente, confluyen los ríos Jaltepec y Solosuchil a 4 kilómetros aproximadamente de la ubicación de la estación hidrométrica Las Perlas, la cual tomó esta designación debido a que se encuentra ubicada en las inmediaciones de la localidad con el mismo nombre, perteneciente al municipio de Jesús Carranza, Estado de Veracruz.

Aguas abajo de la estación hidrométrica Las Perlas, los arroyos El Naranjo y Azul confluyen en la margen izquierda y el río Coachapa por la margen derecha del río Coatzacoalcos (INEGI, 2016).

Por otro lado, el río Uxpanapa tiene su origen en la misma Sierra Madre de Chiapas, a una elevación de 1700 metros sobre el nivel medio del mar; su recorrido tiene una dirección predominante hacia el Norte. Sus principales afluentes son el río Grande y río Oaxaca en su margen izquierda y el río Verde y Nanchital en su margen derecha. La confluencia del río Uxpanapa con el río Coatzacoalcos tiene presencia aproximadamente a unos 6 kilómetros aguas abajo la ciudad de Minatitlán, Veracruz, ciudad por la cual el río Coatzacoalcos transita al sur de ella. Estos ríos conforman las cuencas hidrológicas Alto Río Coatzacoalcos, Bajo Río Coatzacoalcos, Alto Río Uxpanapa y Bajo Río Uxpanapa (INEGI, 2016).

Por otro lado, al norte de la Subregión Hidrológica, tiene nacimiento el río Huazuntlán en la Sierra de Santa Martha, lo componen diversos ríos y arroyos, los de mejor definición son los ríos Osoluapan, Chacalapa y Texizapan. Mantiene una dirección predominante hacia el este, hasta su confluencia con el río Coatzacoalcos, la cual se presenta aproximadamente a 7 kilómetros antes de la desembocadura de este último al Golfo de México. Finalmente, en su desembocadura al mar, el río Coatzacoalcos sirve de división entre las ciudades de Coatzacoalcos y Allende, en el Estado de Veracruz (INEGI, 2016).

La Región Hidrológica comprende 6 cuencas, las cuales son 1) Alto Río Coatzacoalcos, 2) Bajo Río Coatzacoalcos, 3) Alto Río Uxpanapa, 4) Bajo Río Uxpanapa, 5) Río Huazuntlán y 6) Llanuras de Coatzacoalcos (Figura IV. 44).

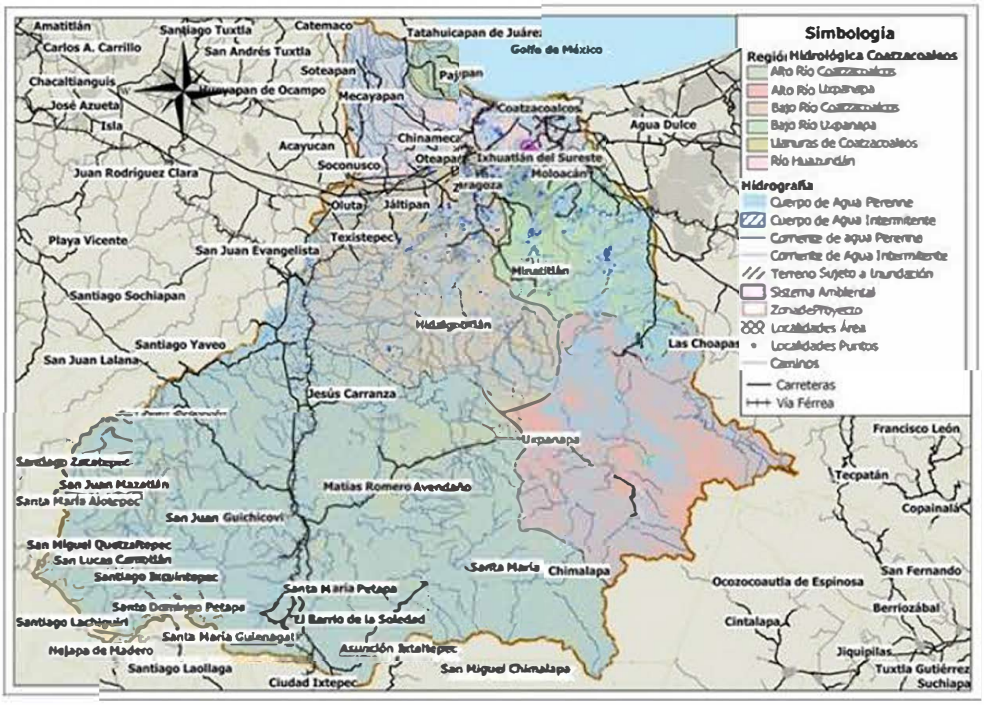


Figura IV. 44. Cuencas hidrológicas que conforma la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos.

El Sistema Ambiental (SA) por su ubicación, comparte dos Cuencas Hidrológicas que se indican en la Tabla IV. 11 y en la Figura IV. 45.

Tabla IV. 11. Cuencas hidrológicas donde se localizan el SA.

Sitio de interés	Área del sitio de interés (ha)	Cuenca Hidrológica	Área de la Cuenca Hidrológica (ha)	Área que ocupa el SA dentro de la Cuenca hidrológica (ha)
Sistema Ambiental	991	Bajo río Uxpanapa	194021	297
		Río Huazuntlán	163873	694



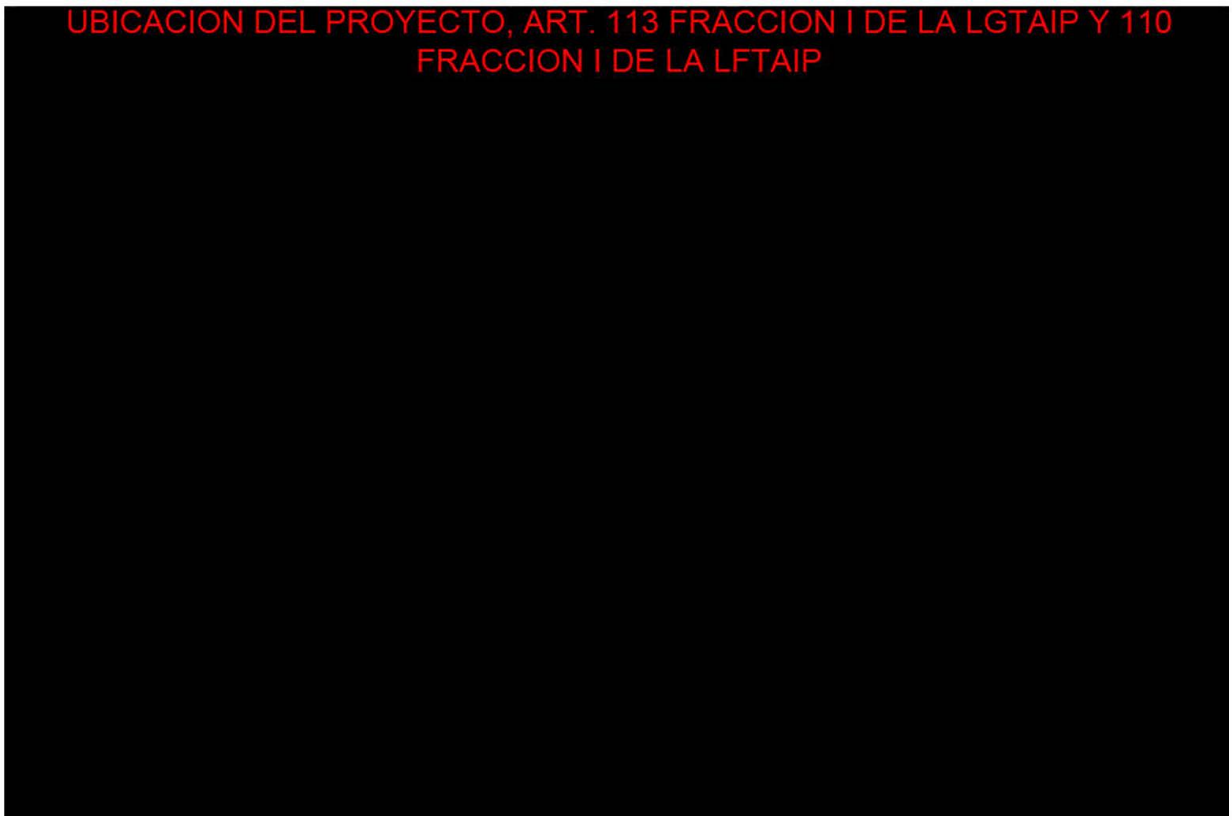
La cuenca del Bajo Río Uxpanapa drena una superficie de 1,938.3 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al norte por la cuenca hidrológica Río Huazuntlán, al sur con la cuenca hidrológica Alto Río Uxpanapa, al este con las cuencas hidrológicas Poza Crispín y Tancochapa Bajo, y al oeste con la cuenca hidrológica Bajo Río Coatzacoalcos. Se encuentra drenada por 16 corrientes que conforman una red de drenaje de aproximadamente 300 kilómetros, su cauce principal tiene una longitud de 119.20 kilómetros y se refiere a la continuación del río Uxpanapa, proveniente de la cuenca Alto Río Uxpanapa, hasta su confluencia con el río Coatzacoalcos.

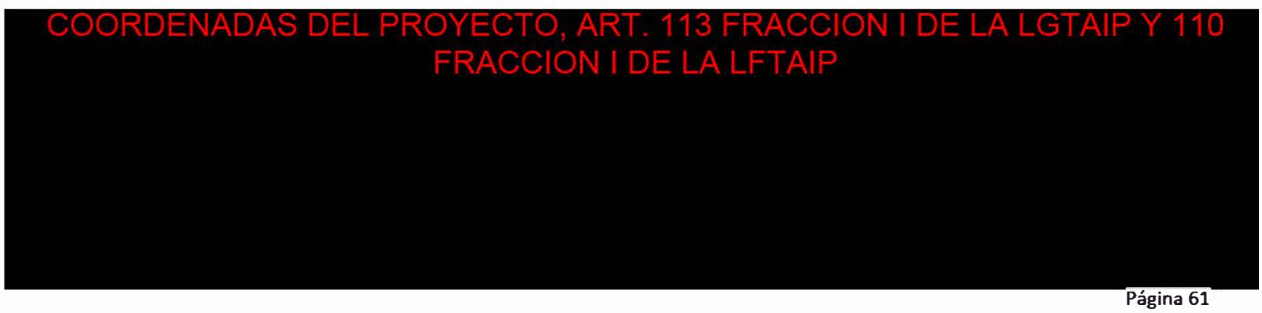
La cuenca Río Huazuntlán drena una superficie de 1,635.3 kilómetros cuadrados y se encuentra delimitada al norte con la cuenca hidrológica Llanuras de Coatzacoalcos, al sur con las cuencas hidrológicas Bajo Río Coatzacoalcos y Bajo Río Uxpanapa, al este con la cuenca hidrológica Tonalá y al oeste con la Región Hidrológica Número 28 Papaloapan. Se encuentra conformada por 57 escurrimientos, los cuales conforman un total de 578.1 kilómetros de red de drenaje; la corriente principal de esta cuenca es el Río Huazuntlán en la sierra de Santa Marta, a 1 400 msnm, con una longitud de aproximadamente 99.05 kilómetros desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Coatzacoalcos. Provee el 80% del agua que consumen las poblaciones urbanas de Coatzacoalcos y

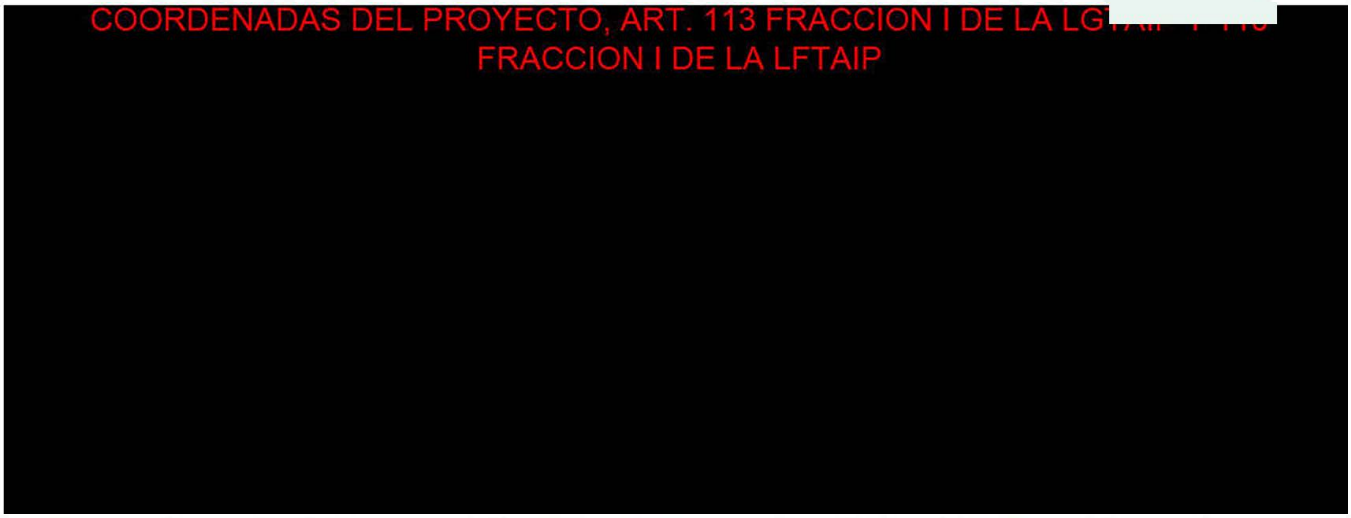
Minatitlán (más de medio millón de habitantes), a través de la presa Yuribia, desde la cual el agua es conducida a las ciudades de la zona industrial mediante un acueducto de 60 km, con un consumo de 850 L/s-1 (85% de la capacidad instalada) (Paré y Robles, 2005).

Cuerpos de agua existentes.

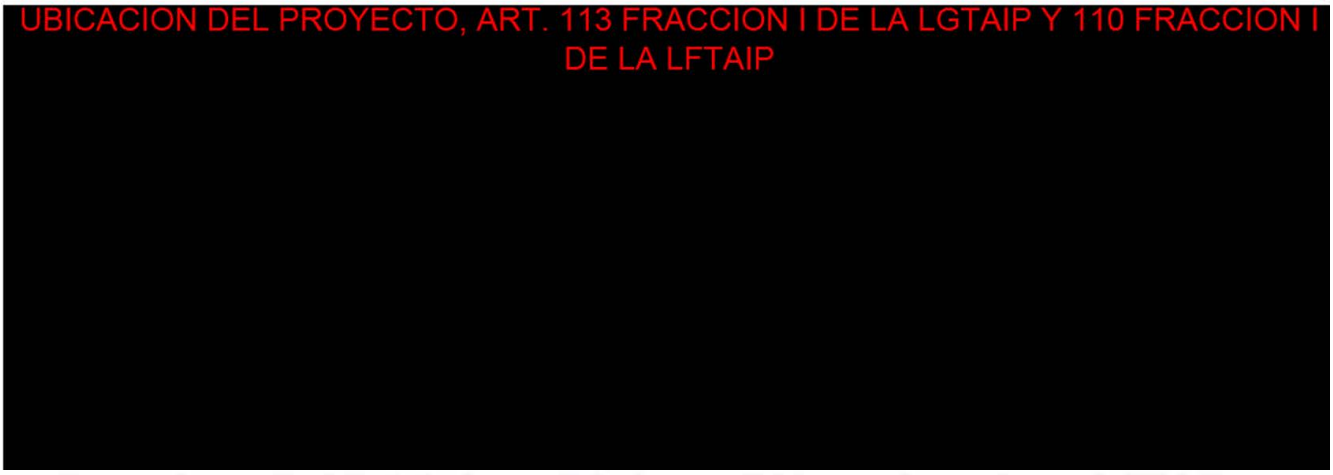
Al interior del Sistema Ambiental no existen numerosos cuerpos de agua, solamente se puede observar la presencia de 8 cuerpos de agua, de los cuales 2 son escurrimientos superficiales y 6 son depósitos de agua naturales y artificiales; además de las presas A, B y C del CAE Tuzandepetl de PEMEX Logística (Figura IV. 46). Las características de cada uno de ellos se muestran en la Tabla IV. 12.



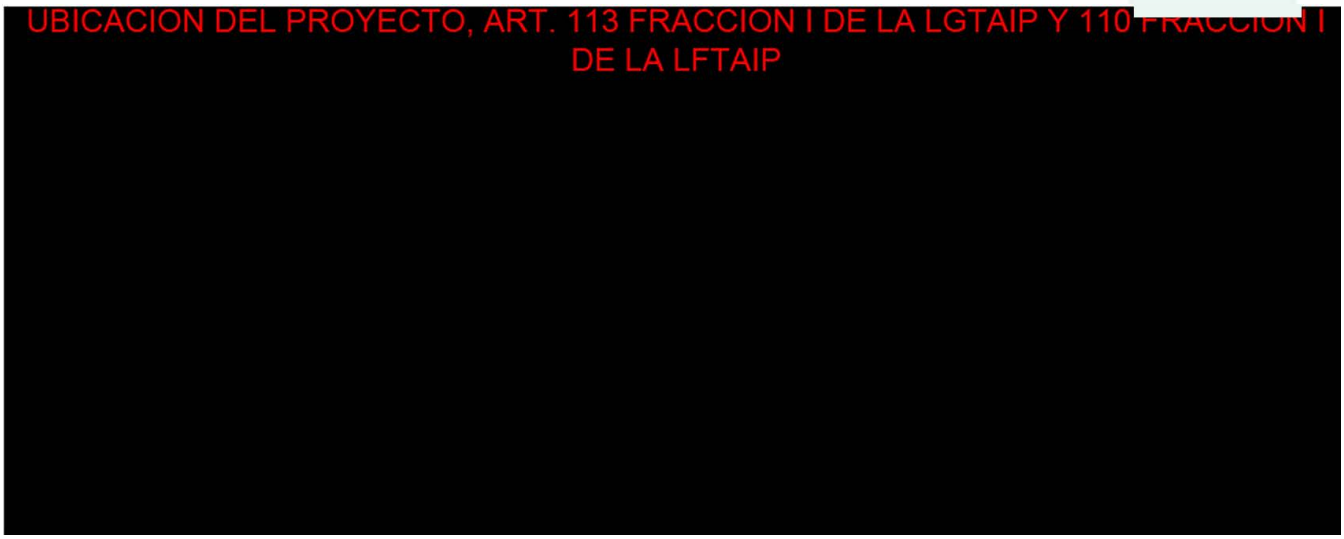




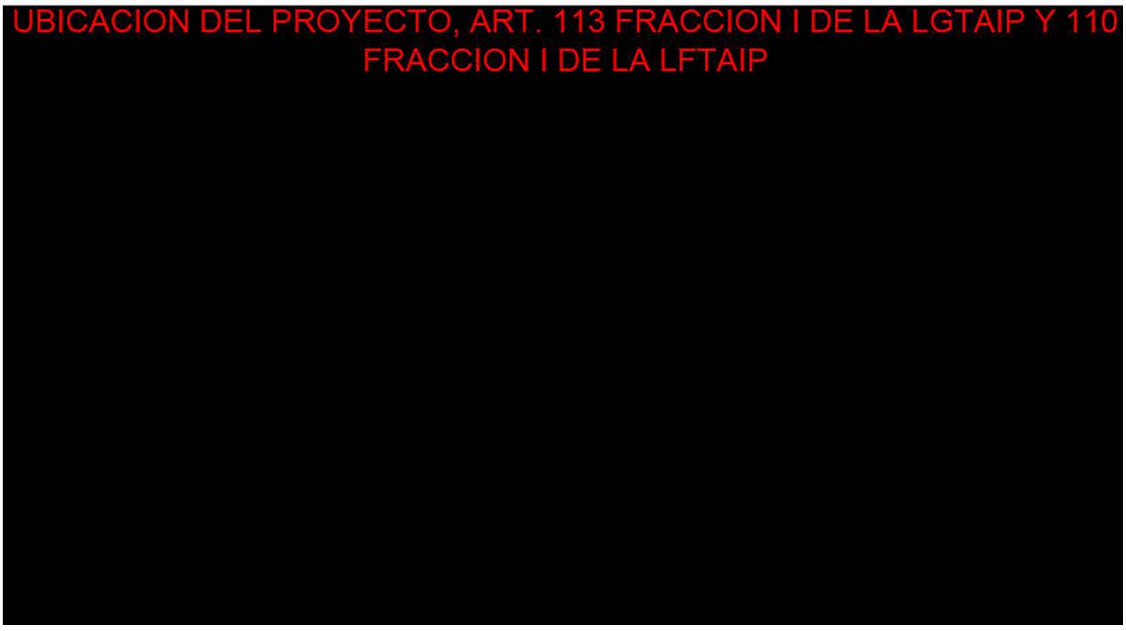
Cuerpos de agua 1 y 2. Son presas industriales que se encuentran dentro del polígono del proyecto y que fueron construidos durante la perforación del pozo Tuzandepetl 402, sin embargo, actualmente se encuentran en desuso y son utilizados por los habitantes de la zona como depósito de agua para riesgo. En las Figura IV. 47 y Figura IV. 48 se muestran los depósitos de agua rodeados de vegetación.



Cuerpos de agua 3 y 4. Se trata de escurrimientos superficiales que drenan el agua pluvial de las partes más altas de los lomeríos hacia las zonas bajas que se ubican aledañas al río Coatzacoalcos y que forman causes intermitentes únicamente en la época de lluvias. En las Figura IV. 49 y Figura IV. 50 se aprecian ambos escurrimientos de agua.



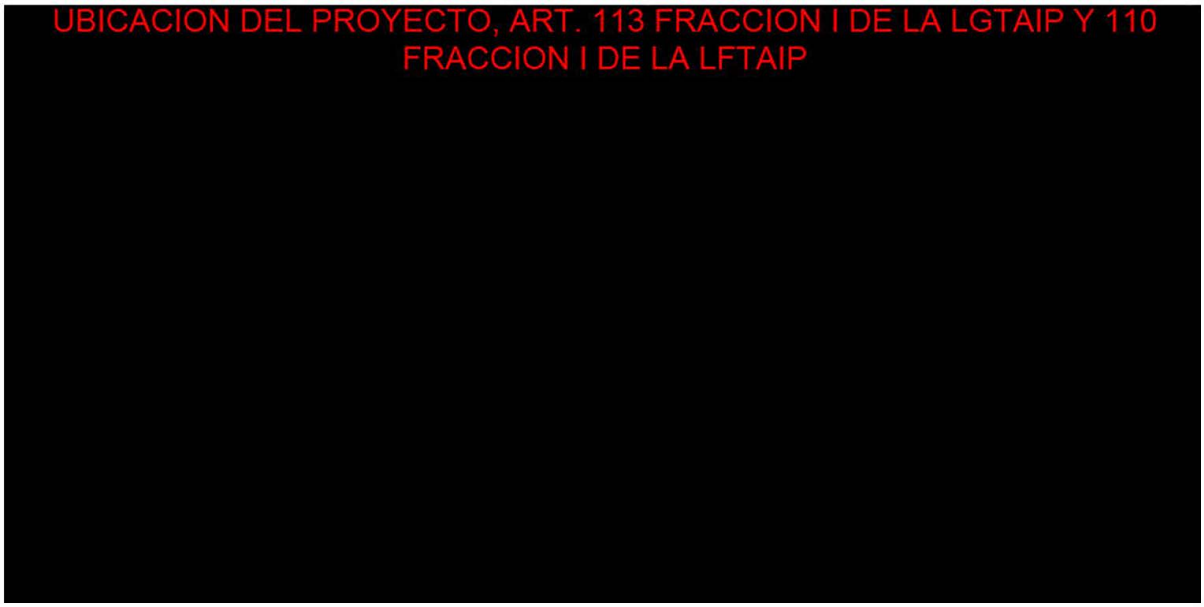
Cuerpos de agua 5 y 6. Se trata de dos cuerpos de agua naturales que por su ubicación dentro del predio perteneciente al CAE Tuzandepetl y aledañas a la Presa A de almacenamiento de salmuera no son utilizados frecuentemente. Estos pequeños embalses son depósitos de agua pluvial que escurre de las partes más altas de los lomeríos que las rodean. En la Figura IV. 51 se aprecian ambos cuerpos de agua.



Fi

Cuerpos de agua 7 y 8. Se trata de dos cuerpos artificiales para uso industrial que se encuentran dentro del Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandepetl, los cuales son utilizados como

almacenamiento de agua para la red contraincendios. En la Figura IV. 52 se aprecian ambos cuerpos de agua.



Cuerpo de agua 9, es un arroyo temporal que drena las partes altas de los lomeríos de la zona (Figura IV. 53), se une a otro arroyo temporal que trae agua superficial desde las ciudades de Nanchital e Ixhuatlan del Sureste, Veracruz y ambos desembocan directamente al río Coatzacoalcos. Debido a que presenta un tirante de agua intermitentemente, este no es ocupado por la población para el abastecimiento, sin embargo, su cauce no ha sido obstruido debido a que ayuda a desalojar el exceso de agua de las parcelas.



Figura IV. 53. Cuerpo de agua dentro del SA identificado como No. 9.

Cuerpo de agua 10, se trata de un cuerpo de agua que es un arroyo natural que drena el agua de las precipitaciones pluviales de las partes más altas y también recoge descargas de aguas negras de la ciudad de Ixhuatlan del Sureste, Veracruz, transita por dos puntos del SA y atraviesa la carretera federal Coatzacoalcos - Villahermosa y desemboca en el río Coatzacoalcos.



Figura IV. 54. Cuerpo de agua dentro del SA identificado como No. 10.

Cuerpos de agua 11. Se trata del río Coatzacoalcos que colinda en dos puntos con el SA, el cual nace en el estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a una altura de 2,000 m; tras recorrer unos 37 km hacia el noroeste cambia su dirección hacia el oeste y la conserva hasta Santa María Chimalapa. Aguas abajo abajo de este poblado continúa hacia el norte a través de un cauce muy sinuoso y a la altura de Suchiapa, Veracruz adquiere una dirección NNE que conserva hasta su desembocadura en la Barra de Coatzacoalcos, junto a la ciudad de este nombre. Estos cuatro tramos del río

Coatzacoalcos tienen las siguientes características: el primero corresponde a una zona montañosa de topografía muy accidentada donde recibe numerosos afluentes por ambas márgenes; en esa zona poco poblada y comunicada, el río no tiene ningún nombre específico. En el segundo tramo, al colector general se le conoce como río del Corte, en él se atenúan ligeramente las características del tramo anterior.

A lo largo del recodo que forma el río Coatzacoalcos, en la transición del segundo y el tercer tramo, cuenta con dos afluentes por el lado izquierdo, que son el río Chichihua y la confluencia de los ríos Almolonga y Malatengo, que en general afluyen de sur a norte en sentido convergente y acaban por construir una sola corriente que entra al colector general a unos 30 km aguas abajo de Santa María Chimalapa. Aguas abajo de esta confluencia el colector recibe por la margen izquierda al río Sarabia, que nace en el cerro Lechiguri a 2,158 m de altitud.

Al iniciar el cuarto tramo, el río Coatzacoalcos recibe por su margen izquierda un afluente de mucha importancia llamado Jaltepec, que viene desde la Sierra Madre de Oaxaca. La confluencia antes mencionada se encuentra a 120 m de altitud, lo cual significa que a partir de este punto el cauce se vuelve divergente formando meandros, lagunas y esteros, e incluso tiene un doble cauce a la altura de Hidalgotitlán, Veracruz. El río Coatzacoalcos después de Hidalgotitlán recibe otros afluentes importantes por su margen derecha.

El primero es el Solosúchil, que también nace en Oaxaca, fluye hacia el norte recibiendo al río Chalchiapa por su margen izquierda. Otro afluente es el Cuachapa, que nace en el estado de Veracruz, fluye de sur a norte y en su origen se llama río Juanes; se une al río Coatzacoalcos 5 km aguas arriba de la ciudad de Minatitlán. El último afluente importante que recibe por la margen derecha es el Uxpanapan, que se une al cauce principal 5 km aguas abajo de Minatitlán, ciudad que se encuentra a 45 km de su desembocadura. Esta corriente nace en el estado de Oaxaca, fluye en dirección sur a norte y en su curso medio pasa por la ciudad de Nanchital.

Para tener una idea de la magnitud de estos afluentes, cabe mencionar que la longitud del Uxpanapan es de 185 km y el área drenada es de 4,803 km2. Por la izquierda, en cambio, los afluentes del Coatzacoalcos son de longitud y área de captación pequeña. Drenan terrenos casi planos de menos de 200 metros de altitud, lo cual hace que los cauces no estén bien definidos. Sólo

se menciona una corriente que se origina en la vertiente oriental de la Sierra de San Andrés Tuxtla, con el nombre de río Huazuntlán, a 1,400 m de altitud; fluye en dirección norte a sur y después circula de occidente a oriente con el nombre de río Calzadas, para unirse al Coatzacoalcos por la margen izquierda, 4 km aguas arriba de su desembocadura.

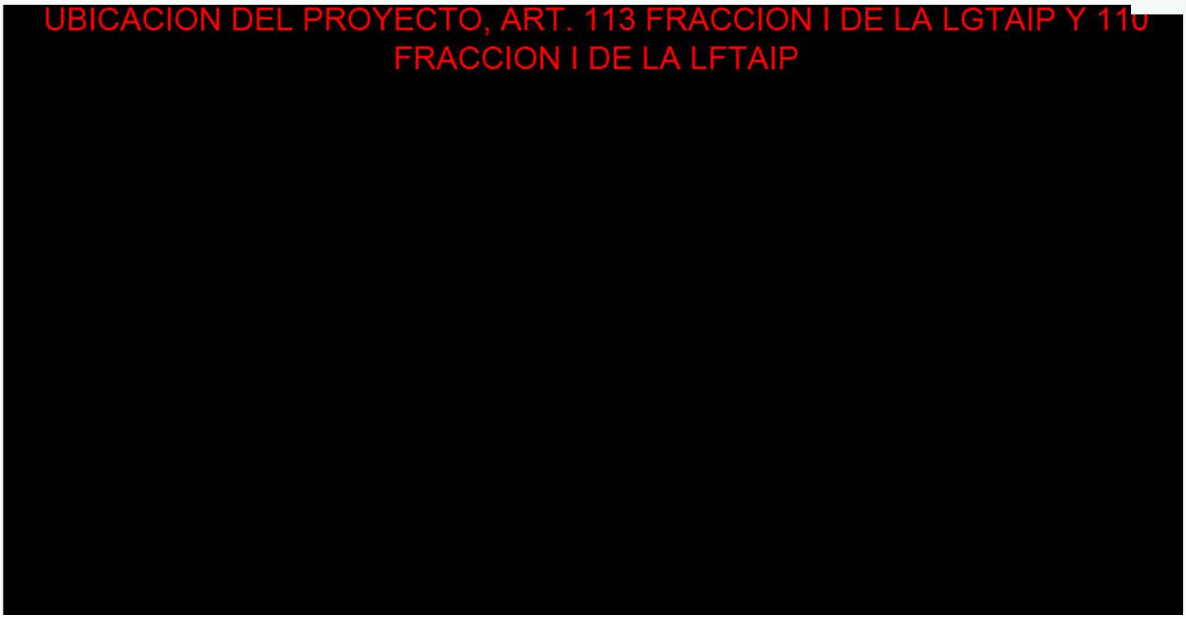
Es importante hacer notar que el río Coatzacoalcos es de los pocos que aún es navegable, en gran parte de su recorrido y en algunos afluentes, por embarcaciones medianas, y en un tramo pequeño, aguas arriba de su desembocadura, por barcos petroleros de gran calado que llegan a la laguna de Pajaritos; esto último es posible gracias a que ha sido dragado constantemente, para eliminar el azolve (Pereyra y Pérez, 2005).

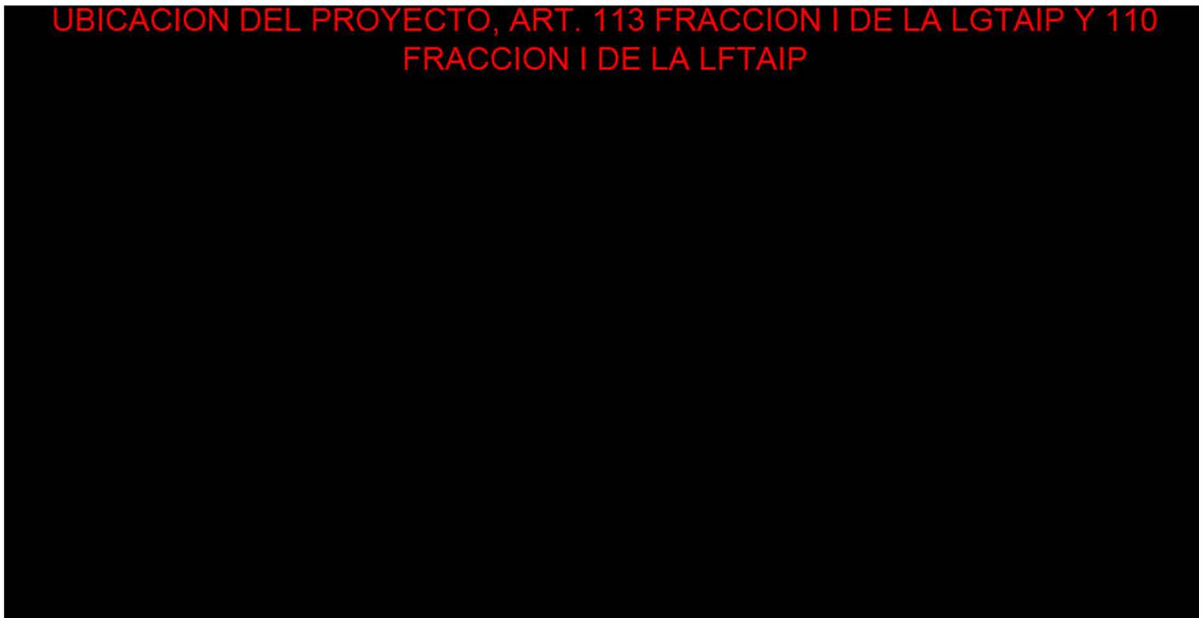
El uso actual del río Coatzacoalcos en las secciones que colindan con el SA básicamente es para la pesca para autoconsumo y para la venta en los restaurantes turísticos de la zona, sin embargo, las 6 cuencas hidrológicas que conforman la Región Hidrológica Número 29 Coatzacoalcos son una zona de reserva parcial para el abastecimiento de agua de uso doméstico y público urbano, con la finalidad de satisfacer la demanda de recursos hídricos de las poblaciones urbanas y que de acuerdo con los censos 1990, 2000 y 2010 publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como la tendencia en su crecimiento, se estimó el mismo en 1,654,098 habitantes para el año 2070, por lo que es necesario contar con volúmenes disponibles para el abastecimiento (DOF: 23/03/2018).



Figura IV. 55. Río Coatzacoalcos y puente Coatzacoalcos II cercanos al SA del proyecto.

Cuerpos de agua A, B y C (Figura IV. 56 y Figura IV. 57). Son las presas de almacenamiento de salmuera A, B y C del Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandepetl de PEMEX Logística, las cuales tienen uso industrial en el proceso de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, las cuales fueron diseñadas y construidas para contener grandes volúmenes de agua saturada con altas concentraciones de salinidad.





Parámetros fisicoquímicos.

En el presente capítulo, solo se hace referencia a los cuerpos de agua superficiales, que se encuentran dentro del SA considerado para el presente estudio, en el Anexo: Aguas Superficiales y Subterráneas, se puede observar el informe completo, donde se hace referencia a los parámetros de la red de monitoreo de la CONAGUA, para estaciones cercanas al SA, en el río Coatzacoalcos, como marco de referencia.

Presas A, B y C del CAE Tuzandepetl de PEMEX Logística:

Las presas A, B y C son cuerpos de agua artificiales, diseñados y construidos por PEMEX para las operaciones del Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandepetl, las cuales son utilizadas para almacenamiento de salmuera saturada. Las concentraciones de salinidad y conductividad eléctrica de cada una de ellas son similares y se presentan en la Tabla IV. 13.

Tabla IV. 13. Cuerpo de agua dentro del SA pertenecientes a PEMEX Logística.

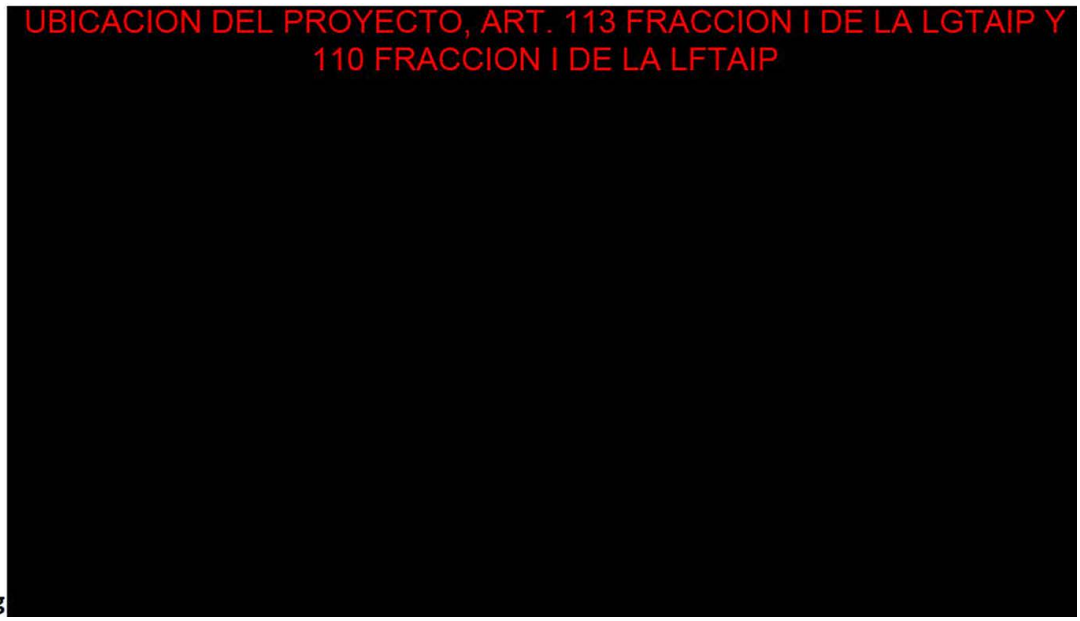
Cuerpo de Agua	Uso	Parámetros fisicoquímicos		
		Salinidad (ppm)	CE µS/cm	T °C
Presa A CAE Tuzandepetl	Industrial	300000	455000	25
Presa B CAE Tuzandepetl	Industrial	300000	455000	25
Presa C CAE Tuzandepetl	Industrial	300000	455000	25

Fuente: PEMEX, 2020

Hidrología subterránea.

El SA del proyecto se encuentra situado en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, el cual se localiza en la porción sur del Estado de Veracruz, colindando con los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco y con el Golfo de México. El acuífero abarca una superficie de 12,213.59 kilómetros cuadrados y abarca 21 municipios; comprende totalmente a los municipios de Minatitlán, Ixhuatlán del Sureste, Oteapan, Moloacan, Hidalgotitlán, Zaragoza, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Jesús Carranza, Cosoleacaque, Las Choapas, Uxpanapa y Agua Dulce y parcialmente, a los municipios de Jáltipan, Pajapan, Oluta, Coatzacoalcos, Acayucan, Chinameca, Soconusco, Sayula de Alemán y Texistepec. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro.

Los límites del acuífero están definidos por los vértices de la poligonal simplificada, cuyas coordenadas se presentan en la Figura IV. 58 y que corresponden a las incluidas en el "**ACUERDO** por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009:



Fig

Tipo de acuífero.

De manera general, el acuífero es del tipo libre y se encuentra en los materiales permeables recientes del Terciario y Cuaternario, no obstante, hacia el oeste se compone de sedimentos arenosos que están cubiertos por materiales finos, lo que le confiere semiconfinamiento.

En la porción occidental de la margen izquierda el río Coatzacoalcos, los acuíferos están constituidos en la unidad identificada como sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por formaciones aluviales. En estos sedimentos arcillosos los acuíferos funcionan como confinados y semiconfinados donde el confinamiento superior está constituido por depósitos aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario.

Niveles del agua subterránea.

La profundidad al nivel estático en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, en el año 2014, variaba desde algunos centímetros, que se registran en las riberas de los ríos Coatzacoalcos, Tonalá, Coachapa y Uxpanapa, así como en las inmediaciones de las lagunas y en la zona próxima a la costa; hasta 45 metros, aumentando gradualmente de la zona costera y de las inmediaciones de las corrientes superficiales, hacia las estribaciones de las sierras y los lomeríos que lo delimitan, conforme se asciende topográficamente. Los valores más profundos, mayores de 30 metros, se

registran en la porción central, hacia el poblado de Moloacán. En la porción sur y oriental del acuífero, comprendida entre Chichapa, Las Choapas y Agua Dulce, se registraron profundidades que variaron entre 2 y 25 metros.

La elevación del nivel estático, en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, en el año 2014, variaba entre 0 y 54 metros sobre el nivel del mar, que se incrementan desde las llanuras de inundación de los ríos Coatzacoalcos, Tonalá, Coachapa y Uxpanapa hacia los terrenos más elevados topográficamente, de manera paralela a la dirección de escurrimiento de los ríos, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad.

Las líneas equipotenciales con valores de elevación más altos, mayores de 30 metros sobre el nivel del mar, se registran en la porción occidental del acuífero, en el cuadrante suroeste de Jáltipan, así como en la zona de lomeríos ubicada en la porción oriental y disminuyen hacia el cauce de los ríos. La dirección de flujo subterráneo muestra una dirección preferencial sur-norte hacia el mar, con alimentaciones provenientes de los flancos oriental y occidental, cuyos drenes principales son los ríos Coatzacoalcos y Tonalá.

La evolución del nivel estático no registra cambios importantes en su posición en la mayor parte de su superficie, sólo presenta cambios estacionales naturales ocasionados por la alternancia de las temporadas de estiaje y lluvias. Para el periodo 2011-2014, se observaron abatimientos y recuperaciones puntuales. Se presentaron abatimientos de hasta 1.5 metros al sur de Minatitlán; de 1.2 metros en la porción noreste del acuífero, en el área de Agua Dulce y hasta de 3 metros al oeste de la desembocadura del Río Coatzacoalcos.

Los valores más altos de recuperación, de hasta 3.76 metros, se registraron en la región occidental, hacia Jáltipan. En las inmediaciones de los poblados Ixhuatlán cercano al área de SA y Cuichapa ha habido una recuperación cercana al metro, mientras que en la Localidad de Moloacán, el nivel freático ha sufrido un descenso de 2 metros. La configuración de la elevación del nivel estático no demuestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos.

El volumen de extracción es muy inferior a la recarga. Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no registran cambios importantes en su posición, las descargas naturales establecen condiciones de equilibrio hidrogeológico.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos.

De acuerdo con la información de la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, existen 12,560 aprovechamientos, de los cuales 12,371 son norias y 189 son pozos. El volumen de extracción del acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, es de 60.0 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales para uso público urbano, se destina el 60.5 por ciento de la extracción total; para uso industrial, se destina el 20.9 por ciento; para servicios, se extrae el 16.8 por ciento; para uso agrícola, se destina el 1.0 por ciento y el 0.8 por ciento, se destina para uso pecuario, acuacultura y doméstico.

Calidad del agua subterránea.

Es evidente el riesgo de contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, e industriales por la descarga de aguas residuales sin tratamiento y por la falta de sistemas de alcantarillado, así como por la presencia de basureros y gasolineras. Es importante también el riesgo latente por contaminación con hidrocarburos debido a la existencia de la infraestructura de Petróleos Mexicanos.

Así mismo, por tratarse de un acuífero costero existe el riesgo de que la explotación intensiva del agua subterránea genere conos de abatimiento que inviertan la dirección de flujo subterráneo de salida hacia el mar y se produzca el fenómeno de la intrusión marina, con la consecuente salinización del agua subterránea.

Balance de agua subterránea.

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, es de 172.2 millones de metros cúbicos anuales. Las descargas naturales del acuífero son de 112.2 millones de metros cúbicos anuales, integradas por evapotranspiración, salidas subterráneas y flujo base. La extracción del acuífero a través de las captaciones de agua subterránea es de 60 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento se considera nulo.

Disponibilidad media anual de agua subterránea.

La disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, mediante el cual de determino que la disponibilidad media anual en el acuífero presenta una recarga total media anual de 172.2 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 9.7 millones de metros cúbicos anuales, y un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 49.353493 millones de metros cúbicos anuales, resultando una

disponibilidad media anual de agua subterránea de 113.146507 millones de metros cúbicos anuales, tal como se indica en la Tabla IV. 14.

Tabla IV. 14. Acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012.

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTEX	DAS	DÉFICIT
3012	Costera de Coatzacoalcos	Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
		172.10	9.70	49.35	60.00	113.14	0.00

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones, en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, en el Estado de Veracruz.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 162.5 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

Riesgo de sobrexplotación.

En el acuífero la extracción es de 60.0 millones de metros cúbicos anuales, la descarga natural comprometida es de 9.7 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 172.2 millones de metros cúbicos anuales.

El acuífero tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada, para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. El incremento de las actividades socioeconómicas y de la población, exigirá cada vez mayor demanda de agua para cubrir las necesidades básicas de los habitantes e impulsar las actividades económicas en la región, por lo que ante un posible aumento en la demanda en los volúmenes de agua extraídos, se corre el riesgo de que la extracción de agua se incremente y rebase el volumen máximo que puede extraerse para mantener en condiciones sustentables al acuífero, generando la sobreexplotación del mismo y la desaparición o disminución de los manantiales, del caudal base hacia los ríos, la evapotranspiración y la descarga al mar, lo que puede provocar la intrusión marina, situación que pone en peligro el equilibrio del acuífero, la

sustentabilidad ambiental y el abastecimiento para los habitantes de la región, que pudiera llegar a afectar las actividades productivas que dependen del agua subterránea.

En caso de que en el futuro se establezcan en la superficie del acuífero grupos con ambiciosos proyectos agrícolas o industriales y de otras actividades productivas que requieran gran cantidad de agua, como ha ocurrido en otras regiones, que demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del acuífero.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la sobreexplotación, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, del caudal base, salidas subterráneas y evapotranspiración, con la consecuente afectación a los ecosistemas, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua subterránea.

En el acuífero es evidente el riesgo de contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, e industriales por la descarga de aguas residuales sin tratamiento y por la falta de sistemas de alcantarillado, así como por la presencia de basureros y gasolineras. Es importante también el riesgo latente por contaminación con hidrocarburos debido a la existencia de la infraestructura de Petróleos Mexicanos.

Adicionalmente, al ser un acuífero costero, existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona cercana al litoral y próxima a la interfase salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales, que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las zonas de agua dulce, lo que provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore en zonas que actualmente cuentan con agua dulce,

hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y el desarrollo económico de la región.

IV.2.2. Aspectos Bióticos.

En este apartado, se describe cada uno de los aspectos biológicos (flora y fauna) que caracteriza al Sistema Ambiental (SA), así como el área donde se ubicará el proyecto, en el Anexo: Caracterización del Componente Biótico del Sistema Ambiental, se puede consultar de manera detallada el trabajo desarrollado para este nuumeral.

El estudio se realizó por taxón, considerando la trayectoria de desplazamiento, representatividad dentro de los sitios y su participación en la dinámica ecológica, esto permite definir aspectos necesarios para la posterior medición de posibles repercusiones del proyecto en lo que corresponde a la fauna.

El análisis de los componentes bióticos, yendo de lo general a lo particular; es decir, iniciando la descripción de los aspectos bióticos del SA y posteriormente del área donde se ubicará el proyecto.

IV.2.2.1. Vegetación.

Vegetación en el Estado de Veracruz.

El estado de Veracruz es una de las entidades que presentan más diversidad de ecosistemas, lo que en consecuencia lo coloca entre los estados más ricos en plantas vasculares, después de Chiapas y Oaxaca (Rzedowski, 1991; 1993; Castillo-Campos *et al.*, 2005). Esta alta diversidad de flora registrada se debe a que se encuentra en la transición entre las regiones Neártica - Neotrópical (Benítez-Badillo *et al.*, 2010; Rodríguez-Macedo *et al.*, 2014).

Sin embargo, el crecimiento económico del estado ha provocado un aumento de la frontera agrícola, que ha transformado los ecosistemas naturales de selvas y bosques en pastizales y vegetación secundaria. Como indica Castillo-Campos (2011), de las 7,855 especies de flora registradas el 50% son herbáceas, probablemente esto sea un indicador del nivel alto de perturbación de los ecosistemas del estado.

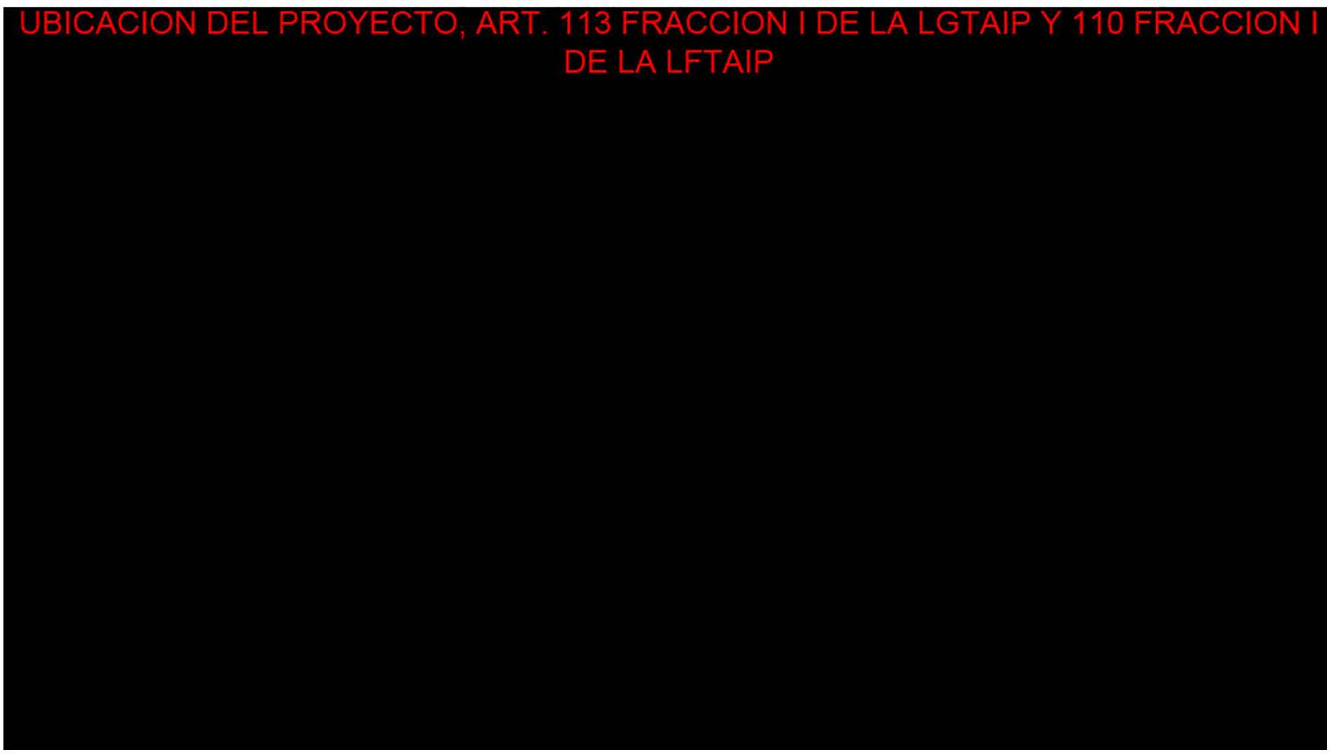
Los ecosistemas dominantes en Veracruz eran principalmente de bosques tropicales y bosques templados por lo que, a pesar de su transformación las especies representativas pueden quedar como representantes de esos ecosistemas. Lo que da gran relevancia a los relictos de vegetación

que alberguen especies que ahora se encuentran protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2011).

Caracterización de los componentes de flora.

La caracterización de los componentes de flora, depende de los componentes ecológicos donde estos se distribuyen, por lo que fue necesario delimitar el área de influencia con relación a las dimensiones del proyecto.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Cuenca del Río Coatzacoalco (Gobierno del estado de Veracruz, 2008); el SA y área del proyecto se encuentra ubicado dentro de dos Unidades Gestión Ambiental (UGA). De las 991.52 ha que conforman el SA, 775.71 ha corresponde a la UGA 7, la cual está clasificada como aprovechamiento industrial, mientras que las 215.81 ha restante está ubicada en la UGA 6 la cual está clasificada como conservación, pecuaria. El 96.32 % del área del proyecto esta asentada en la UGA 7 y 3.67 % en la UGA 6 (Figura IV. 59).

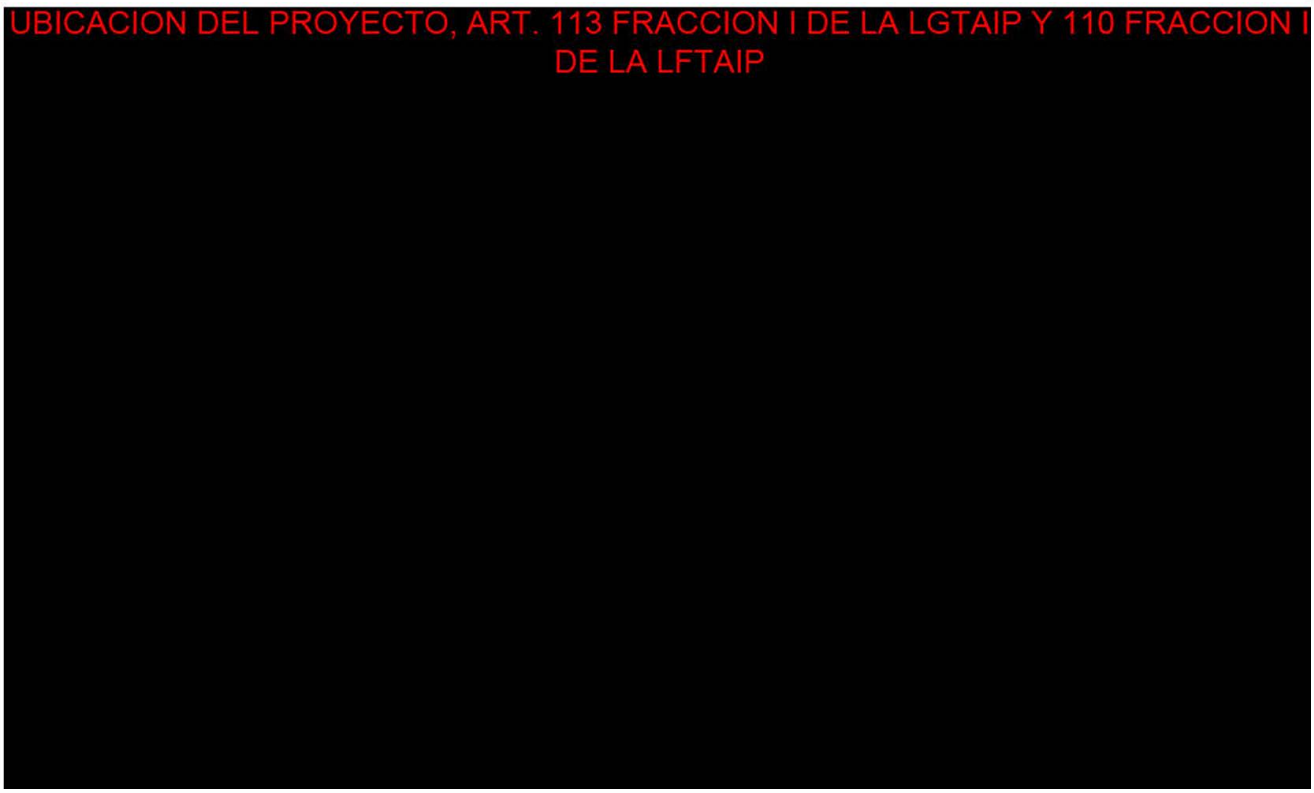


El análisis de los componentes florísticos estuvo basado en consideración de factores limitantes como sitios de relevancia, programas de ordenamiento ecológicos cuenca Coatzacoalcos, límites

naturales de distribución de la vegetación y estructuras físicas artificiales municipales, que en conjunto delimitan la cuenca río Coatzacoalcos.

IV.2.2.1.1. Descripción de uso de suelo y vegetación base INEGI (2016).

De acuerdo con los datos de la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI del INEGI (2016); el SA se encuentra caracterizado por cinco tipos principales de vegetación y/o uso de suelo; Manglar, Pastizal cultivado, Tular, Urbano construido y Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Mientras que el área del proyecto se encuentra conformada solo con pastizal cultivado (Figura IV. 60).



A continuación, se describe la vegetación antes mencionada:

Manglar. Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser sub arbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar desde 1 hasta 30 metros. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros. Además, se encuentran en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes

bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas (INEGI, 2012).

Pastizal cultivado. Cubierta herbácea dominada por gramíneas introducidas en una región, en donde se realizan labores de cultivo y manejo con fines de aprovechamiento pecuario extensivo. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero (INEGI, 2009; 2014).

Tular. Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5 m de altura.

Urbano construido. Es el establecimiento de un conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando los elementos naturales y las obras materiales que la integran (INEGI, 2014).

Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. También llamada "acahuales", presentan una distribución heterogénea (INEGI, 2012).

La carta de Uso de suelo y Vegetación INEGI serie VI (INEGI, 2016), indica que la vegetación predominante dentro del SA es el pastizal cultivado con una superficie de 855.52 Ha (86.28%), seguido por el Tular con 60.31 Ha (6.08%) (Tabla IV. 15).

Tabla IV. 15. Superficie de ocupación por tipo de vegetación y/o uso de suelo en el SA.

Tipo de vegetación	Superficie en Ha	Ocupación %
Manglar	28.92	2.92
Pastizal cultivado	855.52	86.28

Tular	60.31	6.09
Urbano construido	45.83	4.62
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.92	0.09
Total	991.52	100

IV.2.2.1.2. Sistema Ambiental.

El análisis de la vegetación realizado por medio de visitas a las principales comunidades vegetales en el SA, permitió conocer su estructura, composición y niveles de organización, así mismo su taxonomía, riqueza y distribución de especies. Además, de tener un panorama general del comportamiento del ecosistema. El área estudiada se caracteriza por presentar un mosaico de vegetación mayormente impactado, con ciertas áreas de comunidades vegetales conservadas como se resume en la Tabla IV. 16.

Tabla IV. 16. Tipos de vegetación identificados y asociados en el SA.

Tipo de Vegetación asociado	Tipo de vegetación identificado
Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	Otro tipo de vegetación en estado avanzado de sucesión (mayor a 16 años de edad).
	Otro tipo de vegetación en estadío joven (menor de 16 años de edad).
Vegetación halófila - hidrófita	Popal
	Popal-Tular
	Tular
	Tular-Popal
	Hidrófilas flotantes
Bosque perennifolio ripario	Vegetación riparia
Cultivos agrícolas de temporal	Maíz
	Yuca
	Plátano
Agrosistemas	Pastizal cultivado
	Pastizal inducido
	Pastizal natural

<u>Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.</u> Este tipo de vegetación se caracterizó por presentar una composición florística muy heterogénea y de rápido crecimiento con especies de maderas semiduras, maderas blandas y semiblandas típicas de ambientes en recuperación. Las especies más comunes observadas fueron; guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cola de pava (*Cupania dentata Poir*), gusano (*Lonchocarpus salvadorensis Pittier* (Sw.) DC), hoja de lata (*Miconia argentea*

(Sw.) DC), así como especies de herbáceas; navajuela (*Cyperus sp*), hoja de araña (*Acalypha arvensis Poep*), diente de león (*Taraxacum sp*) por mencionar solo algunas.

En lo que refiere otro tipo de vegetación (selva tropical) en estado avanzado de sucesión (mayor a 16 años), las especies presentes son de mayor diámetro y altura como *Adelia barbinervis Schltr. & Cham*, *Trophis racemosa (L.) Urb*, *Pithecellobium sp*, *Sapindus saponaria L.*, *Cupania dentata Poir*, *Cordia megalantha S. F. Blake*, *Randia aculeata L.* y *Nectandra sp*. Mientras que, para los de estadío joven (menor de 16 años) las especies representativas fueron *Hamelia patens Jacq*, *Bahuinia divaricata L. Guazuma ulmifolia Lam*. especie pionera de áreas en sucesión indicadora de una alta humedad en el suelo y de maderas blanda.

La diversidad de especies de árboles en este ambiente es pobre en comparación con otros reductos de selvas tropicales, ya que por la constante extracción selectiva de especies maderables que la población aprovecha para diversos usos (trojas, leña, casas, venta, etc.), ha llevado al aislamiento de pequeños islotes que le dan al sitio un tono de arbóreo con la salvedad de pocas especies y pocos individuos.

Vegetación halófila-hidrófita. Por las características fisiográficas que predominan dentro de la SA y la cercanía con el río Coatzacoalcos, este tipo de vegetación es muy frecuente de observar formando grandes extensiones de vegetación flotante, o en algunos casos, pequeños manchones asociados con la vegetación terrestre circundante de la zona. Cabe señalar, que este tipo de vegetación en particular presenta épocas durante el año de mayor auge (época de lluvia). Sin embargo, durante la época de seca o estiaje llegar incluso a desaparecer dando paso al establecimiento de otro tipo de vegetación, que al igual que esta, son de temporal.

Dentro de la SA se identificaron dos subtipos principales de vegetación halófila-hidrófita, que por sus características fisiológicas y formas de vida son fáciles de identificar:

Vegetación hidrofita flotante. En este grupo se incluyen aquellas especies de plantas que flotan en la superficie, arraigadas al fondo o bien desprovista por completo de órganos de fijación. Estas especies pueden vivir tanto en agua dulce, como en moderadamente salobres, y prefieren sitios tranquilos no afectados por corrientes o con corriente lenta. Dentro de las especies observadas se

encuentran el jacinto (*Eichornia crassipes*), oreja de ratón (*Lemna minor*), hoja de sol (*Nymphaea amplia, N. odorata*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), entre otras.

Vegetación hidrofita subacuatica o sumergida. Comprende aquellas especies vegetales arraigados o sin fijarse al sustrato, pero que se mantienen normalmente por debajo de la superficie del agua. En su mayoría son plantas de agua dulce o ligeramente salobres; aunque puede haber excepciones. Este tipo de vegetación se caracterizó por su asociación, sobre los perímetros y zona céntrica de diversas áreas inundadas. Dentro de las especies identificadas están el sargazo (*Cerathophyllum demersum*), platanillo (*Heliconia latispatha*) y el popote (*Pontederia lanceolada* Nutt.).

De las especies con mayor dominancia y distribución, se encuentra el espadañal (*Typha latifolia*) y el popal (*Thalia geniculata* L.), estas se caracterizan por ser especies monodominante, ya que donde se desarrollan impiden el crecimiento de otras especies de plantas sumergidas. Estas especies son estrictamente de zonas inundables, por lo que su clasificación es: hierbas acuáticas enraizadas emergentes.

Plantaciones o cultivos. Los suelos que caracterizan a la región Olmeca presentan propiedades físico-químicas estables, buena porosidad y contenido altos de nutrientes (K,N,F,P, etc) que permiten el establecimiento de cultivos agrícolas de temporal como el maíz, sorgo, plátano, etc., y cultivos agrícolas perennes como naranja, limón, mango, etc.

Los cultivos agrícolas de temporal son de los de mayor extensión dentro del SA, es cultivo de maíz de los más representativos. Las zonas itinerantes de cultivo son características de observar en el SA, ya que, dependiendo del periodo de cosecha del cultivo, los terrenos permanecen en estado de reposo y recuperación y desprovistos de vegetación hasta la siguiente siembra. Sin embargo, dado el tiempo extenso de espera de las zonas cultivadas para su recuperación, muchos productores optan por la remoción de vegetación nueva en otras áreas, reduciendo así los espacios naturales de vegetación y aquellas en estadios avanzados de sucesión.

Bosque perennifolio ripario. Dentro del SA existen diversos cuerpos de aguas de tipo lenticos (drenes) y loticos (extensiones del río Coatzacoalcos), en cuyos márgenes es común observar asociaciones vegetales de tipo ripario. Estas asociaciones se observaron formando una sola línea arbolada o formando masas compactas de algunos metros de ancho en dependencia de la

pendiente del cuerpo de agua. De las especies que predominan en este tipo de ambientes se encuentran principalmente algunos árboles como el guatope o chelele (*Inga sp*), sauce (*Salix humboldtiana*), zapote de agua (*Pachira aquatica*) y amate (*Ficus sp*).

Agrosistemas. El establecimiento de zonas para el desarrollo de actividades pecuarias ha dado lugar a la expansión de zonas de cultivo de diversas especies de pastos empleados principalmente para forraje. Las especies más comunes observadas dentro del SA fueron: pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), zacate remolino (*Paspalum notatum Flugg*) y el pasto camalote (*Paspalum fasciculatum L.*). Estos agrosistemas se complementan, además, por el uso de algunas especies de árboles de leño blando como el palo mulato (*Bursera simaruba*), cocite (*Gliricidia sepium*) y guazimo (*Guazuma ulmifolia*) los cuales, por su forma de propagación por medio de estacas o estolones y rápido crecimiento, son empleados como cercos vivos.

Caracterización de la vegetación.

Se realizó a través de la generación de información en campo, mediante el empleo de sistemas de muestreos acorde al tipo de vegetación identificado. Por lo cual, se determinó los siguientes métodos.

Método por cuadrantes.

El estudio cuantitativo de la vegetación arbórea se realizó mediante el método por cuadrantes de acuerdo con Cox (1981), durante las fechas del 20-jul-2020 al 07-ago-2020. Se levantaron un total de 16 unidades de muestreo -cuadrantes- con área de cobertura de 0.1 ha (20 X 50 m) distribuidos de manera aleatoria dentro del SA. Únicamente se consideraron las especies arbóreas con el sistema radicular posicionado dentro de los límites de cada cuadrante, en caso contrario fueron descartados. Dentro de los datos recabados se consideró la identidad taxonómica de cada ejemplar, así, como la altura total y el diámetro a la altura del pecho (DAP 130 cm).

Para los estratos arbustivo y herbáceo (sotobosque) se emplearon cuadrantes de tamaños variables. Para las especies arbustivas, la unidad de muestreo fue de 4 X 4 m (16.0 m^2) (ver Figura IV. 61), mientras que, para las herbáceas el área establecida fue de 1.0 m^2 (1 X 1m) (donde podrían ser observadas.), considerando dos unidades de muestreo por cada unidad de muestreo de vegetación arbórea. Para lo anterior resultaron 16 unidades de muestreo para el estrato arbustivo y 32 para el estrato herbáceo. Los datos de riqueza y abundancia de especies fueron integrados de manera general por sitio, para posteriormente calcular para cada estrato la densidad, frecuencia y abundancia relativa.

Para el caso especial de las especies de epifitas, estas se georreferenciaron, contabilizaron y ubicaron dentro del cuadrante de mayor superficie (estrato arbóreo), además que por su forma de vida es el único lugar donde podrían ser observadas.

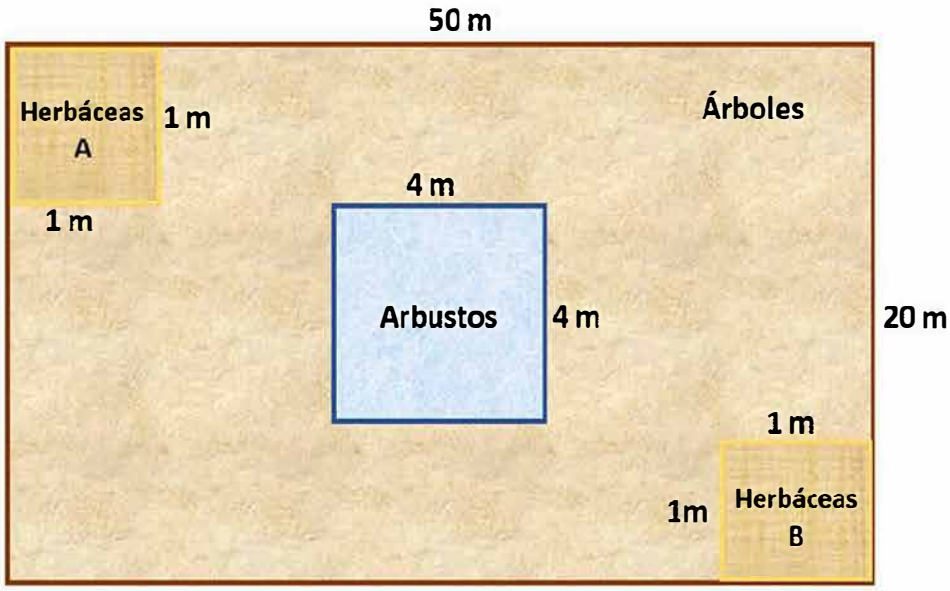
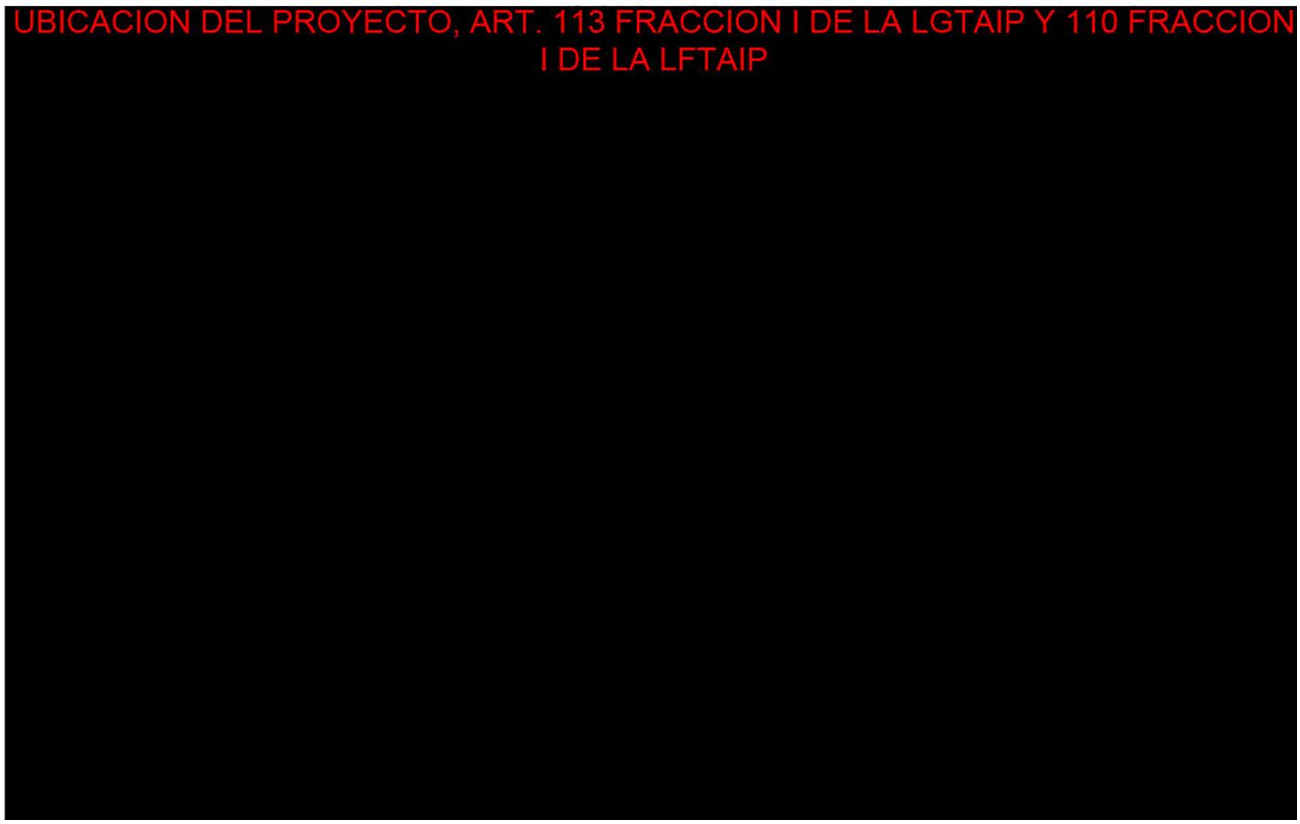
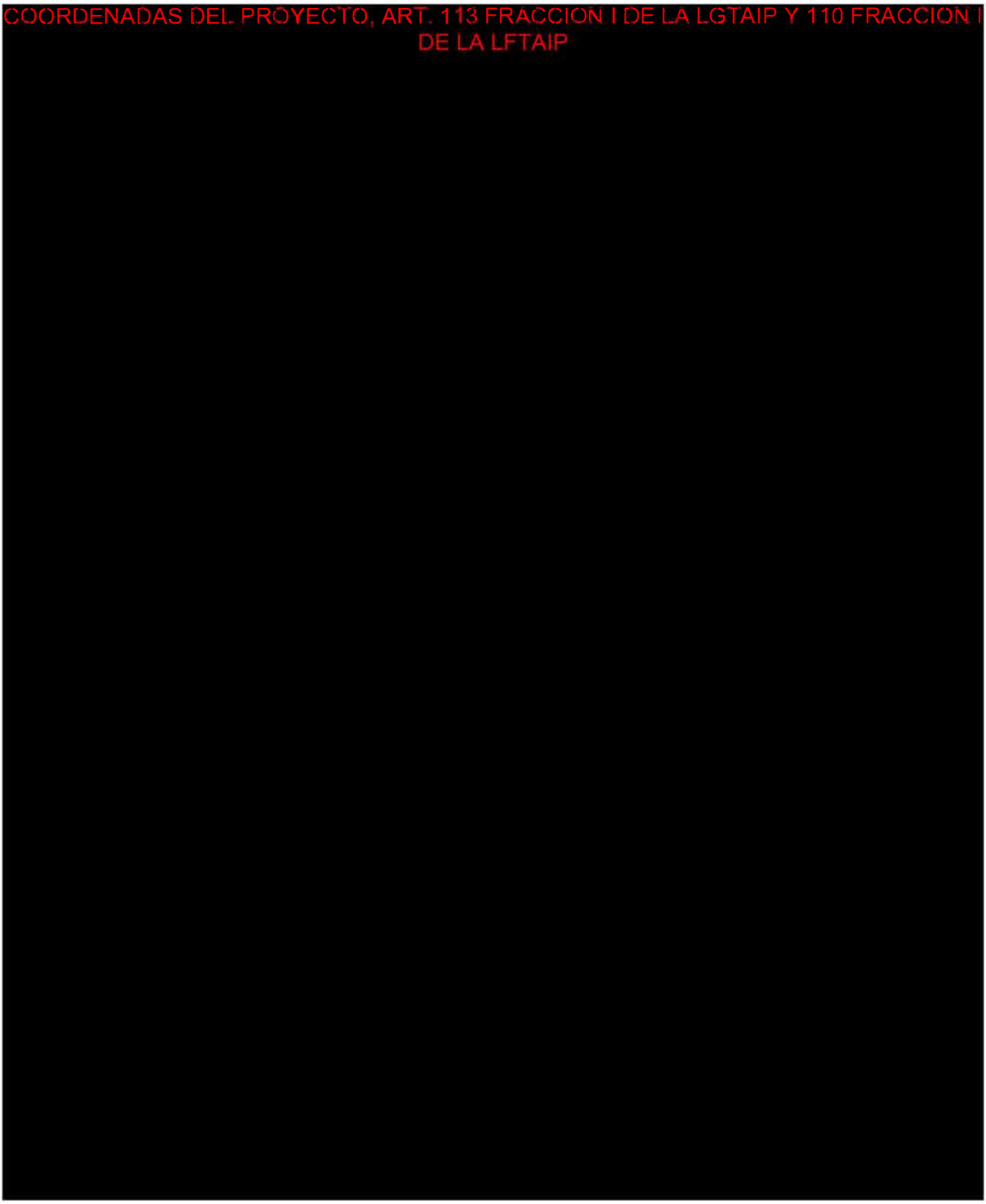


Figura IV. 61. Distribución, forma y tamaño de los cuadrantes por tipo de estrato.

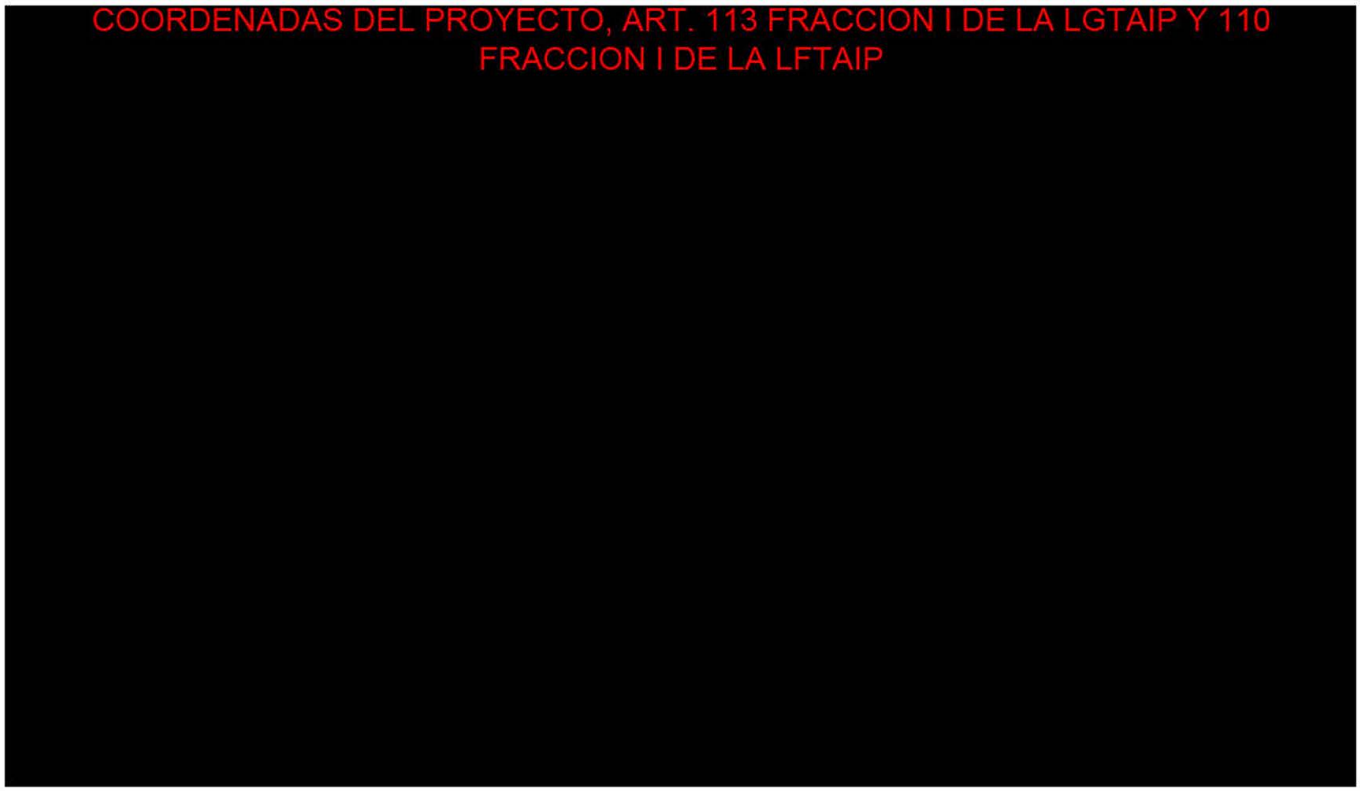
A continuación, se muestran en la Figura IV. 62 y en las Tabla IV. 17, Tabla IV. 18 la ubicación geográfica de los puntos de muestreo para la vegetación dentro del SA.



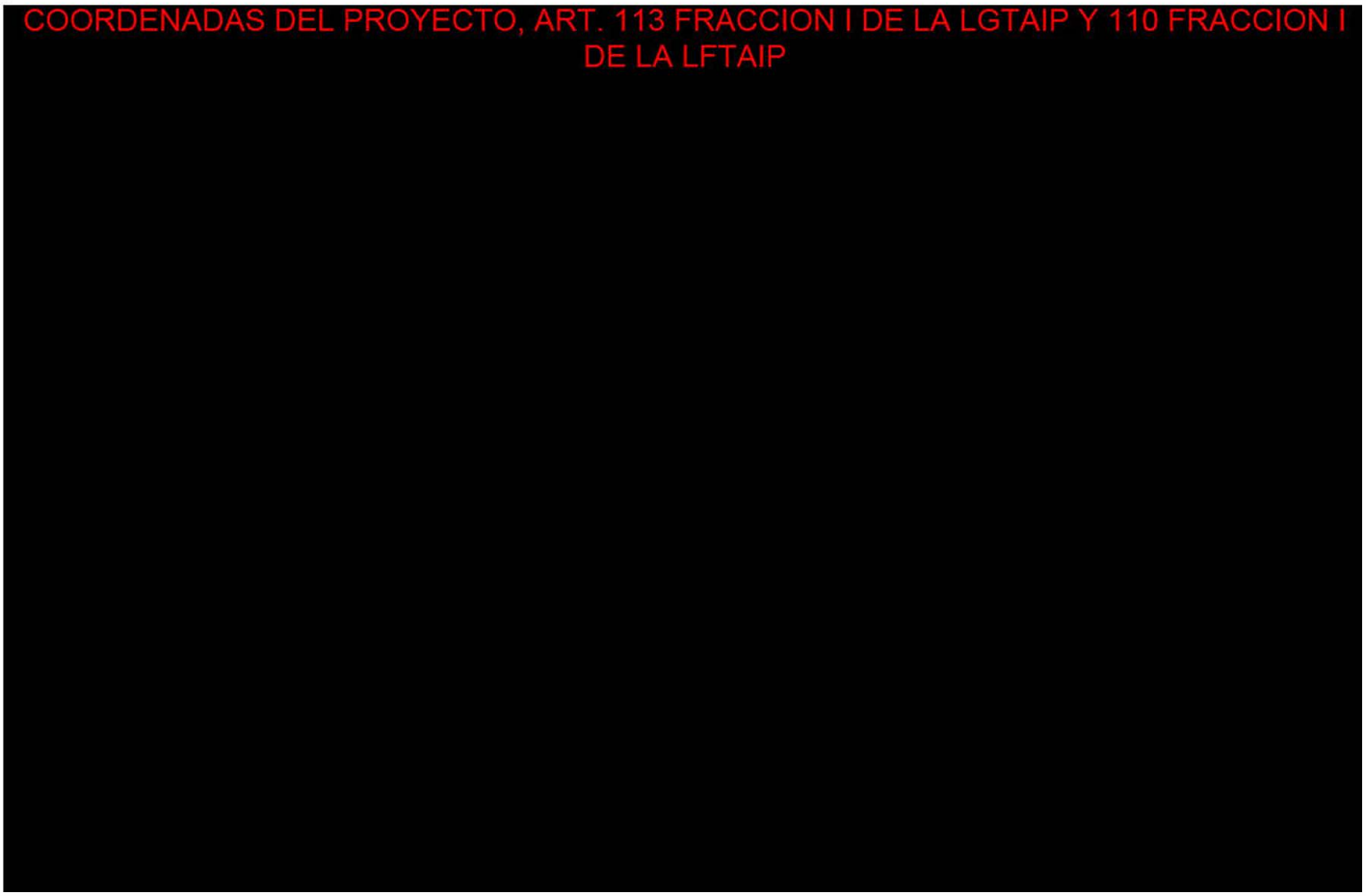
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Con la información obtenida en campo, los individuos fueron clasificados acorde a su forma vegetativa, tomando en cuenta su forma de vida para caracterizar los estratos. Dentro del SA se identificaron tres tipos principales de estratos; arbóreo, herbáceo y arbustivo, los cuales muestran de manera general la composición vegetal y las condiciones actuales de la misma.

Estrato arbóreo: Plantas perennes de tronco leñoso que se ramifica a cierta altura del suelo (mayor a 30 cm); constituye un elemento de la selva, pero en forma individual tiene una existencia limitada.

Estrato arbustivo: Plantas leñosas, por lo general menor de cinco metros de altura cuyo tallo se ramifica desde la base.

Estrato herbáceo: Presentan dos formas principales de crecimiento: Graminoides (gramíneas o plantas con apariencia similar) y Forbias (plantas herbáceas no gramíneas ni graminoides, ejemplo; tréboles, girasoles, helechos, etc.). Incluye las gramíneas (Poaceae) y graminoides (Cyperaceae, Juncaceae y formas afines), así como diferentes herbáceas hidrófilas, tanto arraigadas como flotantes.

Resultados.

El análisis de la información se realizó de manera independiente por tipo de estrato para una mejor interpretación y análisis comparativo, los cuales se describen a continuación.

Riqueza especifica por tipo de estrato.

Para determinar la riqueza, la abundancia y la diversidad de flora en el SA, se realizaron muestreos y recorridos en la vegetación arbórea predominante, siendo la vegetación de otro tipo de vegetación en estado avanzado de sucesión (selva tropical), con dos edades los más representativos de la zona. Por lo cual, los muestreos establecidos fueron suficientes para registrar las especies de los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo dentro del SA.

El estrato más representativo, fue el arbóreo con una riqueza de 61 especies y una abundancia de 1190, seguido del estrato herbáceo con una riqueza de 51 y 329 individuos. Mientras que el estrato arbustivo registró 39 especies y una abundancia de 221 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Figura IV. 63).

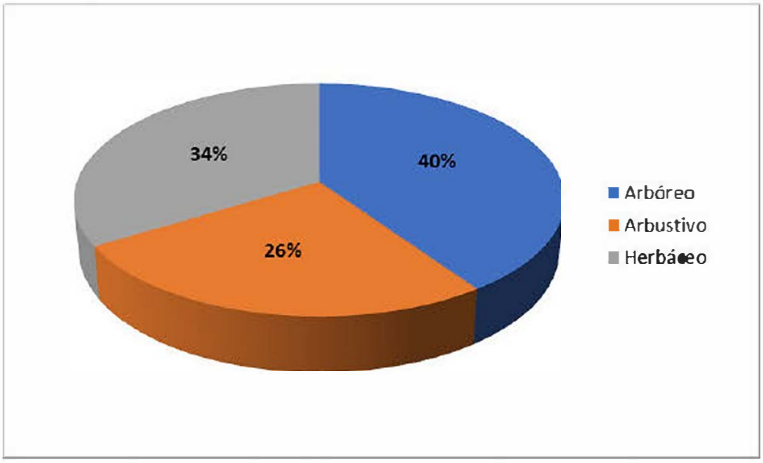


Figura IV. 63. Riqueza especifica por tipo de estrato en el SA.

Abundancia relativa (Ar) por tipo de estrato.

Estrato arbóreo.

En la Tabla IV. 19, se muestran los valores de abundancia relativa para las especies arbóreas dentro del SA. De las especies más representativas se registraron: Guácimo (*Guazuma ulmifolia Lam*), Chechen blanco (*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*), Cabeza de loro (*Phithecellobium sp*), Pata de vaca (*Bauhinia. divaricata L.*), Ramoncillo (*Trophis racemosa (L.) Urb*), Cola de pava (*Cupania dentata Poir*), y Palma de corozo (*Attalea butyracea* (*Mutis ex L.F.*) Wess. Boer.), por mencionar algunas. Estas seis especies corresponden el 50.88 % de los registros obtenidos en el SA. La alta representatividad de estas especies se debe a que son maderas duras o semiduras y son típicas de ambientes en proceso de sucesión en estadio medio o avanzado de sucesión.

Tabla IV. 19. Abundancia relativa para el estrato arbóreo en el SA.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Abarema idiopoda Pittier*	Dormilón	0.13%
2	*Acacia cornigera (L.) Willd*	Cornezuelo	0.53%
3	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	Chechen blanco	8.39%
4	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	Jicarillo	0.53%
5	*Andira galeottiana standl*	Macayo	0.80%
6	*Attalea butyraceae (Mutis ex L.f.) Wess. Boer*	Palma de corozo	3.73%
7	*Bauhinia divaricata L.*	Pata de vaca	6.26%
8	*Brosimun alicastrum Swartz*	Ramón	0.53%
9	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Mulato	1.73%
10	*Carica papaya L.*	Papayita	0.13%
11	*Castilla elastica Berg*	Hule	0.40%
12	*Cecropia peltata L.*	Guarumo	0.27%
13	*Ceiba pentandra L.*	Ceiba	0.27%
14	*Chrysophyllum mexicanum Brandegee ex Standl*	Caimitillo de montaña	0.27%
15	*Citharexylum hexangulare Greenm*	Palomillo 2	0.40%
16	*Coccoloba cozumelensis Standl*	Coccoloba	0.53%
17	*Coccoloba sp*	Coccoloba 3	0.53%
18	*Cochlospermun vitifolium (Willd.) Spreng*	Pochote	0.53%
19	*Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*	Bojon	0.27%
20	*Cordia megalantha S.F.Blake*	Candelero	3.46%
21	*Cordia stellifera I.M. Johnst*	Bojon de montaña	1.46%
22	*Crataeva tapia L.*	Coscorron	0.53%
23	*Cupania dentata Poir*	Cola de pava	4.13%
24	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch*	Hoja fresca	0.40%
25	*Eugenia acapulcensis Steud*	Escobillo	1.73%
26	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Boloconte	0.53%
27	*Ficus sp*	Ficus	0.40%
28	*Genipa americana L.*	Jague	0.53%
29	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	Melina	0.93%
30	*Guarea chichon CDC*	Chichon	0.27%
31	*Guarea glabra Vahl*	Chichon 2	0.27%
32	*Guazuma ulmifolia Lam*	Guácimo	15.45%
33	*Hamelia patens Jacq.*	Coralillo	0.67%
34	*Helicteres guazumaefolia*	Tornillo	0.67%
35	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	Jolotzin	0.93%
36	*Hevea brasiliensis Muller-Arg.*	Hule	0.13%
37	*Inga sp*	Chelele	0.53%
38	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	Gusano	3.46%
39	*Malvaviscus arboreus Cav.*	Sibil	0.13%

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
40	*Miconia argentea (Sw.) DC*	Hoja de lata	2.13%
41	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	Tronador	1.73%
42	*Nectandra sp*	Aguacatillo	0.40%
43	*Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne*	Oreopanax	0.27%
44	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	0.40%
45	*Palicourea sp*	Palicourea	0.27%
46	*Picramnia antidesma Sw.*	Pajapan	1.46%
47	*Piper sp*	Cordoncillo	1.46%
48	*Pithecellobium sp*	Cabeza de loro	7.19%
49	*Psychotria chiapensis Standl*	Labio de mujer	0.67%
50	*Randia aculeata L.*	Crucetillo	3.60%
51	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	2.00%
52	*Senna hayesiana (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby*	Senna	0.27%
53	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	Chacahuante	0.80%
54	*Spathodea campanulata Beauv.*	Tulipan africano	0.13%
55	*Spondias mombin L.*	Jobo	2.40%
56	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	Cojon de toro	2.26%
57	*Thevetia ahouai L*	Bola de venado	0.27%
58	*Trichilia havanensis Jacq*	Ramatinaja	3.20%
59	*Trophis racemosa (L.) Urb.*	Ramoncillo	5.73%
60	*Zanthoxylum sp*	Tachuelillo	0.27%
61	*Zuelania guidonea (Sw.) Britton& Millsp*	Trementino	0.27%

Estrato arbustivo.

En lo que corresponde al estrato arbustivo, las especies más representativas fueron: Escobillo (*Eugenia acapulcensis Steud*), Cordoncillo (*Piper sp*), *G. ulmifolia Lam* y Cojon de toro (*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*) Estas cuatro especies corresponden al 31.68% registros obtenidos dentro del SA (Tabla IV. 20). Todas estas especies son características de otros tipos de vegetación en estados jóvenes de sucesión (selva tropical) cuyas maderas son blandas y de poco interés para su aprovechamiento forestal, por lo que es común de encontrar dentro del SA.

Las especies arbustivas, pueden estar asociado con el grado de alteración y estadio de sucesión de los ambientes dentro del SA y en muchos de los casos por la presencia de actividades humana en los alrededores, ya que estos emplean los terrenos para el pastoreo de ganado y cuya expansión se mantiene y no permite la recuperación de estos ambientes.

Tabla IV. 20. Abundancia relativa para el estrato arbustivo en el SA.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Abarema idiopoda Pittier*	Dormilon	0.45%
2	*Acacia cornigera (L.) Willd*	Cornezuelo	1.36%
3	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	Chechen blanco	4.98%
4	*Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC*	Castarrica	1.36%
5	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	Jicarillo	1.36%
6	*Andira galeottiana standl*	Macayo	1.81%
7	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Mulato	0.90%
8	*Carica papaya L.*	Papayita	2.71%
9	*Castilla elastica*	Hule	0.45%
10	*Castilla elastica Berg*	Hule	1.36%
11	*Coccoloba cozumelensis Standl*	Coccoloba	1.36%
12	*Cordia megalantha S.F.Blake*	Candelero	1.36%
13	*Cornutia pyramidata L.*	Carreto	1.36%
14	*Cupania dentata Poir*	Cola de pava	4.08%
15	*Eugenia acapulcensis Steud*	Escobillo	9.05%
16	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Boloconte	1.36%
17	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	Melina	1.81%
18	*Guazuma ulmifolia Lam*	Guácimo	7.24%
19	*Hamelia patens Jacq.*	Coralillo	0.90%
20	*Helicteres guazumaefolia*	Tornillo	2.26%
21	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	Jolotzin	0.45%
22	*Hevea brasiliensis Muller-Arg.*	Hule	0.90%
23	*Inga sp*	Chelele	1.81%
24	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	Gusano	3.63%
25	*Malvaviscus arboreus Cav.*	Sibil	0.45%
26	*Miconia argentea (Sw.) DC*	Hoja de lata	4.98%
27	*Picramnia antidesma Sw.*	Pajapan	0.45%
28	*Piper sp*	Cordoncillo	8.60%
29	*Piscidia sp*	Gusanillo	1.36%
30	*Pithecellobium sp*	Cabeza de loro	3.63%
31	*Psychotria chiapensis Standl*	Labio de mujer	3.63%
32	*Randia aculeata L.*	Crucetillo	3.63%
33	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	1.36%
34	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	Chacahuante	0.45%
35	*Spathodea campanulata Beauv.*	Tulipan africano	0.45%
36	*Spondias mombin L.*	Jobo	2.26%
37	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	Cojon de toro	6.79%
38	*Thevetia ahouai L*	Bola de venado	2.71%
39	*Trichilia havanensis Jacq*	Ramatinaja	4.98%

Estrato herbáceo.

Las especies más representativas en el estrato herbáceo fueron Hoja de araña (*Acalypha arvensis Poep*), Camaronera (*Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven*), Navajuela (*Cyperus ochraceus Vahl*), Golondrina (*Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.*) y Navajuela hoja ancha (*Cyperus sp*) (Tabla IV. 21). Estas cinco especies corresponden el 25.22% de los registros obtenidos en el SA.

La presencia de estas especies en el SA es importante, debido a que son pioneras en el proceso sucesional de ambientes alterados, estas se presentan en cantidades altas de riqueza y abundancia y permiten el establecimiento de especies mayores como son arbustos y árboles.

Tabla IV. 21. Abundancia relativa para el estrato herbáceo en el SA.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Acalypha arvensis Poep*	Hoja de araña	6.38%
2	*Aeschynomene americana*	Cadillo	1.82%
3	*Ageratum conyzoides L.*	Sereno	1.82%
4	*Calathea lutea*	Hoja de tó	0.91%
5	*Calea trichotoma Donn. Sm*	Sin nombre	2.13%
6	*Cecropia peltata L.*	Guarumo	1.52%
7	*Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.*	Golondrina	4.56%
8	*Cissus sicyoides L*	Cola de rata	1.52%
9	*Citharexylum hexangulare Greenm*	Palomillo	1.52%
10	*Cydista aequinoctialis (L.) Miers*	Bejuco de ajo	0.61%
11	*Cyperus ochraceus Vahl*	Navajuela	4.86%
12	*Cyperus odoratus L.*	Tuxpata	1.52%
13	*Cyperus sp*	Navajuela hoja ancha	4.25%
14	*Desmodium canum*	Cadillo	1.52%
15	*Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler*	Zacate peinesillo	2.13%
16	*Erechtitis hieraciifolius (L.) Raf. ex DC*	Bub-xiu	2.43%
17	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Escobillo	1.82%
18	*Euphorbia hypericifolia*	Golondrina	1.22%
19	*Fuirena simplex*	Camalote	1.82%
20	*Guazuma ulmifolia Lam*	Guácimo	2.43%
21	*Hamelia patens Jacq.*	Coralillo	3.04%
22	*Heliconia latispatha*	Platanillo	1.52%
23	*Ipomoea purpurea (L.) Roth*	Rompe plato	2.13%
24	*Lantana camara*	Cinco negritos	1.52%
25	*Leonites sp*	Bola de rey	1.82%
26	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	Gusano	1.52%
27	*Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven*	Camaronera	5.17%
28	*Melochia pyramidata L.*	Malvavisco	0.91%
29	*Melothria pendula L.*	Bejuco de sandia	1.52%
30	*Momordica charanthia L.*	Cundeamor	1.52%
31	*Mucuna priurens L. (DC)*	Canavalia	1.52%
32	*Muntingia calabura L.*	Capulin	2.13%
33	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	1.22%
34	*Panicum purpurascens*	Grama de agua	0.61%
35	*Pasiflora foetida L.*	Jujito	0.61%
36	*Paspalum conjugatum*	Grama amarga	0.61%
37	*Paspalum fasciculatum L.*	Camalote	1.22%
38	*Paspalum notatum Flüggé*	Zacate remolino	1.82%
39	*Physalis angulata L.*	Tomatillo	1.82%
40	*Pithecellobium sp*	Cabeza de loro	1.22%
41	*Polypodiaceae*	Helecho	1.52%

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
42	*Randia aculeta L.*	Crucetillo	1.22%
43	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	1.22%
44	*Scleria microcarpha kunth*	Navajuela	2.43%
45	*Senna occidentalis (L.) Link*	Hormiguera	2.43%
46	*Serjania macrocarpa Standl. & Steyerm*	Chapapul	2.13%
47	*Sida acuta Burm.*	Malva	0.91%
48	*Stigmaphyllon humboldtianum (DC.) A. Juss.*	Tamorreal	1.22%
49	*Taraxacum sp*	Diente de león	3.34%
50	*Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.*	Bejuco de parra	1.52%
51	*Zyngodium podopgyllum Schott*	Lengua de vaca	1.82%

Análisis de diversidad.

Diversidad del estrato arbóreo.

En la Tabla IV. 22, se muestran los valores del índice de diversidad por tipo de estrato. De acuerdo con el resultado obtenido para el SA con el índice de Shannon-Wiener, la diversidad representada en la zona es alta (H=3.3803). Esta alta diversidad está ligada al alto número de especies registrada en la zona. Además, estos valores se ven respaldados con el índice de equitatividad el cual nos indica la igualdad en la distribución de la abundancia; es decir, que en el área de estudio no se encuentra una o algunas especies dominando, sino que entre ellas hay una igualdad.

Entre las especies que tienen una alta representatividad en el SA son el guácimo, palma de corozo, chechén blanco, cola de pava, ramoncillo, candelero, gusano y cabeza de loro.

Tabla IV. 22. Índice de diversidad de Shannon-Weinner para el estrato arboreo en el SA.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Abarema idiopoda Pittier*	1	0.0013	-6.6214	-0.0088
2	*Acacia cornigera (L.) Willd*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
3	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	63	0.0839	-2.4783	-0.2079
4	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
5	*Andira galeottiana standl*	6	0.0080	-4.8296	-0.0386
6	*Attalea butyraceae (Mutis ex L.f.) Wess. Boer*	28	0.0373	-3.2892	-0.1226
7	*Bauhinia divaricata L.*	47	0.0626	-2.7713	-0.1734
8	*Brosimun alicastrum Swartz*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
9	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	13	0.0173	-4.0565	-0.0702
10	*Carica papaya L.*	1	0.0013	-6.6214	-0.0088
11	*Castilla elastica Berg*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
12	*Cecropia peltata L.*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
13	*Ceiba pentandra L.*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
14	*Chrysophyllum mexicanum Brandegee ex Standl*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
15	*Citharexylum hexangulare Greenm*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
16	*Coccoloba cozumelensis Standl*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
17	*Coccoloba sp*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
18	*Cochlospermun vitifolium (Willd.) Spreng*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
19	*Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
20	*Cordia megalantha S.F.Blake*	26	0.0346	-3.3633	-0.1164
21	*Cordia stellifera I.M. Johnst*	11	0.0146	-4.2235	-0.0619
22	*Crataeva tapia L.*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
23	*Cupania dentata Poir*	31	0.0413	-3.1874	-0.1316
24	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
25	*Eugenia acapulcensis Steud*	13	0.0173	-4.0565	-0.0702
26	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
27	*Ficus sp*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
28	*Genipa americana L.*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
29	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	7	0.0093	-4.6755	-0.0436
30	*Guarea chichon CDC*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
31	*Guarea glabra Vahl*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
32	*Guazuma ulmifolia Lam*	116	0.1545	-1.8678	-0.2885
33	*Hamelia patens Jacq.*	5	0.0067	-5.0120	-0.0334
34	*Helicteres guazumaefolia*	5	0.0067	-5.0120	-0.0334
35	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	7	0.0093	-4.6755	-0.0436

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
36	*Hevea brasiliensis Muller-Arg.*	1	0.0013	-6.6214	-0.0088
37	*Inga sp*	4	0.0053	-5.2351	-0.0279
38	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	26	0.0346	-3.3633	-0.1164
39	*Malvaviscus arboreus Cav.*	1	0.0013	-6.6214	-0.0088
40	*Miconia argentea (Sw.) DC*	16	0.0213	-3.8488	-0.0820
41	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	13	0.0173	-4.0565	-0.0702
42	*Nectandra sp*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
43	*Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
44	*Ormosia macrocalyx Ducke*	3	0.0040	-5.5228	-0.0221
45	*Palicourea sp*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
46	*Picramnia antidesma Sw.*	11	0.0146	-4.2235	-0.0619
47	*Piper sp*	11	0.0146	-4.2235	-0.0619
48	*Pithecellobium sp*	54	0.0719	-2.6324	-0.1893
49	*Psychotria chiapensis Standl*	5	0.0067	-5.0120	-0.0334
50	*Randia aculeata L.*	27	0.0360	-3.3256	-0.1196
51	*Sapindus saponaria L.*	15	0.0200	-3.9134	-0.0782
52	*Senna hayesiana (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
53	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	6	0.0080	-4.8296	-0.0386
54	*Spathodea campanulata Beauv.*	1	0.0013	-6.6214	-0.0088
55	*Spondias mombin L.*	18	0.0240	-3.7310	-0.0894
56	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	17	0.0226	-3.7882	-0.0858
57	*Thevetia ahouai L*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
58	*Trichilia havanensis Jacq*	24	0.0320	-3.4434	-0.1100
59	*Trophis racemosa (L.) Urb.*	43	0.0573	-2.8602	-0.1638
60	*Zanthoxylum sp*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
61	*Zuelania guidonea (Sw.) Britton& Millsp*	2	0.0027	-5.9283	-0.0158
				Diversidad	3.3803
				H´max	4.1109
				Equitatividad	0.8223

Diversidad para el estrato arbustivo.

El índice de Shannon-Wiener, muestra un valor alto de diversidad (H=3.3269) (Tabla IV. 23). Mientras que, el índice de equitatividad presenta valores cercanos a 1 (J=0.9081) lo que nos indica que la flora

presente en el SA se encuentra equilibrada y que, si hay alguna especie dominando, esta no influye a nivel de toda la comunidad lo cual permite tener una igualdad de la distribución de la abundancia.

De las 39 especies de arbustos reportada en el SA las especies mejor representada son: Chechen blanco, Cordoncillo, Guácimo, Cojon de toro, Escobillo, Hoja de lata, Ramatinaja.

Tabla IV. 23. Índice de diversidad Shannon-Wienner para el estrato arbustivo en el SA.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Abarema idiopoda Pittier*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
2	*Acacia cornigera (L.) Willd*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
3	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	430	0.0498	-2.9993	-0.1494
4	*Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
5	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
6	*Andira galeottiana standl*	156	0.0181	-4.0133	-0.0725
7	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	78	0.0090	-4.7064	-0.0425
8	*Carica papaya L.*	234	0.0271	-3.6078	-0.0978
9	*Castilla elastica*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
10	*Castilla elastica Berg*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
11	*Coccoloba cozumelensis Standl*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
12	*Cordia megalantha S.F.Blake*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
13	*Cornutia pyramidata L.*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
14	*Cupania dentata Poir*	352	0.0408	-3.1995	-0.1305
15	*Eugenia acapulcensis Steud*	781	0.0905	-2.4025	-0.2174
16	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
17	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	156	0.0181	-4.0133	-0.0725
18	*Guazuma ulmifolia Lam*	625	0.0724	-2.6254	-0.1901
19	*Hamelia patens Jacq.*	78	0.0090	-4.7064	-0.0425
20	*Helicteres guazumaefolia*	195	0.0226	-3.7901	-0.0856
21	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
22	*Hevea brasiliensis Muller-Arg.*	78	0.0090	-4.7064	-0.0425
23	*Inga sp*	156	0.0181	-4.0133	-0.0725
24	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	313	0.0363	-3.3169	-0.1203
25	*Malvaviscus arboreus Cav.*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
26	*Miconia argentea (Sw.) DC*	430	0.0498	-2.9993	-0.1494
27	*Picramnia antidesma Sw.*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
28	*Piper sp*	742	0.0860	-2.4538	-0.2109
29	*Piscidia sp*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
30	*Pithecellobium sp*	313	0.0363	-3.3169	-0.1203
31	*Psychotria chiapensis Standl*	313	0.0363	-3.3169	-0.1203
32	*Randia aculeata L.*	313	0.0363	-3.3169	-0.1203
33	*Sapindus saponaria L.*	117	0.0136	-4.3009	-0.0583
34	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
35	*Spathodea campanulata Beauv.*	39	0.0045	-5.3996	-0.0244
36	*Spondias mombin L.*	195	0.0226	-3.7901	-0.0856
37	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	586	0.0679	-2.6898	-0.1826
38	*Thevetia ahouai L*	234	0.0271	-3.6078	-0.0978
39	*Trichilia havanensis Jacq*	430	0.0498	-2.9993	-0.1494
				Diversidad	3.3269
				H´max	3.6636
				Equitatividad	0.9081

Diversidad del estrato herbáceo.

Para el estrato herbáceo, la diversidad mostró un valor alto (H'= 3.7810) el cual se puede observar en laTabla IV. 24. Esta estuvo caracterizada porque la mayoría de las especies son colonizadoras de espacios impactados y en proceso de recuperación.

Por otro lado, el índice de equitatividad mostró un valor cercano a 1, con lo que se puede concluir que las especies presentes son similares y con distribución homogénea.

Tabla IV. 24. Análisis de diversidad Shannon-Wienner, para el estrato herbáceo en el SA.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Acalypha arvensis Poep*	6563	0.0638	-2.7516	-0.1756
2	*Aeschynomene americana*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
3	*Ageratum conyzoides L.*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
4	*Calathea lutea*	938	0.0091	-4.6970	-0.0428
5	*Calea trichotoma Donn. Sm*	2188	0.0213	-3.8500	-0.0819
6	*Cecropia peltata L.*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
7	*Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.*	4688	0.0456	-3.0880	-0.1408
8	*Cissus sicyoides L*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
9	*Citharexylum hexangulare Greenm*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
10	*Cydista aequinoctialis (L.) Miers*	625	0.0061	-5.1030	-0.0310
11	*Cyperus ochraceus Vahl*	5000	0.0486	-3.0236	-0.1470
12	*Cyperus odoratus L.*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
13	*Cyperus sp*	4375	0.0425	-3.1571	-0.1343
14	*Desmodium canum*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
15	*Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler*	2188	0.0213	-3.8500	-0.0819
16	*Erechtitis hieraciifolius (L.) Raf. ex DC*	2500	0.0243	-3.7167	-0.0904
17	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
18	*Euphorbia hypericifolia*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
19	*Fuirena simplex*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
20	*Guazuma ulmifolia Lam*	2500	0.0243	-3.7167	-0.0904
21	*Hamelia patens Jacq.*	3125	0.0304	-3.4936	-0.1062
22	*Heliconia latispatha*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
23	*Ipomoea purpurea (L.) Roth*	2188	0.0213	-3.8500	-0.0819
24	*Lantana camara*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
25	*Leonites sp*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
26	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
27	*Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven*	5313	0.0517	-2.9629	-0.1531
28	*Melochia pyramidata L.*	938	0.0091	-4.6970	-0.0428
29	*Melothria pendula L.*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
30	*Momordica charanthia L.*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
31	*Mucuna priurens L. (DC)*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
32	*Muntingia calabura L.*	2188	0.0213	-3.8500	-0.0819
33	*Ormosia macrocalyx Ducke*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
34	*Panicum purpurascens*	625	0.0061	-5.1030	-0.0310
35	*Pasiflora foetida L.*	625	0.0061	-5.1030	-0.0310
36	*Paspalum conjugatum*	625	0.0061	-5.1030	-0.0310
37	*Paspalum fasciculatum L.*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
38	*Paspalum notatum Flüggé*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
39	*Physalis angulata L.*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
40	*Pithecellobium sp*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
41	*Polypodiaceae*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
42	*Randia aculeta L.*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
43	*Sapindus saponaria L.*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
44	*Scleria microcarpha kunth*	2500	0.0243	-3.7167	-0.0904
45	*Senna occidentalis (L.) Link*	2500	0.0243	-3.7167	-0.0904
46	*Serjania macrocarpa Standl. & Steyerm*	2188	0.0213	-3.8500	-0.0819
47	*Sida acuta Burm.*	938	0.0091	-4.6970	-0.0428

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
48	*Stigmaphyllon humboldtianum (DC.) A. Juss.*	1250	0.0122	-4.4099	-0.0536
49	*Taraxacum sp*	3438	0.0334	-3.3981	-0.1136
50	*Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.*	1563	0.0152	-4.1864	-0.0636
51	*Zyngodium podopgyllum Schott*	1875	0.0182	-4.0044	-0.0730
				Diversidad	3.7810
				H´max	3.9318
				Equitatividad	0.9617

Es importante resaltar que los tres estratos vegetales, presentaron índices de diversidad y equitatividad altos, estos valores presentados nos indica que la comunidad de flora presenta una variabilidad de especies y que a pesar de que hubo especies dominante en los hábitats monitoreados, no influyó a nivel de toda la comunidad lo cual permite tener una igualdad de la distribución de la abundancia, por lo tanto, se pueden considerarse como comunidades en continua sucesión.

Flora vulnerable.

De acuerdo con la revisión realizada y a la verificación de campo para el presente trabajo tan solo dos especies, el tronador (*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm)* y caracolillo (*Ormosia macrocalyx Ducke)*, se encuentran bajo la categoría de "en peligro de extinción (P)" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se adicionan las correspondientes, que se incluyen en el Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional de Sales del Istmo de septiembre de 2020, donde dentro de su predio, propiedad privada, declaran la presencia del mismo con 4 especies, no pudiendo haber sido cuantificadas, corroboradas y analizadas para efectos del presente documento, sin embargo, siendo especies bajo protección se incorporan en el presente listado.

Tabla IV. 25. Listado de plantas en alguna categoría de vulnerabilidad dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
41	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	Tronador	P
44	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	P
S/N	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	A
S/N	*Avicennia germinans*	Mangle negro	A
S/N	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	A
S/N	*Conocarpus erecta*	Mangle botoncillo	A

P: En peligro de extinción. A: Amenazada

IV.2.2.1.3. Área del Proyecto.

Los tipos de vegetación identificada dentro del área del proyecto fueron otro tipo de vegetación en estado avanzado y juvenil de sucesión (selva tropical), pastizal dominado por pasto camalote, cultivos agrícolas de temporal -maíz- y cultivos agrícolas perennes. Estos tipos de vegetación se distribuyen al interior del polígono de manera fragmentada y para el caso de los dos estados sucesionales, se deriva de las actividades antrópicas que imperan dentro de la zona, como son el establecimiento de cultivos agrícolas de temporal y algunos cultivos perennes.

<u>Otro tipo de vegetación en estado avanzado de sucesión (selva tropical).</u>

La vegetación presente en la zona de estudio es producto de las actividades antrópicas recurrentes sobre la vegetación original, con diversos grados de sucesión y con dominancia de palma Scheelea,

Cordia megalantha, Adelia y *Pithecellobium sp*, Randia (Miranda y Hernández X 1963). La vegetación presenta diversos mosaicos dependiendo del periodo de descanso del mismo, dado que la población local emplea el sitio para actividades agrícolas, pecuarias y extractivas, registrándose sitios con periodos de descanso de 7 años, 14 años y 16 años, estos dos últimos periodos de descanso se registran para el polígono del proyecto.

Este es el ecosistema menos abundante en el sitio, debido a su carácter de proveedor de alimentos y de hábitat para la fauna; presenta un alto grado de degradación en su estructura debido a la extracción ilegal de madera. En este sitio las especies presentes son de mayor diámetro y altura que el estadío joven, aunque algunas especies comparten hábitat como *Adelia barbinervis Schltr. & Cham*, *Trophis racemosa (L.) Urb*, *Pithecellobium sp*, *Sapindus saponaria L.*, *Cupania dentata Poir*, *Cordia megalantha S. F. Blake*, *Randia aculeata L.* y *Nectandra sp*. Una característica propia de este sitio es que en este tipo de vegetación se registró la presencia de *Amphitecna apiculata A. H. Gentry* y el tronador (*Mortoniodendron guatemalense* Standl. & Steyerm) entre otras. El brinzal de este ambiente fue muy pobre, con pocas especies como el bejuco mondongo (*Stigmaphyllum humboldtianum Dc. Juss*), cordoncillo (*Piper sp*), jahuacte (*Bactris baculifera Karw. ex Mart*) y palmas de genero Attalea. El latizal y fustal estuvieron representados por las mismas especies, en diferentes diámetros y alturas.

La diversidad de árboles en este ambiente es pobre en comparación con otros reductos de selvas tropicales y el número de individuos igualmente es pobre debido a la degradación causada por la constante extracción selectiva de especies maderables que la población realiza para diversos usos, por lo que en el área se encuentra en diversos estados de conservación y degradación dependiente de la cercanía de asentamientos humanos. Este tipo de vegetación se encuentra aislado en pequeños islotes que le dan al sitio un tono de arbóreo con la salvedad de pocas especies y pocos individuos.

Otro tipo de vegetación en estadío joven (selva tropical).

Estas áreas de igual manera, hasta el año pasado fueron taladas para el establecimiento de cultivos agrícolas mixtos y abandonados para moverse a otros sitios -roza-tumba-quema- para establecer cultivos de temporal de maíz, principalmente. En este sitio abandonado, la vegetación presente

tiene como principales especies abundantes a *Hamelia patens Jacq*, *Bahuinia divaricata L.* y *Guazuma ulmifolia Lam,* especie pionera de áreas en sucesión indicadora de una alta humedad en el suelo. Otras especies de estos sitios bejuco como *Cissus sicyoides*, *Melothria pendula*, *Piper sp*, *Helyconia latysphata*, *Senna hayesiana* y otras.

En este grupo se enlistan los recién abandonados hasta aquellos menores a 16 años, dado que aun predominan las especies de maderas blandas como el jobo (*Spondias mombin L.*), el guácimo (*G. ulmifolia Lam.*), el mulato (*B. simaruba (L.) Sarg.*) y pata de vaca (*B. divaricata L.*), entre otras. Además, se registraron sitios altos dominados por la presencia de guácimo (*G. ulmifolia Lam.*) y otros solo por *Pithecellobum sp* en áreas de alta humedad.

Una particularidad de este tipo de vegetación es la vegetación intrínseca que se forma con lianas y bejucos que hace imposible el tránsito en los mismos. Una de las especies presentes registradas en un solo sitio de muestreo fue *Vitis tiliifolia*.

Es necesario citar que, en los sitios de reciente abandono, la diversidad de herbáceas es grande, debido al carácter de especies pioneras, mismas que van desapareciendo conforme el periodo de abandono es mayor.

Pastizal dominado por pasto camalote.

Este tipo de vegetación dominado por el zacate camalote (*Paspalum fasciculatum L.*) se ubica en las inmediaciones del área del proyecto, sobre el derecho de vía y áreas aledañas. Una característica de esta especie es que su hábitat lo constituyen suelos húmedos o anegados, por lo que es común que comparta el área con otras especies de sucesión secundaria como *G. ulmifolia Lam.*, *Pithecellobum sp* y *A. barbinervis Schltdl. & Cham*. Mientras en las áreas de acceso aledañas al sitio se localizan especies como la papaya silvestre (*Carica papaya*), platanillo (*Heliconia latisphata Benth*), quequeste (*Xanthosoma robustum Schoot*) y bejucos como cola de rata (*Cissus sicyoides L.*).

Cultivos agrícolas de temporal maíz.

La zona desprovista de vegetación se emplea para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), yuca (*Manihot esculenta Crantz*), caña (*Saccharum officinarum L.*), cebollín (*Allium neapolitanum Cyr*), calabaza (*Cucurbita sp*), plátano (*Musa sp*), chile (*Capsicum sp*), macal

(*Xhantosoma violaceum*), entre otros. Este tipo de cultivos es itinerante, esto significa que algunos años cultivan un sitio, luego lo abandonan y se mueven a otras áreas y cuando ya la producción es relativamente escasa, se cambian de terreno. Estos terrenos durante el trabajo de campo estaban ocupados con los cultivos ya señalados, en superficies de una a más hectáreas.

Dado que estos terrenos se los han repartido los lugareños, se emplean para agricultura las zonas más desprovistas de vegetación, registrándose superficies de una hectárea y hasta 4.5 ha.

Dentro de el área del proyecto, se observaron y registraron áreas con maíz ya seco en la planta que el productor no cosechó, otros en desarrollo, recién sembrados y otras áreas estaban siendo taladas para integrarlas a su cultivo. Estos cultivos se ubican de los límites del área y hacia el interior de este.

Cultivos agrícolas perennes.

Este tipo de ambiente fue referido solo a una huerta de mango de injerto que se ubica en el lado norte del predio con una superficie de 9800 m^2 aproximadamente.

Esta huerta se encuentra en producción, recibe el manejo y cuidado propio de una huerta. Algunas especies registradas aquí son el *Syngonium podophyllum Schott.*, *Piper sp*, *Cecropia peltata L.*, *Bursera simaruba (L.) Sarg.*, *Miconia argentea (Sw.) DC*, *Trichilia havanensis Jacq.*, *Solanum umbellatum Willd. ex Roem. & Schult*, *Psidiun guajava L.*, entre otras. Se registró evidencia de la entrada de vehículos, para el acceso a la plantación y recolección de los frutos.

Caracterización de la vegetación.

La caracterización de las comunidades vegetales se realizó con los métodos expuestos en el apartado de vegetación del SA. Para lo anterior, resultaron 11 unidades de muestreo para el estrato arbustivo y 22 para el estrato herbáceo.

A continuación, se muestran en la Figura IV. 64 la ubicación geográfica; mientras que en la Tabla IV. 26 y Tabla IV. 27, las coordenadas de los puntos de muestreo para la vegetación dentro del sitio del proyecto.

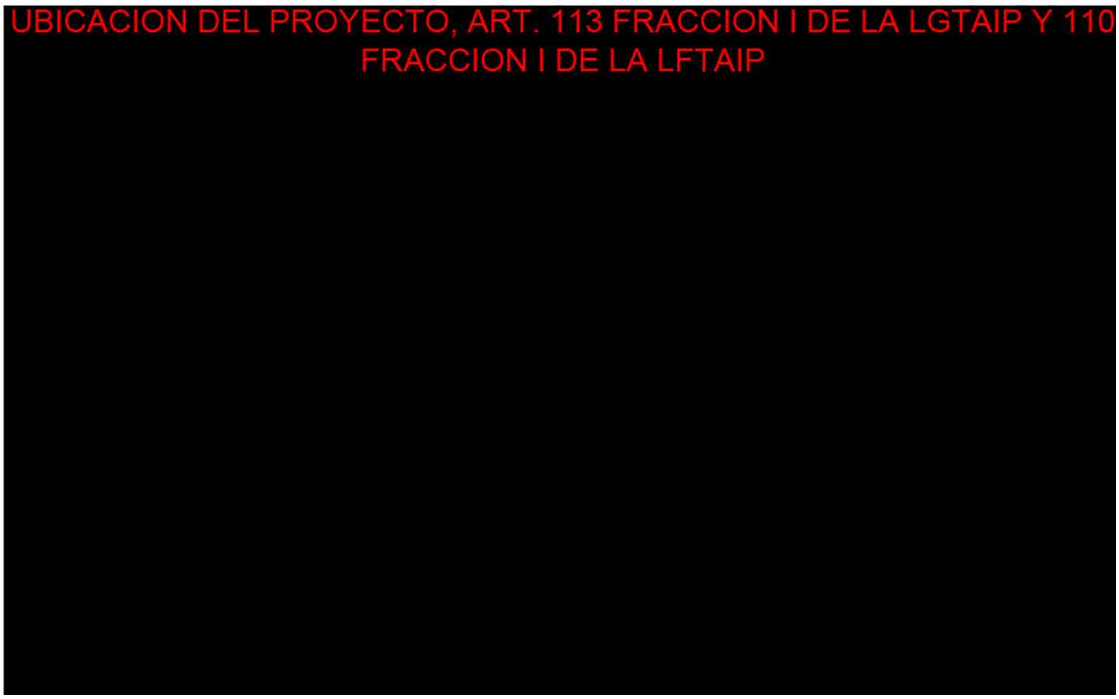
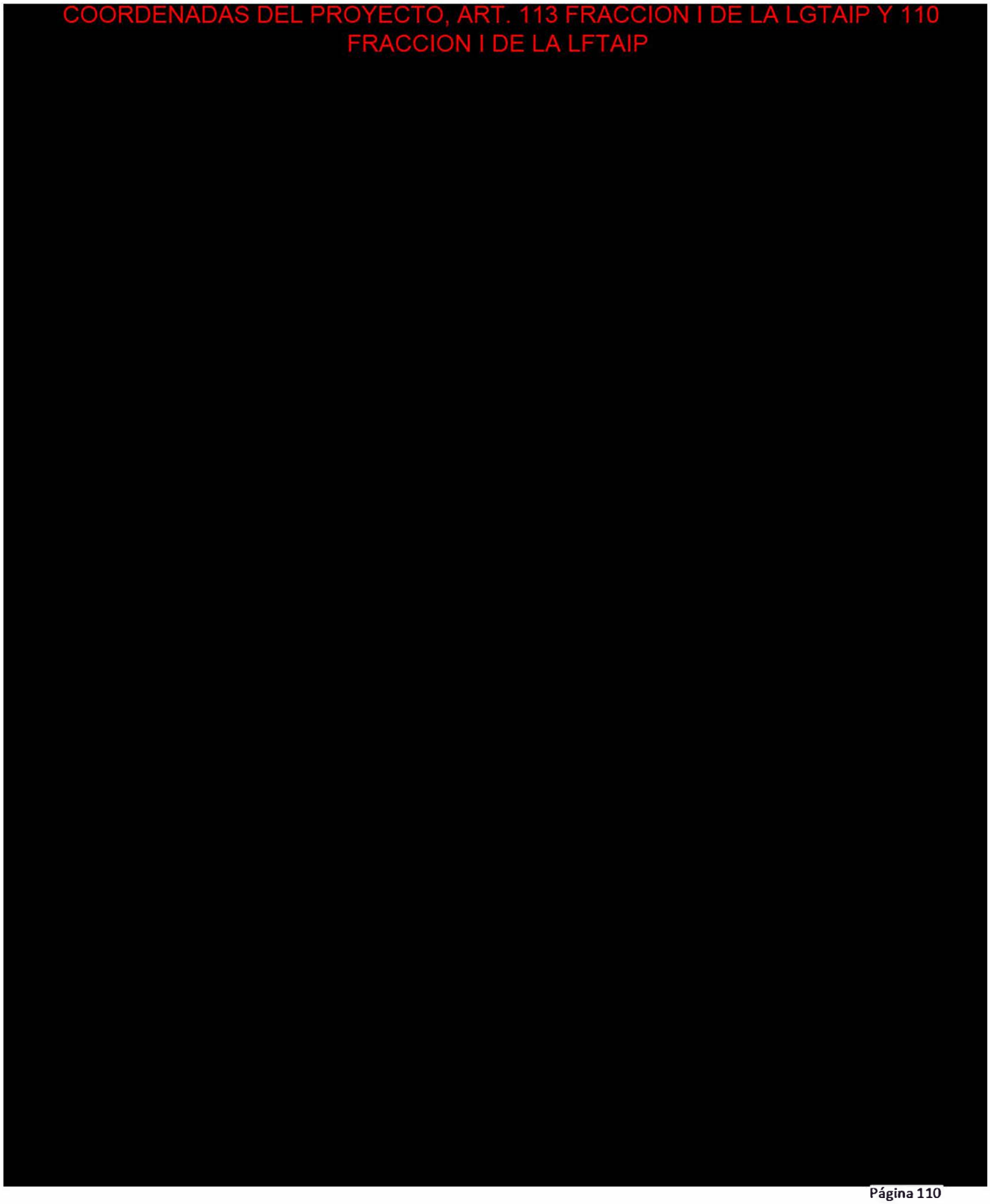


Figura IV. 64. Sitios de muestreo de vegetación del área del proyecto.



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Tabla IV. 27. Coordenadas de los puntos de muestreo para herbáceas. UTM WGS84 Z15Q.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Con la información obtenida en campo, la vegetación se analizó por tipo de estrato, tomando en cuenta su forma de vida, así como algunos de sus componentes fisiológicos y dasométricos.

Dentro del área del proyecto, se identificaron cinco tipos principales de vegetación que corresponde a otro tipo de vegetación en estado avanzado de sucesión (mayor a 16 años de edad) (selva tropical), otro tipo de vegetación en estado joven (menor de 16 años de edad) (selva tropical), cultivos agrícolas de temporal, cultivos agrícolas perennes y pastizal natural los cuales muestran de manera general la composición vegetal y las condiciones actuales de la misma.

Resultados.

En el siguiente apartado se muestran los resultados obtenidos por tipo de estrato en el área del proyecto, a la vez se presentan aquellas especies incluidas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Riqueza especifica por tipo de estrato.

La riqueza y diversidad de flora, fue cubierta en los muestreos y en el área del proyecto. Los muestreos establecidos fueron suficientes para registrar las especies de los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

El estrato más representativo fue el arbóreo con un total de 55 especies, seguido del estrato herbáceo con 36 especies y el arbustivo con 19, respectivamente (Figura IV. 65). Una de las características principales de los ambientes en proceso de recuperación, es la dominancia de especies herbáceas, con microclimas específicos que condicionan las características del suelo para la aparición de especies de maderas, suaves, semiduras o duras dependiendo de la edad del sitio.

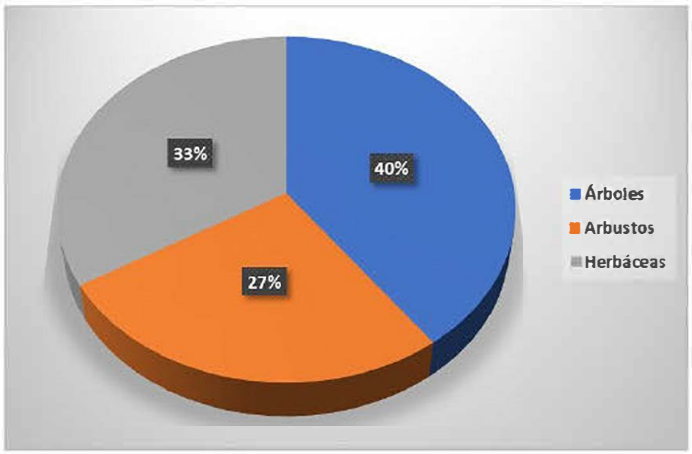


Figura IV. 65. Riqueza especifica por tipo de estrato del área del proyecto.

Abundancia relativa (Ar) por tipo de estrato.

Estrato arbóreo.

En la Tabla IV. 28, se muestran los valores de abundancia relativa para las especies arbóreas dentro del área del proyecto. De las especies más representativas se registraron: *G. ulmifolia Lam*, *A. barbinervis Schltr. & Cham*, *Phithecellobium sp*, *B. divaricata L.*, *T. racemosa (L.) Urb*, *C. dentata Poir*, y *A. butyracea (Mutis ex L.F.) Wess. Boer.*, por mencionar algunas. La alta representatividad de estas especies se debe a que son maderas duras o semiduras y son típicas de ambientes en proceso de sucesión en estadio medio o avanzado de sucesión.

En relación con resto de las especies que presentaron valores por debajo del 4%, son taxones que, por su importancia como recurso maderable, combustible (leña), cercos vivos y construcción dentro de la zona donde se ubica el proyecto, sus poblaciones se han visto disminuidas a tal grado de solo observarse de manera esporádica pocos individuos.

Tabla IV. 28. Abundancia relativa para el estrato arbóreo en el área del proyecto.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Acacia cornigera (L.) Willd*	Cornezuelo	0.31%
2	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	Chechén blanco	8.44%
3	*Amphitecna apiculata A.H. Gentry*	Jicarillo	0.52%
4	*Andira galeottiana Standl*	Macayo	0.83%
5	*Bauhinia divaricata L.*	Pata de vaca	7.08%
6	*Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer*	Palma de corozo	4.27%
7	*Brosimun alicastrum Swartz*	Ramón	0.63%
8	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Palo mulato	1.67%
9	*Castilla elastica Berg*	Hule	0.42%
10	*Cecropia peltata L.*	Guarumo	0.31%
11	*Ceiba pentandra L.*	Ceiba	0.31%
12	*Chrysophyllum mexicanum Brandegee ex Standl*	Caimitillo de montaña	0.31%
13	*Citharexylum hexangulare Greenm*	Palomillo 2	0.52%
14	*Coccoloba cozumelensis Standl*	Coccoloba 1	0.31%
15	*Coccoloba sp*	Coccoloba 3	0.52%
16	*Cochlospermun vitifolium (Willd.) Spreng*	Pochote	0.63%
17	*Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*	Bojón	0.31%
18	*Cordia megalantha S.F. Blake*	Candelero	3.85%
19	*Cordia stellifera I.M. Johnst*	Bojón de montaña	1.56%
20	*Crataeva tapia L.*	Coscorrón	0.63%
21	*Cupania dentata Poir*	Cola de pava	4.27%

22	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch*	Hoja fresca	0.42%
23	*Eugenia acapulcensis Steud*	Escobillo	1.04%
24	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Boloconté	0.63%
25	*Ficus sp*	Ficus	0.42%
26	*Genipa americana L.*	Jague	0.63%
27	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	Melina	0.63%
28	*Guarea chichon CDC*	Chichón	0.31%
29	*Guarea glabra Vahl*	Chichon 2	0.31%
30	*Guazuma ulmifolia Lam*	Guácimo	16.04%
31	*Hamelia patens Jacq.*	Coralillo	0.52%
32	*Helicteres guazumaefolia*	Tornillo	0.31%
33	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	Jolotzin	0.94%
34	*Inga sp*	Chelele	0.52%
35	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	Gusano	3.23%
36	*Miconia argentea (Sw.) DC*	Hoja de lata	1.46%
37	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	Tronador	1.88%
38	*Nectandra sp*	Aguacatillo	0.52%
39	*Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne*	Oreopanax	0.31%
40	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	0.42%
41	*Palicourea sp*	Palicourea	0.21%
42	*Picramnia antidesma Sw.*	Pajapan	1.56%
43	*Piper sp*	Cordoncillo	1.04%
44	*Pithecellobium sp*	Cabeza de loro	7.40%
45	*Psychotria chiapensis Standl*	Labio de mujer	0.42%
46	*Randia aculeata L.*	Crucetillo	3.33%
47	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	2.29%
48	*Senna hayesiana (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby*	Senna	0.31%
49	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	Chacahuanté	0.83%
50	*Spondias mombin L.*	Jobo	2.60%
51	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	Cojón de toro	1.77%
52	*Trichilia havanensis Jacq*	Ramatinaja	2.92%
53	*Trophis racemosa (L.) Urb.*	Ramoncillo	6.46%
54	*Zanthoxylum sp*	Tachuelillo	0.31%
55	*Zuelania guidonea (Sw.) Britton& Millsp*	Trementino	0.31%

Estrato arbustivo.

En lo que corresponde al estrato arbustivo, las especies más representativas fueron: *Piper sp*, *E. acapulcensis Steud.*, *T. arborea Rose in Donn. Sm* (Tabla IV. 29). La primera y tercera especie son características de ambientes en estado de sucesión de menos de 16 años donde conforme avanza

el tiempo estas especies disminuyen su abundancia hasta ser sustituidas al cerrarse el dosel y aparecer las maderas semiduras y duras. Parte de este grupo de especies son abundantes en el SA por tener condiciones de alta a muy alta alteración y por el contrario escaso estado de conservación.

Tabla IV. 29. Abundancia relativa para el estrato arbustivo en el área del proyecto.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC*	Castarrica	3.61%
2	*Amphitecna apiculata A.H. Gentry*	Jicarillo	3.61%
3	*Andira galeottiana Standl*	Macayo	3.61%
4	*Carica papaya L.*	Papayita	6.03%
5	*Castilla elastica Berg*	Hule	3.61%
6	*Cordia megalantha S.F. Blake*	Candelero	3.61%
7	*Cupania dentata Poir*	Cola de pava	6.03%
8	*Eugenia acapulcensis Steud*	Escobillo	12.06%
9	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Boloncote	3.61%
10	*Cornutia pyramidata L.*	Carreto	3.61%
11	*Inga sp*	Chelele	4.82%
12	*Piper sp*	Cordoncillo	14.48%
13	*Piscidia sp*	Gusanillo	3.61%
14	*Psychotria chiapensis Standl*	Labio de mujer	4.82%
15	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	3.61%
16	*Spondias mombin L.*	Jobo	3.61%
17	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	Cojón de toro	8.45%
18	*Thevetia ahouai L.*	Bola de venado	3.61%
19	*Trichilia havanensis Jacq*	Ramatinaja	3.61%

Estrato herbáceo.

Las especies más representativas en el estrato herbáceo fueron *C. ochraceus Vahl, Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven, C. hypericifolia (L.) Millsp* y otras (Tabla IV. 30). De manera general estas especies son típicas de ambientes en proceso de recuperación, así como de zonas utilizadas para actividades donde se desarrollan cultivos agrícolas y pecuarios por el cambio de uso de suelo dentro del polígono del proyecto.

Tabla IV. 30. Abundancia relativa para el estrato herbáceo en el área del proyecto.

No.	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Acalypha arvensis Poep*	Hoja de araña	4.55%

2	*Ageratum conyzoides L.*	Sereno	2.84%
3	*Calea trichotoma Donn. Sm*	Sin nombre	2.27%
4	*Cecropia peltata L.*	Guarumo	2.27%
5	*Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.*	Golondrina	5.11%
6	*Cissus sicyoides L.*	Cola de rata	2.27%
7	*Citharexylum hexangulare Greenm*	Palomillo	2.27%
8	*Cyperus ochraceus Vahl*	Navajuela	6.82%
9	*Cyperus sp*	Navajuela hoja ancha	4.55%
10	*Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler*	Zacate peinesillo	2.27%
11	*Erechtitis hieraciifolius (L.) Raf. ex DC*	Bub-xiu	3.41%
12	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	Escobillo	2.27%
13	*Guazuma ulmifolia Lam*	Guácimo	2.27%
14	*Hamelia patens Jacq.*	Coralillo	2.27%
15	*Ipomoea purpurea (L.) Roth*	Rompe plato	2.27%
16	*Leonites sp*	Bola de rey	2.84%
17	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	Gusano	2.27%
18	*Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven*	Camaronera	5.68%
19	*Melothria pendula L.*	Bejuco de sandia	2.27%
20	*Momordica charanthia L.*	Cundeamor	2.27%
21	*Mucuna priurens L. (DC)*	Canavalia	2.27%
22	*Muntingia calabura L.*	Capulin	2.27%
23	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	2.27%
24	*Paspalum notatum Flüggé*	Zacate remolino	2.27%
25	*Physalis angulata L.*	Tomatillo	2.27%
26	*Pithecellobium sp*	Cabeza de loro	2.27%
27	*Polypodiaceae*	Helecho	2.27%
28	*Randia aculeta L.*	Crucetillo	2.27%
29	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	2.27%
30	*Scleria microcarpha Kunth*	Navajuela 2	2.84%
31	*Senna occidentalis (L.) Link*	Hormiguera	2.27%
32	*Serjania macrocarpa Standl. & Steyerm*	Chapapul	2.27%
33	*Stigmaphyllon humboldtianum (DC.) A. Juss.*	Tamorreal	2.27%
34	*Taraxacum sp*	Diente de león	2.27%
35	*Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.*	Bejuco de parra	2.27%
36	*Zyngodium podopgyllum Schott*	Lengua de vaca	2.27%

Análisis de diversidad.

Diversidad del estrato arbóreo.

En la siguiente Tabla IV. 31, se muestran los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener por tipo de estrato. De acuerdo con el resultado obtenido por este método para el polígono del proyecto, la diversidad fue alta (3.3046). Este valor estuvo asociado con el número de especies

colonizadoras de la vegetación en estado avanzado de sucesión y joven (selva teropical), cuya edad estriba entre más de 16 años y menos de 16 años respectivamente, ambientes que se encuentran en recuperación. Sin embargo, el área presenta extracción ilegal de especies maderables lo que ocasiona la perturbación continua del sistema, observándose dentro de estos ambientes caminos y cortes de árboles para diversos aprovechamientos.

Cabe mencionar que, dentro del polígono, y como se mencionó anteriormente, la dominancia de especies estuvo dada por un pequeño grupo de especies como el guácimo, palma de corozo, chechén blanco, cola de pava, ramoncillo, candelero, gusano y cabeza de loro, lo cual junto con las especies que han llegado por zoocoria y reclutamiento natural han enriquecido estos tipos de vegetación.

Tabla IV. 31. Índice de diversidad de Shannon-Weinner del estrato arbóreo en el área del proyecto.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Acacia cornigera (L.) Willd*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
2	*Adelia barbinervis Schltr. & Cham*	81	0.0844	-2.4725	-0.2086
3	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
4	*Andira galeottiana standl*	8	0.0083	-4.7875	-0.0399
5	*Attalea butyraceae (Mutis ex L.f.) Wess. Boer*	41	0.0427	-3.1534	-0.1347
6	*Bauhinia divaricata L.*	68	0.0708	-2.6474	-0.1875
7	*Brosimun alicastrum Swartz*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
8	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	16	0.0167	-4.0943	-0.0682
9	*Castilla elastica Berg*	4	0.0042	-5.4806	-0.0228
10	*Cecropia peltata L.*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
11	*Ceiba pentandra L.*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
12	*Chrysophyllum mexicanum Brandegee ex Standl*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
13	*Citharexylum hexangulare Greenm*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
14	*Coccoloba cozumelensis Standl*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
15	*Coccoloba sp*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
16	*Cochlospermun vitifolium (Willd.) Spreng*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
17	*Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
18	*Cordia megalantha S.F.Blake*	37	0.0385	-3.2560	-0.1255
19	*Cordia stellifera I.M. Johnst*	15	0.0156	-4.1589	-0.0650
20	*Crataeva tapia L.*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
21	*Cupania dentata Poir*	41	0.0427	-3.1534	-0.1347
22	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch*	4	0.0042	-5.4806	-0.0228
23	*Eugenia acapulcensis Steud*	10	0.0104	-4.5643	-0.0475
24	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
25	*Ficus sp*	4	0.0042	-5.4806	-0.0228
26	*Genipa americana L.*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
27	*Gmelina arborea Roxb. ex Sm*	6	0.0063	-5.0752	-0.0317
28	*Guarea chichon CDC*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
29	*Guarea glabra Vahl*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
30	*Guazuma ulmifolia Lam*	154	0.1604	-1.8300	-0.2936
31	*Hamelia patens Jacq.*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
32	*Helicteres guazumaefolia*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
33	*Heliocarpus donnell-smithii Rose*	9	0.0094	-4.6697	-0.0438

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
34	*Inga sp*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
35	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	31	0.0323	-3.4329	-0.1109
36	*Miconia argentea (Sw.) DC*	14	0.0146	-4.2279	-0.0617
37	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	18	0.0188	-3.9766	-0.0746
38	*Nectandra sp*	5	0.0052	-5.2575	-0.0274
39	*Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
40	*Ormosia macrocalyx Ducke*	4	0.0042	-5.4806	-0.0228
41	*Palicourea sp*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
42	*Picramnia antidesma Sw.*	15	0.0156	-4.1589	-0.0650
43	*Piper sp*	10	0.0104	-4.5643	-0.0475
44	*Pithecellobium sp*	71	0.0740	-2.6043	-0.1926
45	*Psychotria chiapensis Standl*	4	0.0042	-5.4806	-0.0228
46	*Randia aculeata L.*	32	0.0333	-3.4012	-0.1134
47	*Sapindus saponaria L.*	22	0.0229	-3.7759	-0.0865
48	*Senna hayesiana (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
49	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm*	7	0.0073	-4.9210	-0.0359
50	*Spondias mombin L.*	25	0.0260	-3.6481	-0.0950
51	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	17	0.0177	-4.0337	-0.0714
52	*Trichilia havanensis Jacq*	28	0.0292	-3.5347	-0.1031
53	*Trophis racemosa (L.) Urb.*	62	0.0646	-2.7398	-0.1769
54	*Zanthoxylum sp*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
55	*Zuelania guidonea (Sw.) Britton& Millsp*	3	0.0031	-5.7683	-0.0180
				Diversidad	3.3046
				H´max	4.0073
				Equitatividad	0.8246

Con relación a la equitatividad de especies (J'), los sitios evaluados presentaron un valor cercano a 1, por lo que las especies dentro de los puntos de muestreo son parecidas, tal como se mostró en la tabla anterior.

Diversidad para el estrato arbustivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de diversidad de Shannon-Wienner para el estrato arbustivo que se muestra en la Tabla IV. 32, se observa que la diversidad biológica es

relativamente baja con un valor de (H´=2.82) para el área del proyecto. Sin embargo, para el índice de equitatividad se observó un valor de 0.95, muy cercano a 1, lo cual indica que las especies presentes dentro de los sitios son similares.

Tabla IV. 32. Índice de diversidad Shannon-Wienner para el estrato arbustivo del área del proyecto.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
2	*Amphitecna apiculata A.H.Gentry*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
3	*Andira galeottiana standl*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
4	*Carica papaya L.*	284	0.0603	-2.8085	-0.1693
5	*Castilla elastica Berg*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
6	*Cordia megalantha S.F.Blake*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
7	*Cupania dentata Por*	284	0.0603	-2.8085	-0.1693
8	*Eugenia acapulcensis Steud*	568	0.1206	-2.1153	-0.2551
9	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
10	*Cornutia pyramidata L.*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
11	*Inga sp*	227	0.0482	-3.0325	-0.1462
12	*Piper sp*	682	0.1448	-1.9324	-0.2798
13	*Piscidia sp*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
14	*Psychotria chiapensis Standl*	227	0.0482	-3.0325	-0.1462
15	*Sapindus saponaria L.*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
16	*Spondias mombin L.*	227	0.0482	-3.0325	-0.1462
17	*Tabernaemontana arborea Rose in Donn. Sm.*	341	0.0724	-2.6256	-0.1901
18	*Thevetia ahouai L*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
19	*Trichilia havanensis Jacq*	170	0.0361	-3.3216	-0.1199
				Diversidad	2.8209
				H´max	2.9444
				Equitatividad	0.95811

Diversidad del estrato herbáceo.

Con relación a la diversidad biológica para el estrato herbáceo, este mostró un valor alto (H'= 3.51) el cual se puede observar en la Tabla IV. 33. Esta alta diversidad estuvo caracterizada porque la mayoría de las especies son colonizadoras de espacios impactados y en proceso de recuperación.

Por otro lado, el índice de equitatividad mostró un valor cercano a 1, con lo que se puede concluir que las especies presentes dentro del polígono son similares y presentan una distribución homogénea.

Tabla IV. 33. Análisis de diversidad Shannon-Wienner, para el estrato herbáceo del área del proyecto.

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
1	*Acalypha arvensis Poep*	3,636	0.0455	-3.0911	-0.1405
2	*Ageratum conyzoides L.*	2,273	0.0284	-3.5609	-0.1012
3	*Calea trichotoma Donn. Sm*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
4	*Cecropia peltata L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
5	*Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp.*	4,091	0.0511	-2.9732	-0.1521
6	*Cissus sicyoides L*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
7	*Citharexylum hexangulare Greenm*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
8	*Cyperus ochraceus Vahl*	5,455	0.0682	-2.6854	-0.1831
9	*Cyperus sp*	3,636	0.0455	-3.0911	-0.1405
10	*Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
11	*Erechtitis hieraciifolius (L.) Raf. ex DC*	2,727	0.0341	-3.3788	-0.1152
12	*Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
13	*Guazuma ulmifolia Lam*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
14	*Hamelia patens Jacq.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
15	*Ipomoea purpurea (L.) Roth*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
16	*Leonites sp*	2,273	0.0284	-3.5609	-0.1012
17	*Lonchocarpus salvadorensis Pittier*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
18	*Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven*	4,545	0.0568	-2.8679	-0.1629
19	*Melothria pendula L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
20	*Momordica charanthia L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
21	*Mucuna priurens L. (DC)*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
22	*Muntingia calabura L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
23	*Ormosia macrocalyx Ducke*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
24	*Paspalum notatum Flüggé*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
25	*Physalis angulata L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
26	*Pithecellobium sp*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
27	*Polypodiaceae*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
28	*Randia aculeta L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
29	*Sapindus saponaria L.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860

No.	Especie	N° de Ind/Ha	Pi	LogPi	Pi*LogPi
30	*Scleria microcarpha kunth*	2,273	0.0284	-3.5609	-0.1012
31	*Senna occidentalis (L.) Link*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
32	*Serjania macrocarpa Standl. & Steyerm*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
33	*Stigmaphyllon humboldtianum (DC.) A. Juss.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
34	*Taraxacum sp*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
35	*Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
36	*Zyngodium podopgyllum Schott*	1,818	0.0227	-3.7842	-0.0860
				Diversidad	3.5199
				H´max	3.5835
				Equitatividad	0.9822

Flora vulnerable.

De acuerdo con la revisión realizada, tan solo dos especies *M. guatemalense Standl. & Steyerm* y *O. macrocalyx Ducke*, se encuentran bajo la categoría de "en peligro de extinción (P)" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 34. Listado de plantas en alguna categoría de vulnerabilidad dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
37	*Mortoniodendron guatemalense Standl. & Steyerm*	Tronador	P	-
49	*Ormosia macrocalyx Ducke*	Caracolillo	P	-

P: En peligro de extinción.

IV.2.2.2. Fauna.

IV.2.2.2.1. Caracterización de las comunidades de fauna.

Los estados del sureste de la República Mexicana son los que concentran la mayor diversidad de fauna. La biodiversidad veracruzana está considerada entre las más altas del país, junto con Chiapas y Oaxaca. Esta diversidad es tanto de especies, como de ecosistemas, ya que se sitúa dentro de la transición entre las regiones Neártica- Neotrópical (Rodríguez-Macedo *et al*., 2014).

Además, tiene una alta riqueza de vertebrados (CONABIO, 2013), siendo el grupo de las aves el más representativo con 719 especie que corresponden al 65% de lo reportado para México (Navarro *et al*., 2014). Esta alta diversidad se relaciona con los gradientes topográficos, la dinámica de los nutrientes, las características del suelo, la geología y las actividades humanas (Badii *et al*., 2015).

Sin embargo, presentan la mayor fragmentación antropogénica del hábitat, la cual es una de las mayores amenazas para la biodiversidad (Fahrig, 2003). Por lo cual, estos factores nos indica la necesidad de caracterizar de la mejor manera la comunidad de fauna presente en el SA.

IV.2.2.2.2. Fauna silvestre en el sistema ambiental.

Para conocer la diversidad biológica faunística que alberga el sistema ambiental, se aplicaron diferentes métodos de muestreo de acuerdo al grupo taxonómico (aves, mamíferos, reptiles, anfibios). En cada muestreo se realizaron recorridos sobre transectos y puntos de avistamiento, así como la colocación de diversas trampas con la finalidad de obtener mayor cantidad de datos para un análisis robusto de los parámetros ecológicos (riqueza, diversidad y abundancia).

Metodología de muestreo.

A continuación, se describe brevemente cada metodología empleada por grupo taxonómico.

Técnicas de muestreo por grupo taxonómico.

a) Aves.

La identificación se realizó mediante el método de conteos por puntos fijos (Hutto *et al*., 1986; Ralph *et al*., 1996), aplicando la observación directa: que consiste en el contacto visual entre el observador y el ave; para lo cual se utilizaron binoculares (12 x 50mm). La identificación indirecta, se basa en el registro auditivo de las aves cuando emiten su vocalización o llamado, anunciando su posición. Para aumentar la certeza de la identificación de las aves, fueron verificadas con las guías Peterson y Chalif (2000), Howell y Web (1995), además del apoyo de la aplicación Merlin Bird ID, así mismo, los cantos no conocidos se cotejaron con la biblioteca digital Xeno-Canto (www.xeno-canto.org).

Se establecieron 26 puntos de observación de radio fijo a una distancia de 300 m entre cada punto, donde se realizó el registro directo e indirecto de aves, por un período de 10 minutos y con un radio de observación de 50 m. dentro de los horarios de mayor actividad, de 6:00 a 10:30 y de 16:00 a 19:00 horas.

Categoría de endemismo.

Para identificar las especies con origen y categoría de endemismo, se utilizó la nomenclatura propuesta por Berlanga *et al*. (2017), clasificándolas como se muestra en la Tabla IV. 35.

Tabla IV. 35. Categorías de endemismos según Berlanga *et al*. (2017).

Nomenclatura	Endemismo	Definición
EN	Endémica	Circunscritas al territorio mexicano
SE	Semiendémica	Aquellas que, exceptuando su período de migración, sólo están en México
CU	Cuasiendémica	Son las que tienen la mayor parte de su distribución en México, con pocas localidades marginales en algún país
Exo	Exótica	Especie que se encuentra fuera de su área de distribución original o nativa (histórica o actual), no acorde con su potencial de dispersión natural

Categoría de residencia.

Para la categoría de residencia se utilizó la clasificación de Berlanga *et al*. (2017), quienes utilizaron seis categorías, a partir de las cuales asignaron una o más categorías de residencia a cada especie, empezando por su estatus de residencia principal, de manera que cuando una misma especie tiene más de una categoría, esta aparece en el listado enseguida de la primera y así sucesivamente.

i. Residentes (R) son las especies que viven durante todo el año en una misma región.

ii. Migratorias de invierno (MI) son las especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y más al sur, por lo general entre los meses de septiembre y abril.

iii. Migratorias de verano (MV) son las especies que están en México únicamente en la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.

iv. Transitorias (T) son las especies que durante la migración van de paso por nuestro país para dirigirse a sus áreas de invernación al sur del otoño, o hacia sus áreas de reproducción en el norte durante la primavera.

b) Mamíferos.

Se llevó a cabo el método propuesto por Bautista-Zúñiga (2004) y Tirira (1998), el cual consistió en realizar caminatas diurnas y nocturnas sobre cuatro transectos lineales de 500 m de largo y ancho variable, registrando a los individuos por observación directa e indirecta a través de búsqueda de rastros (huella, madriguera, comedero, echadero, excreta, entre otros). Los recorridos diurnos se iniciaron a partir de las primeras cuatro horas de luz (06:00 a 10:00) y los nocturnos a partir de las primeras cuatro horas de la noche (20:00 a 24:00). Este último muestreo se realizó con ayuda de lámparas de mano de largo alcance y lámparas tipo minero.

c) Anfibios y Reptiles.

Para el muestreo de anfibios y reptiles del orden Squamata, se establecieron cuatro transectos de 500 m de largo y ancho variable, en los que se aplicaron diferentes técnicas de observación que permitieron obtener mejores resultados, Tomando en cuenta los picos de mayor actividad de los anfibios y reptiles, realizando recorridos dos veces al día, a partir de las 09:00 a las 13 h y de las 20:00 a las 24:00 h, este último con la ayuda de lámparas de mano de largo alcance y lámparas tipo minero.

Técnica de observación Directa (VES: Visual Encounter Survey).

La técnica VES fue aplicada para la búsqueda minuciosa de la herpetofauna a través del transecto (Crum y Scott, 2001). En los recorridos se revisaron diversos microhábitats como cuerpos de agua permanentes y temporales, oquedades, troncos caídos, hojarasca, corteza y ramas de árboles.

Técnicas de observación indirecta.

A lo largo de los transectos se realizaron conteos de manera indirecta para estimar la abundancia de los individuos considerando las señales que éstos dejan de su presencia y actividades. Con este propósito, se emplearon transectos de bandas auditivas (AST: Audio Strip Transect) (Zimmerman, 2001).

La Técnica AST permitió detectar a los anuros machos en etapa reproductiva que emplearon sus vocalizaciones para anunciar su posición a parejas y rivales potenciales. El AST aprovecha este comportamiento para poder contabilizarlos a lo largo del Transecto, cuyo ancho varía de acuerdo

con la distancia de detección del canto de cada especie y además permite fijar su posición (Zimmerman, 2001), para realizar esta técnica, el colector cuenta con la experiencia necesaria para identificar las especies a través de su canto.

Como apoyo en la identificación de las especies se utilizaron las guías de campo de reptiles y anfibios de Lee (1996) y Köhler (2003).

Análisis de la información.

La base de datos fue integrada de manera general en una hoja de cálculo mediante el uso del programa Excel, 2019 para Windows 10, donde las entradas para generar el estimador fueron el número de especies y el número de sitios de muestreos realizados. El análisis de la información se realizó de manera independiente por cada clase taxonómica para un mejor análisis y comprensión de la información.

Riqueza y abundancia.

La riqueza específica se calculó como el número de especies registradas en el SA, mediante el conteo directo de las especies.

La abundancia se consideró como el número de registro de cada especie en el SA.

Abundancia relativa.

La abundancia relativa, representa el porcentaje de una especie con relación al número total de individuos de todas las especies registradas durante los muestreos, esta se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$Ar = \frac{Ax}{A\ total} x100$$

Dónde:

Ar= Abundancia relativa.

Ax= Número total de individuos de la especie X.

A total=Número total de individuos de todas las especies.

Análisis de diversidad.

La diversidad alfa se calculó a nivel de estructura mediante índices de abundancia proporcional como son los índices de equidad y dominancias (Moreno, 2001). De tal manera, que la diversidad fue medida por el índice Shannon-Wiener, mientras que la dominancia mediante el índice de Simpson (Moreno, 2001). Además, se analizó la equitatividad aplicando el índice de Pielou. Estos análisis se realizaron con ayuda de los programas de cómputo Past versión 4. A continuación, se describe cada índice antes mencionados.

Índice de Diversidad Shannon-Wiener.

Este índice se usa para cuantificar la diversidad biológica específica. Se representa con el símbolo H' y sus valores oscilan entre 2, 3 y 4. El índice considera para su análisis la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada especie (riqueza y la abundancia).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi \, \mathrm{LN}pi$$

Dónde: H' = índice de diversidad de Shannon-Weiner.

S= Número de especies.

Pi= Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (ni/N).

ni= Número de individuos de la especie i.

N= Número de todos los individuos de todas las especies.

Índice de Dominancia.

Manifiesta la probabilidad que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001). Los valores de dominancia oscilan entre 0 (baja dominancia) y 1 (alta dominancia).

$$\lambda = \Sigma \, pi^{2}$$

Dónde:

pi = es la abundancia proporcional de las especies i.

Índice de Equitatividad.

Mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada (H max), su valor oscila de 0 a 1, donde 1 representa una situación en que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$J' \frac{H'}{H' \, max}$$

Dónde:

Hmax = Ln (S).

Donde:

H'= Diversidad.

S= Número de especies.

ln= Logaritmo natural.

Especies conservadas.

El estado de conservación de las especies identificadas se estableció siguiendo la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), agrupando las especies de acuerdo a cada una de las cuatro categorías utilizadas en la norma que son: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En Peligro de Extinción (P), Amenazada (A) y Sujeta a Protección Especial (Pr).

Además, se identificaron las especies que se encuentran enlistadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES). Agrupando en tres categorías:

- **Apéndice I:** se incluyen todas las especies en peligro de extinción.
- **Apéndice II:** se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción.
- **Apéndice III:** En este Apéndice se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

Especies de interés cinegético.

A nivel nacional el aprovechamiento de especies de aves y mamíferos silvestres está regulado por las épocas hábiles (calendario cinegético) que establece cada año la SEMARNAT. Para determinar si existen especies en esta clasificación se corroboró su presencia en el calendario de época hábiles para el aprovechamiento extrativo de fauna silvestre y el aprovechamiento de aves canoras y de ornato para fines de subsistencia temporada 2020-2021 para el estado de a Veracruz.

Distribución de los puntos de muestreo.

Los puntos de muestreos para la fauna dentro del SA, fueron determinados con base en la estructura de la vegetación, teniendo en cuenta que su distribución fuera representativa. En las Figura IV. 66y Figura IV. 67 se muestran representado los puntos de muestreo de fauna y se anexa la Tabla IV. 36y Tabla IV. 37 con los puntos de monitoreo para los diferentes grupos faunísticos distribuidos dentro del SA.

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Fig

SA.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Riqueza y Abundancia.

Se registró un total de 1,719 individuos, los cuales están agrupados en 26 órdenes, 49 familias, y 83 especies. Siendo el orden Anura y el Passeriformes los que están mejor representado en el SA con 17 especies cada una. Mientras que la familia con mayor número de especie fue Hylidae con seis y Tyrannidae con cinco especies.

Por grupo taxonómicos las aves alcanzaron la mayor representatividad obteniendo los valores más altos de riqueza y abundancia (45 especies y 1,177 individuos). Los anfibios fueron el segundo grupo con mayor riqueza con 17 especies y una abundancia de 368 individuos. Para el grupo de los reptiles se registraron 12 especies y 79 individuos. Mientras que, los mamíferos obtuvieron una riqueza de nueve especies y 95 individuos (Figura IV. 68).

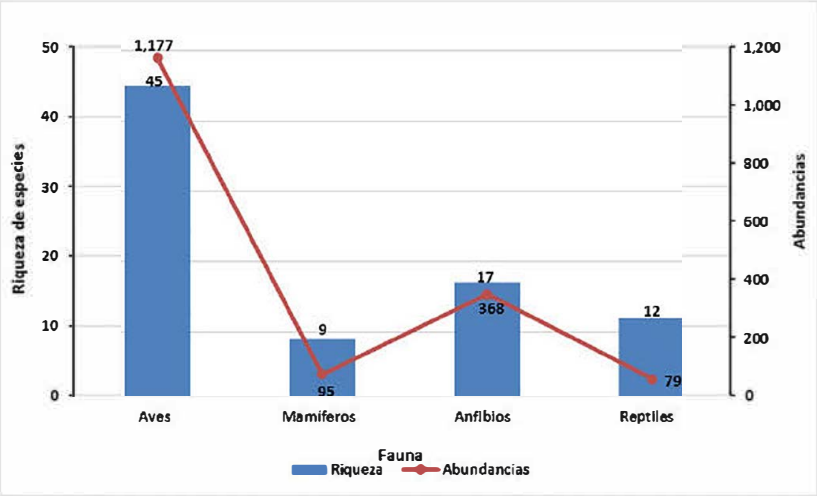


Figura IV. 68. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en el SA.

A nivel de especie la más abundante fue la Ranita hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 122 individuos, seguido por el Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 114, el Pijije alas blancas (*Dendrocygna autumnalis*) con 105 y la Chara pea (*Psilorhinus morio*) con 89 especies.

Ademas, el 91.1% de las especies son residentes y se registraron únicamente cuatro especies migratorias que representan solo el 8.9%: estas especies son: el chipe amarillo (*Setophaga petechia*), chipe charquero (*Parkesia noveboracensis*), Chipe de Magnolias (*Setophaga magnolia*) y

Tirano Dorso Negro (*Tyrannus tyrannus*). El colibrí vientre canelo (*Amazilia yucatanensis*) es una especie residente, pero cuasiendémica para México.

Abundancia relativa de las especies de fauna.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los diferentes grupos faunísticos dentro del SA, se muestra la Ar por grupo taxonómico donde se incluyen todos los muestreos realizados.

Aves.

Las aves fueron el grupo de fauna más representativo dentro del SA, debido a que en su mayoría son de amplia distribución y no son específicos de un solo lugar. De acuerdo con los registros en campo y el análisis de abundancia relativa, la mayor representatividad estuvo dado por las especies de *Q. mexicanus*, *D. autumnalis* y *P. morio*, estas tres especies antes mencionada corresponden el 26.17% de los registros de aves en el SA (Tabla IV. 38).

Tabla IV. 38. Abundancia relativa de aves en el SA.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	0.42
2	*Amazona oratrix*	Loro cabeza amarilla	3.48
3	*Aramides cajaneus*	Tutupana/Chiricote	0.42
4	*Ardea alba*	Garza blanca	3.82
5	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde	0.25
6	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	2.63
7	*Butorides virescens*	Garcita Verde	0.42
8	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca tropical	3.65
9	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	0.76
10	*Cathartes aura*	Zopilote aura	0.25
11	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	0.68
12	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	2.55
13	*Coragyps atratus*	Zopilote común	1.78
14	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	1.78
15	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	8.92
16	*Dives*	Tordo cantor	3.65
17	*Dryobates scalaris*	Carpinterillo mexicano	0.42
18	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	1.19
19	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	0.17
20	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	0.17
21	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	1.10
22	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	1.70
23	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	2.63

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
24	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	3.99
25	*Momotus lessoni*	Momoto corona negra	0.25
26	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	0.34
27	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	2.38
28	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	4.33
29	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	0.25
30	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada ventrioscura	0.42
31	*Phaethornis striigularis*	Colibrí hermitaño enano	2.80
32	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán Neotrópical	0.93
33	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	0.68
34	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	5.95
35	*Psarocolius montezuma*	Zacua	3.40
36	*Psilorhinus morio*	Chara pea	7.56
37	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	9.69
38	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	3.40
39	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	0.51
40	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	1.36
41	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	6.46
42	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	0.17
43	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	0.42
44	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	1.44
45	*Tyrannus tyrannus*	Tirano Dorso Negro	0.34

Mamíferos.

Para el grupo de los mamíferos, la mayor abundancia relativa por especie estuvo dada por: la Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), Saraguato de manto (*Alouatta palliata*) y Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), los cuales en conjunto representan el 67.37% del total de especies dentro del SA (Tabla IV. 39). Los ambientes que caracterizan esta zona, en una buena parte presentan especies vegetales-frutales y de cultivo, las cuales son fuente principal de alimento de las especies registradas. La mayoría de las especies son de hábitos generalistas y son consideradas plagas debido al daño provocado hacia las especies de cultivo. Además, se registraron dos especies de hábitos de calidad del hábitat como son el *A. palliata* y Tlacuache ratón mexicano (*Marmosa mexicana*) debido a que en el SA todavía se encuentran fragmentos de Vegetación conservadas las cuales les permite desplazarse en búsqueda de alimento, refugio y reproducirse.

Tabla IV. 39. Abundancia y relativa de mamíferos en el SA.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Alouatta palliata*	Saraguato de manto	18.95
2	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	18.95
3	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	7.37
4	*Marmosa mexicana*	Tlacuache ratón mexicano	1.05
5	*Nasua narica*	Coatí	6.32
6	*Philander opossum*	Tlacuache cuatrojos gris	5.26
7	*Procyon lotor*	Mapache	9.47
8	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	29.47
9	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	3.16

Anfibios.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las especies con los valores más altos fueron *L. melanonotus* y Rana de hojarasca (*Craugastor loki*) los cuales en conjunto representan el 48.10% del total de las especies observadas, mientras que la menos representativa fue la especie Sapo Excavador Mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*) con 0.67%. Respecto a los altos valores obtenidos para la especie *L. melanonotus*, esta relacionadas debido a que se adaptan a sitios perturbadas (Aguilar-López *et al.*, 2020), por lo que su incidencia dentro del SA es muy común

Tabla IV. 40).

Tabla IV. 40. Abundancia relativa de anfibios en el SA.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Agallichnys callidryas*	Rana de árbol ojos rojos	4.89
2	*Craugastor alfredi*	Rana Ladradora de Lluvia	1.36
3	*Craugastor loki*	Rana de hojarasca	14.95
4	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de árbol amarilla	7.34
5	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	1.36
6	*Incilius valliceps*	Sapo costero	2.45
7	*Leptodactylus fragilis*	Rana labios blancos	7.34
8	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	33.15
9	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	1.63
10	*Rhinella marina*	Sapo gigante	1.90
11	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo Excavador Mexicano	0.82
12	*Scinax staufferi*	Rana arborícola trompuda	4.35
13	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	7.88
14	*Syrrophus leprus*	Rana chirriadora leprosa	2.72
15	*Tlalocohyla loquax*	Rana arbórea locuaz	2.72
16	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo	3.26

17	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	1.90

Reptiles.

El grupo de los reptiles estuvo representado principalmente por las especies Abaniquillo sedoso (Anolis sericeus) con 25.32% y Lagartija espinosa vientre rosado (Sceloporus variabilis) con 27.85%, estas dos especies representan el 53.16% del total de las especies registrados en el SA (

Tabla IV. 41). En general, estas especies se han adaptado a los cambios que han sufrido los ambientes donde se distribuyen naturalmente, por lo que es común observar un gran número de estas especies en un área determinada, incluso donde existen asentamientos humanos.

Tabla IV. 41. Abundancia relativa del grupo de los reptiles en el SA.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Anolis lemurinus*	Anolis fantasma	8.86
2	*Anolis sericeus*	Abaniquillo sedoso	25.32
3	*Basiliscus vittatus*	Basilisco café	3.80
4	*Bothrops asper*	Nauyaca real	1.27
5	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de Pantano	2.53
6	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	6.33
7	*Hemidatylus frenatus*	Besucona asiática	5.06
8	*Iguana*	Iguana verde	11.39
9	*Kinosternon acutum*	Tortuga pecho quebrado de Tabasco	1.27
10	*Kinosternon leucostomum*	Tortuga pecho quebrado labios blancos	1.27
11	*Marisora brachypoda*	Mabuya centroamericana	5.06
12	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	27.85

Análisis de diversidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los diferentes grupos faunísticos dentro del SA, se describe la diversidad por grupo taxonómico donde se incluyen todos los muestreos realizados (Tabla IV. 42).

El grupo de las aves obtuvieron el valor más alto de diversidad (H´=3.216). Estos valores obtenidos fueron determinados por las condiciones ambientales que prevalecen en cada uno de los puntos de muestreos y en general dentro del SA.

La alta presencia de aves, se ve relacionada a que estos pueden detectarse más fácilmente en el muestreo debido a su capacidad de volar, su canto y sus hábitos diurnos en la mayoría de los casos. Entre las importancias que tienen este grupo faunístico es el desplazarse a mayor distancia (locomoción del vuelo), el cual ayuda al mantenimiento del ecosistema ya que entre sus funciones ecológicas están el de ser dispersores de semillas, controladores de plaga y polinizadores lo cual ayudan a mantener estables a las comunidades ecológicas.

Los anfibios (H'=2.289) y reptiles (H'=2.025), para ambos casos obtuvieron una diversidad con valor medio. Estos grupos son de desplazamiento lentos; además, que son especies sensibles a la

perturbación. También, son componentes clave de los ecosistemas, ya que son importantes consumidores de insectos y se encuentran entre las presas más consumidas por otros grupos de vertebrados, como aves, mamíferos y de otros reptiles (Cortés-Gómez *et al.*, 2015; Aguilar-López *et al.*, 2020).

Con relación al grupo de los mamíferos (H'=1.892), se determinó que la diversidad dentro del SA fue bajo, esto de acuerdo al valor obtenido del índice de diversidad de Shannon. Esta baja diversidad puede deberse a que este grupo faunístico, son poco tolerantes a la presencia humana; lo cual, al sentirse en peligro se desplazan a sitios que le brinden refugio. Además, que las mayorías de las especies son de hábitos nocturnos y se ocultan entre la cobertura vegetal a manera de defensa lo cual dificulta su avistamiento.

El índice de Simpson mostro valores de dominancia bajos, mientras que el índice de equitatividad mostro números altos, lo cual indica que a pesar de que hubo especies dominante en los hábitats monitoreados, no influyó a nivel de toda la comunidad lo cual permite tener una igualdad de la distribución de la abundancia de las especies, por lo tanto, se pueden considerarse como comunidades dinámicas y en continua sucesión (Urbina-Cardona, 2008), lo que favorece la diversificación de la fauna.

Tabla IV. 42. Diversidad de Fauna en el SA.

Grupo Taxonómico	índice Shannon-Wiener	índice Simpson	índice de Pielou
Aves	3.216	0.038	0.871
Mamíferos	1.892	0.180	0.861
Anfibios	2.289	0.158	0.808
Reptiles	2.025	0.174	0.815
General	3.849	0.030	0.517

Conservación.

En cuanto a las especies en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron 13 especies: el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el colibrí hermitaño enano (*Phaethornis striigularis*), la iguana verde (*Iguana iguana*), la rana leopardo (*Lithobates brownorum*), el sapo boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*), *R. dorsalis*, la tortuga pecho quebrado de Tabasco (*Kinosternon acutum*), la tortuga pecho quebrado labios blancos (*Kinosternon leucostomum*), la zacua (*Psarocolius montezuma*) y el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*) como sujetas a Protección especial (Pr); y Iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis)* (A); el loro de cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) y *A. palliata* en Peligro de extinción (P) (Tabla IV. 43).

Por otro lado, se registraron 12 especies CITES, en el Apéndice I: *A. oratrix* y *A. palliata*; dentro del Apéndice II: la aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*), el caracara quebrantahuesos (*Caracara cheriway*), *C. moreletii*, *P. striigularis*, *A. yucatanensis*), el halcón guaco (*Herpetotheres cachinnans*), *I. iguana*, el tecolote bajeño (*Glaucidium brasilianum*) y la rana de árbol ojos rojos (*Agallichnys callidryas*). Mientras que en el Apéndice III, se registró la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*) y *D. autumnalis* (Tabla IV.43).

Tabla IV. 43. Nivel de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	Total
Aves					
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	-	Apéndice III	51
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	-	Apéndice II	40
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	-	Apéndice III	105
Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	-	8
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	-	Apéndice II	9
	Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco	-	Apéndice II	13
Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Zacua	Pr	-	40
Psittacidae	*Amazona oratrix*	Loro cabeza amarilla	P	Apéndice I	41
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	-	Apéndice II	2

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	Total
Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	-	Apéndice II	5
	Phaethornis striigularis	Colibrí hermitaño enano	Pr	Apéndice II	33
Mamíferos					
Atelidae	*Alouatta palliata*	Saraguato de manto	P	Apéndice I	18
Anfibios					
Microhylidae	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	Pr	-	5
Phyllomedusidae	*Agallichnys callidryas*	Rana de árbol ojos rojos	-	Apéndice II	18
Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	-	6
Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo Excavador Mexicano	Pr	-	3
Reptiles					
Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	cocodrilo de pantano	Pr	Apéndice II	2
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	A	-	5
	Iguana	Iguana verde	Pr	Apéndice II	9
Kinosternidae	*Kinosternon acutum*	Tortuga pecho quebrado de Tabasco	Pr	-	1
	Kinosternon leucostomum	Tortuga pecho quebrado labios blancos	Pr	-	1

A=Amenazada; P=Peligro; Pr=Protección.

Se registraron seis especies con valor cinegético para el estado de Veracruz: del grupo de las aves la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*) con fechas de cacería regulada del primer viernes de noviembre de 2020 al segundo domingo de febrero de 2021, la paloma morada ventrioscura (*Patagioenas flavirostris*) del segundo viernes de septiembre de 2020 al segundo domingo de febrero de 2021 y *D. autumnalis* del cuarto viernes de octubre de 2020 al cuarto domingo de febrero de 2021.

Los mamíferos: *D. novemcintus* del cuarto viernes de septiembre de 2020 al primer domingo de febrero de 2021, el coatí (*Nasua narica*) del primer viernes de septiembre de 2020 al primer domingo de enero de 2021 y el mapache (*Procyon lotor*) del segundo viernes de agosto de 2020 al segundo domingo de diciembre de 2020.

Ademas, se registro a la Calandria dorso negro mayor (*Icterus gularis*) como especie de aprovechamiento de aves canoras y de ornato para fines de subsistencia del 01 de septiembre de 2020 al 28 de febrero del 2021.

Es importante señalar que, debido a los hábitos de desplazamiento de las aves, no se encuentran en un solo sitio, estas especies pueden ser observadas en el área del proyecto. Sin embargo, esto no representa ningún tipo de peligro para este grupo, ya que, al sentirse amenazadas, huyen del sitio donde estos perchan y su reincidencia hacia el mismo lugar es bajo.

Por otro lado, para los grupos de anfibios y reptiles los cuales son de lento desplazamiento, en su mayoría prefieren zonas con ambientes muy conservados y sus avistamientos solo son posibles cuando se encuentran en la búsqueda de alimento.

Mientras que los mamíferos son de desplazamiento rápido (locomoción terrestre y voladora), y al momento de sentirse amenazados huyen del sitio. Sin embargo, hay especie de mamíferos de locomoción arbóreos los cuales pueden ser de desplazamiento rápidos (dependiendo de la especie) y son especies territoriales.

Sin embargo, no se descarta la posibilidad de encontrar alguna de estas especies dentro del sitio del proyecto, y en caso de presentarse alguna especie bajo protección, se aplicarán los procedimientos epecíficos para el rescate de fauna con el objetivo de salvaguardar la integridad de las especies.

IV.2.2.2.3. Fauna silvestre en el área del proyecto.

Para conocer la diversidad biológica faunística que alberga el area del proyecto, se aplicaron diferentes métodos de muestreo de acuerdo al grupo taxonómico (aves, mamíferos, reptiles, anfibios); así como el análisis robusto de los parámetros ecológicos (riqueza, diversidad y abundancia).

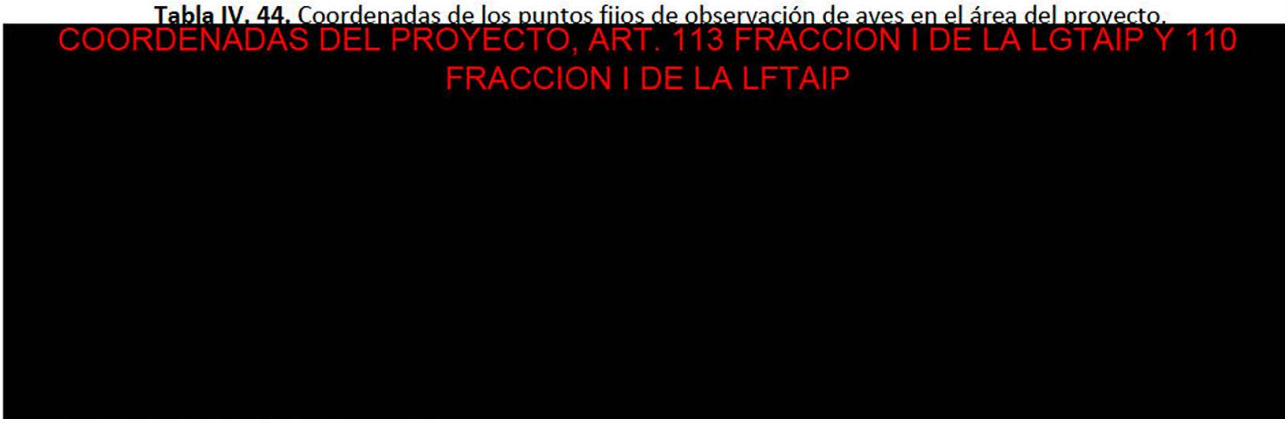
Metodologia de muestreo y distribución de los puntos de muestreo para la fauna.

Aves (Estaciones de monitoreo).

Se trabajó con la metodología indicada en el apartado del SA con los siguientes puntos de monitoreo (Figura IV. 69 y Tabla IV. 44).



Tabla IV. 44. Coordenadas de los puntos fijos de observación de aves en el área del proyecto.



Mamíferos, Anfibios y Reptiles.

Se trabajó con la metodología expresa en el apartado de SA con los siguientes puntos de monitoreo, que se citan en la figura y tabla que se muestran a continuación.

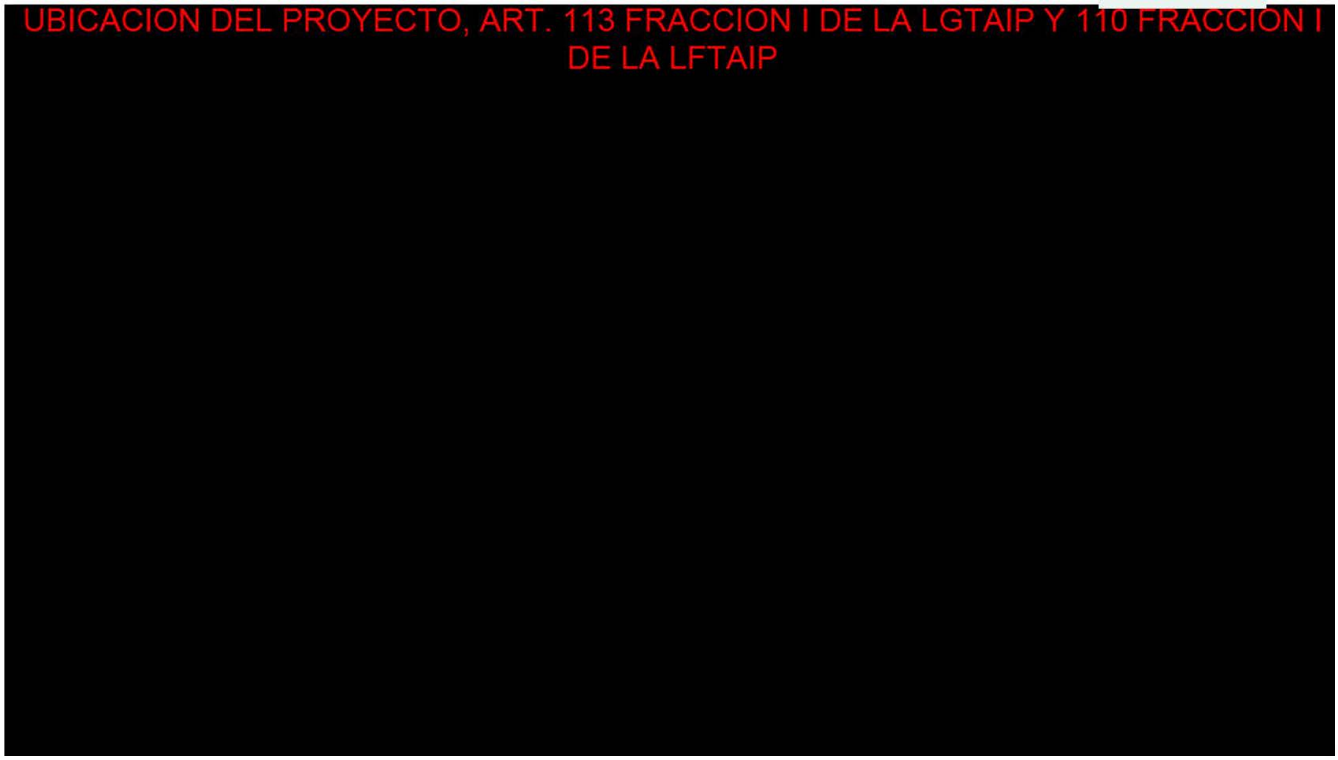


Tabla IV. 45. Coordenadas de los transectos de mamíferos, reptiles y anfibios (Datum-WGS-84).



Riqueza y abundancia.

Los muestreos se realizaron del día 16 al 24 de junio del 2020. Se registró un total de 944 individuos, pertenecientes a 24 órdenes, 44 familias y 65 especies. Siendo el orden Anura y el Passeriformes los que están mejor representado en área del proyecto con 15 y 14 especies cada una. Mientras que la familia con mayor número de especie fue Hylidae con seis, Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies cada una.

Por grupo taxonómicos las aves alcanzaron la mayor representatividad obteniendo los valores más altos de riqueza y abundancia (37 especies y 620 individuos). Los anfibios fueron el segundo grupo

con mayor riqueza con 15 especies y una abundancia de 256 individuos. Para el grupo de los mamiferos se registraron siete especies y 43 individuos. Mientras que, los reptiles obtuvieron una riqueza de seis especies y 25 individuos (Figura IV. 71).

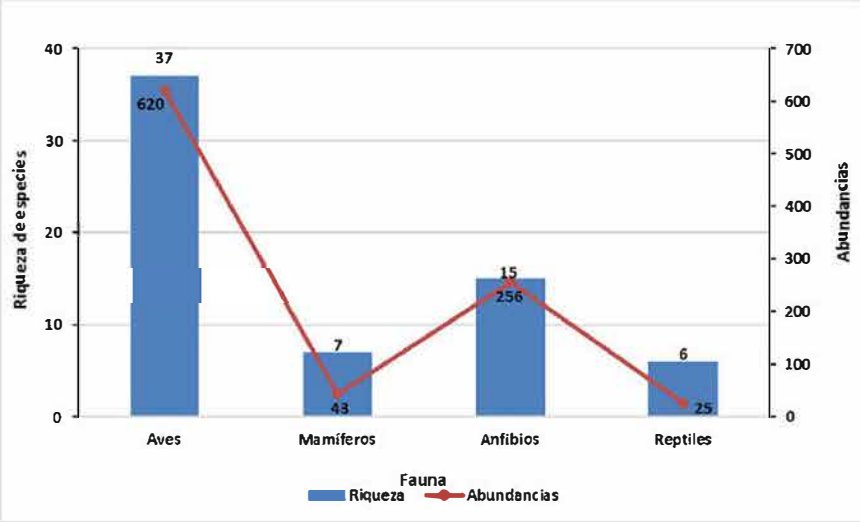


Figura IV. 71. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en el área del proyecto.

A nivel de especie, la más abundante fue el *L. melanonotus* con 95 individuos, seguido por el *D. autumnalis* con 86, *Q. mexicanus* con 59 individuos, el semillero de collar (Sporophila torqueola) con 51, el bienteveo común (*Pitangus sulphuratus*) y *C. loki* con 44 individuos cada uno y por último la chara pea (*Psilorhinus morio)* con 43 registros.

Ademas, el 94.6% de las especies son residentes y se registraron únicamente dos especies migratorias que representan solo el 5.4%: el *S. petechia* y *P. noveboracensis.* El *A. yucatanensis* es una especie residente, pero cuasiendémica para México.

Abundancia relativa de las especies de fauna.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los diferentes grupos faunísticos dentro del SA, se muestra la Ar por grupo taxonómico donde se incluyen todos los muestreos realizados.

Aves.

Las aves fueron el grupo de fauna más representativo dentro del área del proyecto, debido a que en su mayoría son de amplia distribución y no son específicos de un solo lugar. De acuerdo con los

registros en campo y el análisis de abundancia relativa, la mayor representatividad estuvo dado por las especies de *D. autumnalis, Q. mexicanus*, y el *Chipe amarillo (Setophaga petechia)*, estas tres especies antes mencionada representan el 31.62% de los registros de aves (Tabla IV. 46).

Tabla IV. 46. Abundancia relativa de aves en el área del proyecto.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	3.55%
2	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	13.87%
3	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	0.48%
4	*Phaethornis striigularis*	Colibrí hermitaño enano	4.19%
5	*Cathartes aura*	Zopilote aura	0.32%
6	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	0.65%
7	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2.42%
8	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	1.29%
9	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	1.94%
10	*Momotus lessoni*	Momoto corona negra	0.32%
11	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	0.48%
12	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	0.32%
13	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	0.97%
14	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	5.16%
15	*Aramides cajaneus*	Tutupana/Chiricote	0.48%
16	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde	0.32%
17	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca tropical	4.35%
18	*Dives dives*	Tordo cantor	4.52%
19	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	1.94%
20	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	0.48%
21	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	0.48%
22	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	0.32%
23	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	7.10%
24	*Psarocolius montezuma*	Zacua	2.74%
25	*Psilorhinus morio*	Chara pea	6.94%
26	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	9.52%
27	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	0.65%
28	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	8.23%
29	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	0.48%
30	*Ardea alba*	Garza blanca	4.52%
31	*Butorides virescens*	Garcita Verde	0.48%
32	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	0.97%
33	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	3.87%
34	*Amazona oratrix*	Loro cabeza amarilla	4.52%
35	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	0.32%
36	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	0.32%
37	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	0.48%

Mamíferos.

Para el grupo de los mamíferos, la mayor abundancia relativa por especie estuvo dada por: la *S. aureogaster* y el *A. palliata* los cuales en conjunto representan el 51.17% del total de especies de mamíferos registrados (Tabla IV. 47).

Tabla IV. 47. Abundancia y relativa de mamíferos en el área del proyecto.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Procyon lotor*	Mapache	9.30%
2	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	11.63%
3	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	11.63%
4	*Philander oposum*	Tlacuache cuatrojos gris	9.30%
5	*Alouatta palliata*	Saraguato de manto	23.26%
6	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	27.91%
7	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	6.98%

Anfibios.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las especies con los valores más altos de abundancia relativa fueron *L. melanonotus* y *C. loki* los cuales en conjunto representan el 54.3 % del total de las especies observadas (Tabla IV. 48).

Tabla IV. 48. Abundancia relativa de anfibios en el área del proyecto.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Rhinella marina*	Sapo gigante	1.95%
2	*Incilius valliceps*	Sapo costero	2.73%
3	*Craugastor loki*	Rana de hojarasca	17.19%
4	*Syrrophus leprus*	Rana chirriadora leprosa	1.95%
5	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de árbol amarilla	8.59%
6	*Scinax stauferi*	Rana arborícola trompuda	3.13%
7	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	5.86%
8	*Tlalocohyla loquax*	Rana arbórea locuaz	3.13%
9	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo	3.52%
10	*Trachycephalus typhonius*	Rana arborícola lechosa	1.56%
11	*Leptodactylus fragilis*	Rana labios blancos	7.81%
12	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	37.11%
13	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	1.56%
14	*Agallichnys callidryas*	Rana de árbol ojos rojos	2.34%
15	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	1.56%

Reptiles.

El grupo de los reptiles estuvo representado principalmente por las especies Anolis fantasma (*Anolis lemurinus*), *S. variabilis* y *I. iguana*, estas tres especies representan el 72 % del total de los reptiles reportados (Tabla IV. 49).

Tabla IV. 49. Abundancia relativa del grupo de los reptiles en el área del proyecto.

No. especies	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (Ar)
1	*Anolis lemurinus*	Anolis fantasma	24.00%
2	*Hemidatylus frenatus*	Besucona asiática	12.00%
3	*Iguana iguana*	Iguana verde	24.00%
4	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	8.00%
5	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	24.00%
6	*Marisora brachypoda*	Mabuya centroamericana	8.00%

Análisis de diversidad.

De manera general la diversidad de especies (H'=3.572) del polígono en el área del proyecto fue alta con respecto al índice. Por grupo taxonómico, las aves resultaron con los valores más altos de diversidad (H'=3.050), el valor medio se presentó en el grupo de los anfibios (H'=2.116), mientras que los valores más bajos se presentaron en mamíferos y reptiles con H'=1.823 y H'=1.686, respectivamente (Tabla IV. 50).

Tabla IV. 50. Valores de diversidad y dominancia de la fauna silvestre en el área del proyecto.

Grupo taxonómico	H'	D
Aves	3.050	0.062
Mamíferos	1.823	0.181
Anfibios	2.116	0.191
Reptiles	1.686	0.200
General	3.572	0.634

El valor de dominancia (D=0.634) para el área del proyecto fue bajo con respecto al índice. Por grupo taxonómico, los valores de dominancia también fueron bajos, sin embargo, los reptiles (D=0.200) la dominancia por encima del resto de los taxones, seguido por los anfibios y mamíferos, con D=0.191 y D=0.181 respectivamente, mientras que las aves obtuvieron el valor más bajo con D=0.062.

Conservación.

En cuanto a las especies en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV. 51), se registraron nueve especies: *L. brownorum*, *G. elegans*, *P. striigularis*), *P. montezuma*), *C. burrovianus* y *I. iguana* como sujetas a Protección especial (Pr); *C. similis* como Amenazada (A); el *A. oratrix* y *A. palliata* en Peligro de extinción (P).

Por otro lado, se registraron 11 especies CITES, en el Apéndice I: *A. oratrix* y *A. palliata*; dentro del Apéndice II: *A. callidryas*, *R. magnirostris*, *C. cheriway*, *P. striigularis*, *A. yucatanensis*, *H. cachinnans*, *G. brasilianum* y *I. iguana*; mientras que en el Apéndice III, se registró a *O. vetula* y *D. autumnalis*.

Tabla IV. 51. Nivel de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y CITES.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Total
Aves	*Rupornis magnirostris*	*Aguililla caminera*	-	Apéndice II	22
	Caracara cheriway	*Caracara quebrantahuesos*	-	Apéndice II	2
	Ortalis vetula	*Chachalaca Oriental*	-	Apéndice III	32
	Phaethornis striigularis	*Colibrí hermitaño enano*	Pr	Apéndice II	26
	Amazilia yucatanensis	*Colibrí vientre canelo*	-	Apéndice II	3
	Herpetotheres cachinnans	*Halcón guaco*	-	Apéndice II	6
	Amazona oratrix	*Loro cabeza amarilla*	P	Apéndice I	28
	Dendrocygna autumnalis	*Pijije alas blancas*	-	Apéndice III	86
	Glaucidium brasilianum	*Tecolote bajeño*	-	Apéndice II	1
	Psarocolius montezuma	*Zacua*	Pr	-	17
	Cathartes burrovianus	*Zopilote sabanero*	Pr	-	4
Mamíferos	*Alouatta palliata*	*Saraguato de manto*	P	Apéndice I	10
Anfibios	*Lithobates brownorum*	*Rana leopardo*	Pr	-	2
	Gastrophryne elegans	*Sapo boca angosta elegante*	Pr	-	4
Reptiles	Iguana	*Iguana verde*	Pr	Apéndice I	6
	Ctenosaura similis	*Iguana espinosa rayada*	A	-	2
Total					284

A=Amenazada; P=Peligro; Pr=Protección.

Se registraron cuatro especies con valor cinegético para el estado de Veracruz: del grupo de las aves el *D. autumnalis* con fechas de cacería regulada del cuarto viernes de octubre de 2020 al cuarto domingo de febrero de 2021 y *O. vetula* del primer viernes de noviembre de 2020 al segundo domingo de febrero de 2021. Los mamíferos: *D. novemcintus* del viernes de septiembre de 2020 al primer domingo de febrero de 2021 y *P. lotor* del segundo viernes de agosto de 2020 al segundo domingo de diciembre de 2020. Ademas, se registro a *I. gularis* como especie de aprovechamiento de aves canoras y de ornato para fines de subsistencia del 01 de septiembre de 2020 al 28 de febrero del 2021.

IV.2.2.2.4. Rutas de vertebrados terrestres.

Es importante identificar rutas, caminos, accesos y senderos que sirvan a la fauna como sitio de desplazamientos esto debido a actividades que se realizaran en el área del proyecto. Estos sitios pueden ser Áreas Naturales Protegidas, Corredores Biológico o zonas de amortiguamiento para la conservación de la fauna.

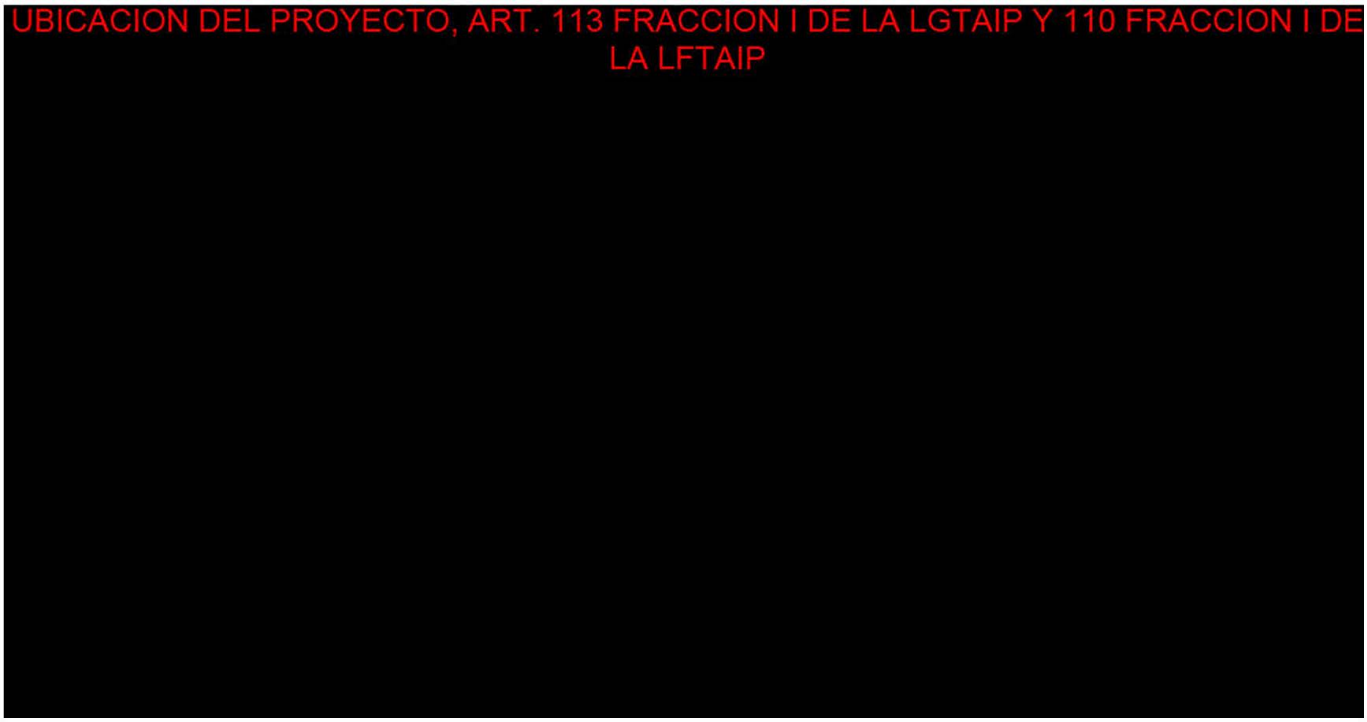
IV.2.2.2.5. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Las ANP son una estrategia para la conservación de la biodiversidad, así como de los bienes y servicios ambientales que ofrecen (CONANP, 2006). La política de conservación de las ANP está enfocada en el desarrollo sustentable, conciliando la conservación de los recursos naturales con el aprovechamiento sustentable de los mismos, acompañado de una legislación que limita las actividades que pueden realizarse dentro de estas áreas (CONANP, 2006).

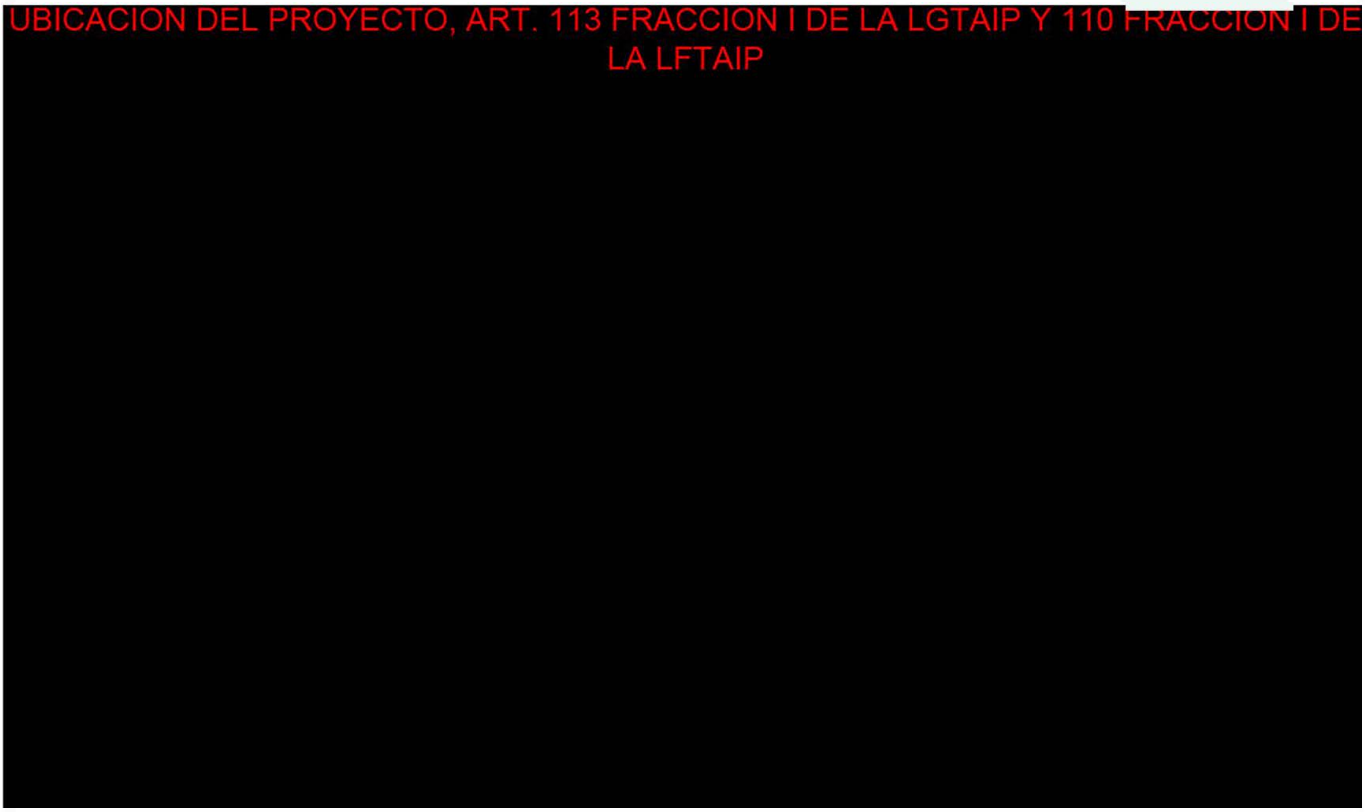
Por lo cual, es importante describir las ANPs que se encuentran cercanas al SA y área del proyecto debido a que son sitios de gran importancia para la conservación de un gran número de especies de flora y fauna (Figura IV. 72).

De las ANP tipo federal y estatal que se encuentran en el estado de Veracruz, ninguna se encuentra cercana al SA y área del proyecto, siendo las ANP federales mas próxima a estos sitios la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas a 36.28 km y la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote a 119.14 km. Mientras que, las ANP estatales mas cercano al proyecto son la Reserva Ecológica San Felipe II a 83.48 km,

seguida de la Reserva Ecológica de la Chontalpa a 84.87 km y la Reserva Ecológica Estatal la Sabana a 122.08 km.



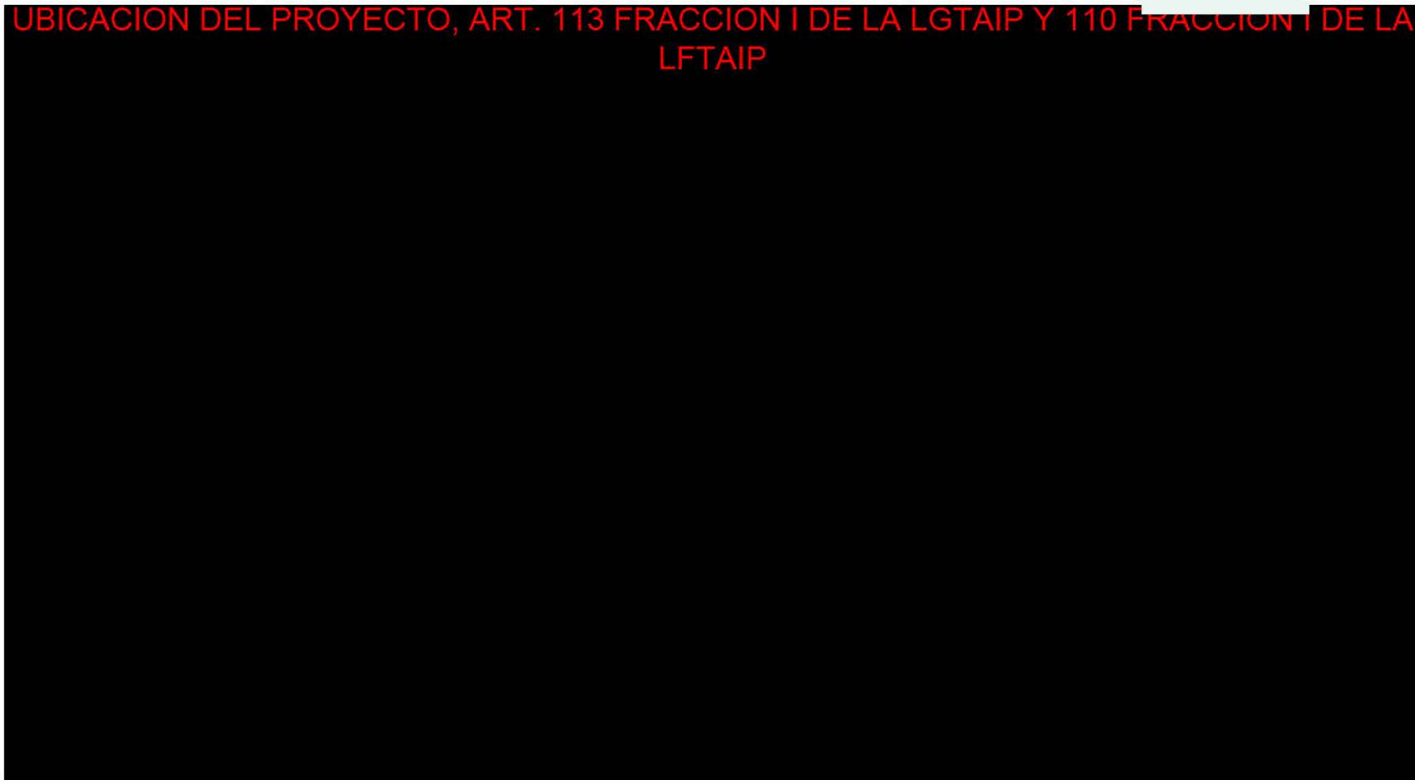
Además, de las ANP federales y estatales en México se establecen Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Por lo cual, es importante mencionar que el SA y área del proyecto se encuentra situados dentro del ANP Parque Ecológico Tuzandepetl. Este parque cuenta con una superficie de 1104.00 ha, de las cuales en la actualidad se encuentra en un punto de liberacion de 52.3 ha las cuales corresponden a este proyecto por parte de la CONANP. Además, a 4.710 km del SA se encuentra el Parque Ecológico Jaguaroundi, el cual se ubica en el municipio de Coatzacoalcos y cuenta con una superficie de 960.73 ha (CONANP, 2019a; ver, Figura IV. 73).



Son utilizados para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies (CONABIO, 2003; 2007).

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, y evolutivos" (CCAD, 2002).

Cabe mencionar que, en el SA, no converge ningún corredor biológico, y el más cercano al límite del SA corredor biológico "Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo" ubicado aproximadamente a 32.261 km mientras que otros corredores como Oaxaca y selva maya Zoque se encuentran más alejados del SA.


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.3. Paisaje.

Se entiende por paisaje a la morfología del terreno y su cubierta conformando una escena visualmente distante. La cubierta del terreno comprende el agua, la vegetación y los desarrollos antropológicos, incluyendo entre ellos a las ciudades. Así se puede entender al "Paisaje", como una extensión del escenario natural visto por un ojo de una sola vista, o la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas. Estas características son el resultado no sólo de los agentes naturales, sino también de la ocupación del hombre y del uso del suelo.

De esta manera, el concepto de paisaje engloba, varios significados que cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: espaciales, naturales, estructuras de la Naturaleza, hábitats, ecosistemas, así como objetos estético, ideológico y cultural-histórico, además de lugares. Técnicamente, lo más común es identificar el paisaje como una superficie geográfica heterogénea, constituida por un grupo de ecosistemas que presentan imagen o apariencia semejante (Forman, R.T.T.et .al 1986).

Para la obtención del mapa de unidades del paisaje a nivel regional a escala 1:500 000 (ver Figura IV. 75), tomando en consideración la producción temática con la que se cuenta a nivel nacional por fuentes oficiales, se usaron los siguientes insumos cartográficos:

a) Mapa geológico de México escala 1:250 000 (SPP-INEGI 1984b).

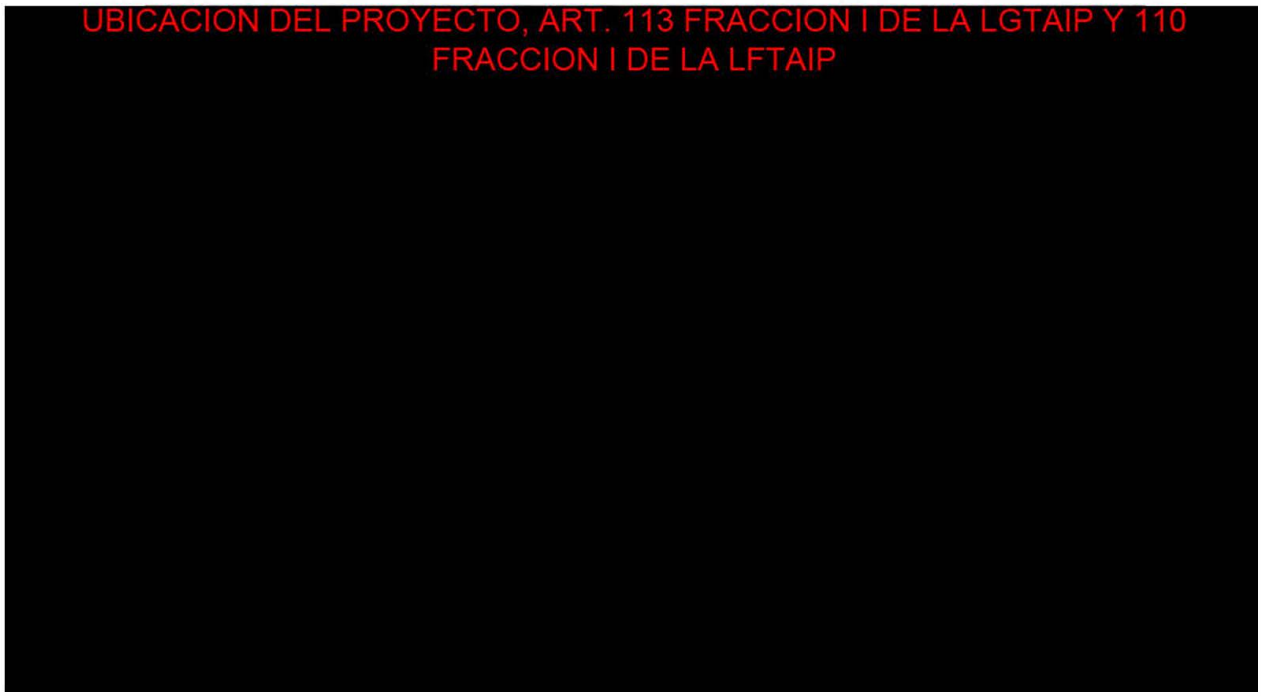
b) Mapa de tipos morfométricos de relieve de México a escala 1:250 000 (Priego-Santander et al. 2003a).

c) Mapa del sistema clasificatorio de relieve de México a escala 1:250 000 (Ortiz 2000).

d) Mapa de los climas de México escala 1:1000 000 (García 1998, 2006).

e) Mapa de suelos de México escala 1:250 000 (SPP-INEGI 1984a, INIFAP-CONABIO 1995).

f) Mapa de vegetación y uso del suelo de México a escala 1:250 000 (Velázquez-Montes et al. 2002).



Fuente: Elaboración IMP

Como se muestra en la Figura IV. 75, el SA se localiza en tre unidades de paisaje, la 35 denominada de Lomeríos tectónico-volcánicos, constituídos por rocas sedimentarias carbonatadas y cubiertos por depósitos de caída en clima templado húmedo a sub húmedo, con bosque mixto, cultivos agrícolas y pastos inducidos sobre Andosol, Leptosol, Regosol y Cambisol. La unidad 38, de lomeríos volcánicos, constituídos por rocas extrusivas ácidas en climas semicálidos húmedo a subhúmedo, con pastos inducidos y cultivados y selva caducifolia, sobre Regosol, Leptosol, Luvisol, Cambisol, Acrisol y Andosol y finalmente la unidad 46, de lomeríos, tectónico volcánicos, constituídos por rocas del complejo metamórfico indiferenciado y cubiertos por depósitos de caída, en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con pastos inducidos sobre regosol.

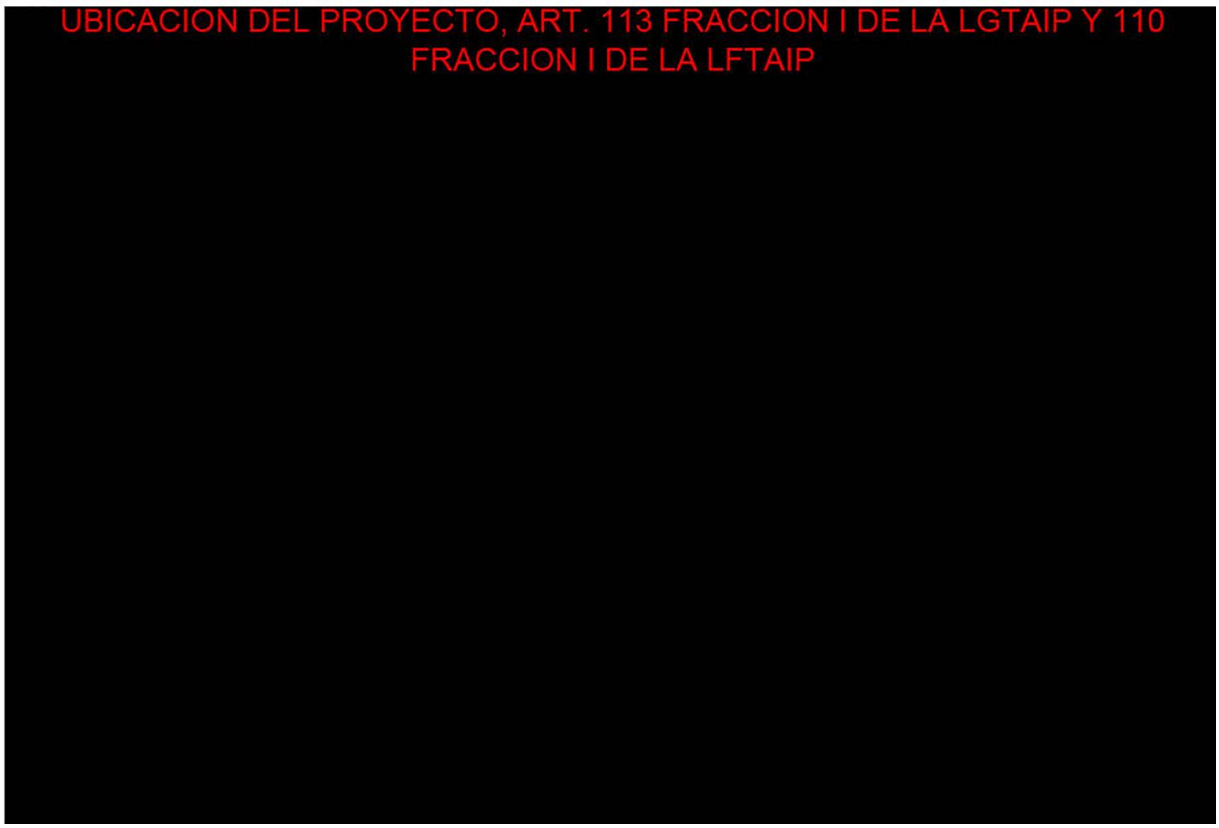
Como se indicó anteriormente, estas unidades son regionales y cubren grandes extensiones de terreno y se cuentan con un orden jerárquico de análisis de información, lo que permite una primera diferenciación de los paisajes.

Lo anterio indica que se establece un sistema de clasificación del (macro)-relieve y geoformas subordinadas, con una clara connotación jerárquica, donde las unidades contempladas en cada nivel puedan ser definidas y el resultante es unidades homogéneas, en téminos geomorfoe-genéticos.

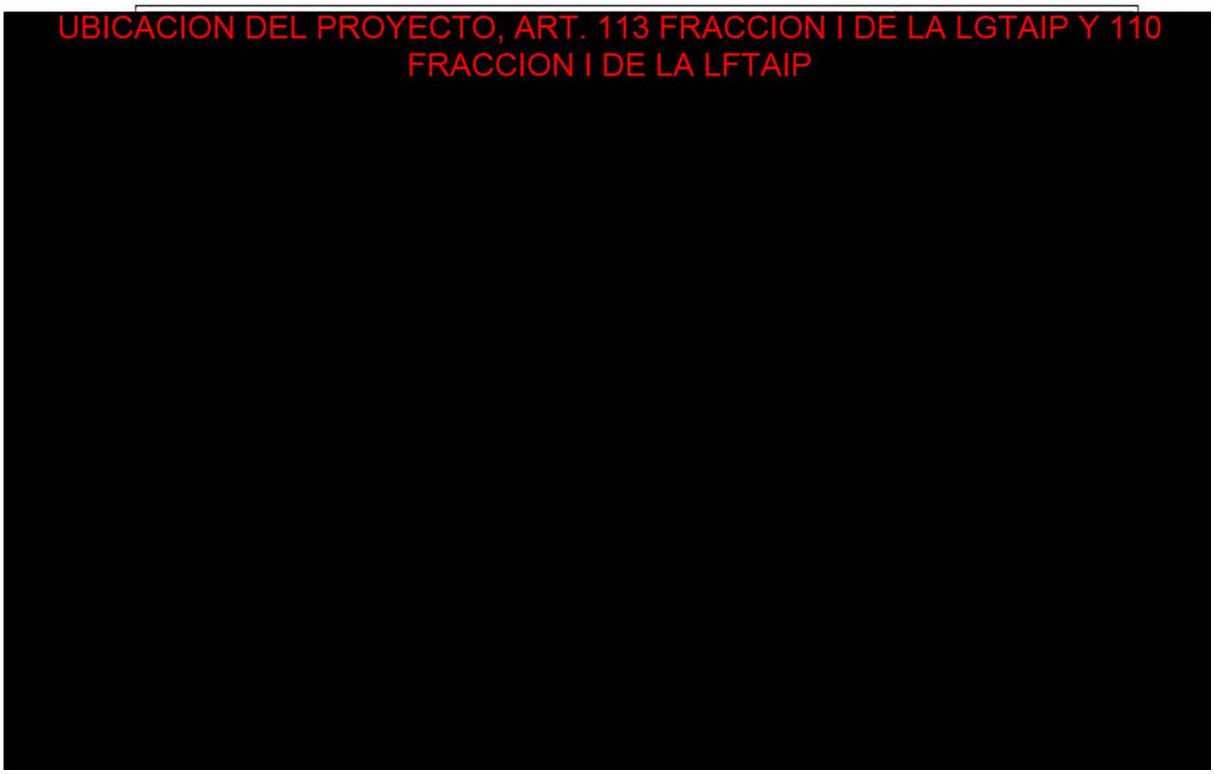
Para poder identificar la calidad visual, y fragilidad dentro del SA y el área del proyecto, se incluyeron elementos particulares que se describen a continuación, como lo son los sitios de amortiguamiento para la conservación y los resultados de los recorridos de campo, que incluyen de manera específica, los manchones de vegetación natural que persisten dentro del SA.

Sitios de amortiguamiento para la conservación.

En la zona del proyecto se contará aproximadamente con 14 ha como zona destinada para la conservación (ver Figura IV. 76). Además, aledaña a este se encuentra todavía 20.29 ha de relicto de vegetación natural las cuales son importante para mantener conectividad y conservar las especies que están presente en la zona.



A nivel paisaje se puede distinguir otros fragmentos de vegetación natural (Figura IV. 77), los cuales ayudan a que las poblaciones de fauna presentes puedan desplazarse sin ningún problema a otros sitios. Además, estos sitios son importantes porque ayuda a mantener el flujo genético entre las poblaciones presente.

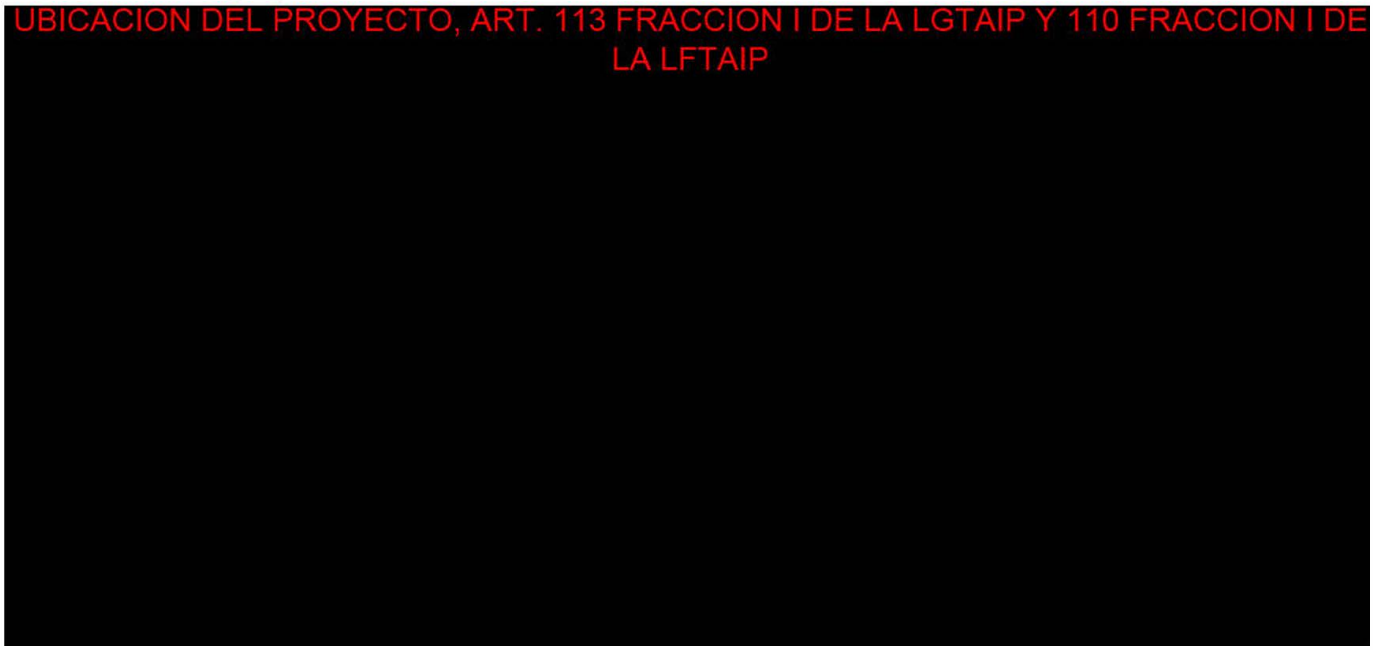


Es importante mencionar que, en los recorridos realizados en los transectos en búsqueda de presencia de fauna silvestre, no se registraron zonas de anidación. Sin embargo, no se descarta encontrar algún nido durante el inicio de actividades en la zona del proyecto. Además, se registró la presencia *A. palliata,* lo cual es una especie de gran importancia para la conservación.

Cabe mencionar que el área de proyecto ya se encuentra enclavada en un desarrollo industrial, enclavado en las áreas con menor elevación, por lo que las áreas de vegetación con mejores condiciones de conservación, mantienen la calidad visual y estética, que se ha conservado hasta la fecha.

IV.2.4. Medio Socioeconómico.

De acuerdo a la actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Coatzacoalcos-Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río-Ixhuatlán del Sureste, el área donde se desarrollará el proyecto está considerada como una zona de reserva Industrial.[1]



Derivado del análisis de información cartográfica del Marco Geoestadístico Nacional del 2019 (INEGI), así como la fotointerpretación de imágenes satelitales de mayo del 2020 (Google Earth), fue posible identificar la presencia de 5 localidades ubicadas dentro del área de influencia, todas clasificadas como rurales.

Cuando el nivel de desagregación lo permitió, la descripción demográfica y sociocultural se desarrolló con la información estadística de esas 5 localidades. Para los otros indicadores descritos en este apartado, se utilizó la información a mayor detalle disponible, haciendo la aclaración pertinente.

[1] Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Plano Usos, Destinos y Reservas (E-11)

IV.2.3. Demografía.

Es una ciencia que estudia estadísticamente las poblaciones humanas; su dimensión, estructura, evolución y características generales, así como los procesos concretos que determinan su formación, conservación y desaparición. La variedad de combinaciones de estos fenómenos, supone la velocidad de las modificaciones de la población, tanto en sus dimensiones numéricas como en su estructura poblacional.[2]

Para realizar el análisis comparativo de los datos estadísticos se utilizó la información de los censos y conteos de población y vivienda, realizados por INEGI de 1990 al 2010[3]. No se utilizaron los censos de 1980 hacia atrás porque el nivel de desagregación es por municipio, y la encuesta Intercensal proporciona información para localidades de más de 50,000 habitantes.

La información sociodemográfica se presenta en 12 grupos, con 29 indicadores que muestran la estructura y características principales de la población (Tabla IV. 52). Como puede observarse no todos los indicadores están disponibles para cada evento del periodo, en algunos casos la construcción de estos requiere el uso de operaciones matemáticas entre ellos.

Tabla IV. 52. Información censal disponible.

VARIABLE	INDICADOR	1990	1995	2000	2005	2010
POBLACIÓN	Población total	X	X	X	X	X
	Población masculina	X	X	X	X	X
	Población femenina	X	X	X	X	X
	Población de cero a 14 años				X	X
	Población de 15 a 64 años				X	X
	Población de 65 años y más				X	X
FECUNDIDAD	Promedio de hijos nacidos vivos				X	X
MIGRACIÓN	Población nacida en otra entidad			X	X	X
INDIGENA	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	X	X	X	X	X
DISCAPACIDAD	Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.			X		X
SALUD	Población sin derechohabiencia a servicios de salud			X	X	X

[2] Bacci, Massimo Livi (1993). Introducción a la demografía. Grupo Planeta (GBS).
[3] https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/?ps=herramientas.

EDUCACIÓN	Población de 15 años y más analfabeta	X	X	X	X	X
	Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	X		X	X	X
ECONÓMICA	Población económicamente activa	X		X		X
	Población no económicamente activa	X		X		X
	Población ocupada	X		X		X
	Población ocupada en el sector primario	X		X		
	Población ocupada en el sector secundario	X		X		
	Población ocupada en el sector terciario	X		X		
SITUACIÓN CONYUGAL	Población casada o unida de 12 años y más			X		X
RELIGIÓN	Población con religión católica			X		X
HOGAR	Hogares censales con jefatura femenina			X	X	X
VIVIENDA	Total de viviendas habitadas	X	X	X	X	X
	Viviendas particulares habitadas	X	X	X	X	X
	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	X	X	X	X	X
	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	X		X	X	X
	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	X	X	X	X	X
	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	X	X	X	X	X
	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

El Marco Geoestadístico (MGN) es un sistema diseñado por INEGI, que permite relacionar la información estadística con el espacio geográfico correspondiente, divide al territorio nacional en áreas de fácil identificación en campo y es adecuado para las actividades de captación de información.[4].

El MGN 2019 indica que en la superficie comprendida por el SA existen 5 localidades, de las cuales Amatitán y Benito Canales disponen de información estadística en todos los años; Cadete Juan de la Barrera y Paraíso comenzaron a reportar en 1995 y Tuzandepetl dejó de reportar en el año 2000.

Tabla IV. 53. Registros históricos.

CVEGEO	NOMBRE	1990	1995	2000	2005	2010

[4] https://www.inegi.org.mx/temas/mg/

300820002	Amatitan	x	x	x	x	x
300820009	Tuzandepetl	x	x	x		
300820067	Benito Canales	x	x	x	x	x
300820088	Cadete Juan de la Barrera		x	x	x	x
300820106	Paraíso		x	x		

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

En la siguiente figura se aprecia la distribución territorial de las localidades rurales comprendidas en el SA, y su distancia al proyecto.



Nota: Los valores totales de cada indicador presentados a continuación, hacen referencia a la suma de los registros históricos de las localidades disponibles para cada evento censal, como se observa en la Tabla IV. 53, no todas las localidades cuentan con registros de los cinco eventos.

Población.

A diferencia de la tendencia hacia el alza en el periodo de 1990 al 2010, que se observa en el municipio y la cabecera municipal; el comportamiento de la población en el SA presenta una disminución de casi el 60%, pasando de 597 habitantes a 243. Evidenciando un proceso de despoblamiento de la zona. La relación hombre/mujer se mantiene constante pasando de 1.12 en 1990 a 1.09 en el 2010.

Tabla IV. 54. Población SA Tuzandepetl.

Evento	Localidades con información	Indicador	Municipio	Cabecera Municipal	SA
1990	3	Total	11,987	7,652	597
		Hombre	6,180	3,849	316
		Mujer	5,807	3,803	281
1995	5	Total	13,746	9,133	609
		Hombre	7,024	4,606	326
		Mujer	6,722	4,527	283
2000	5	Total	13,294	8,969	437
		Hombre	6,634	4,405	237
		Mujer	6,660	4,564	200
2005	3	Total	14,015	9,630	264
		Hombre	6,913	4,696	147
		Mujer	7,102	4,934	113
2010	3	Total	14,903	10,149	243
		Hombre	7,361	4,964	127
		Mujer	7,542	5,185	116

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

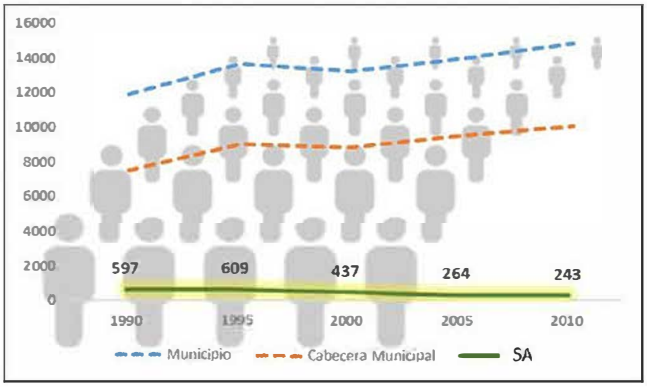


Figura IV. 80. Comportamiento población SA.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

De acuerdo al censo más reciente (2010), la distribución por grupo etario muestra que la población del SA concentra un porcentaje mayor de niños 32.1% (78 habitantes); y adultos mayores 7.0% (17 habitantes), en relación con los datos del municipio y la cabecera municipal. Esto indica que la población dependiente es mayor en el SA.

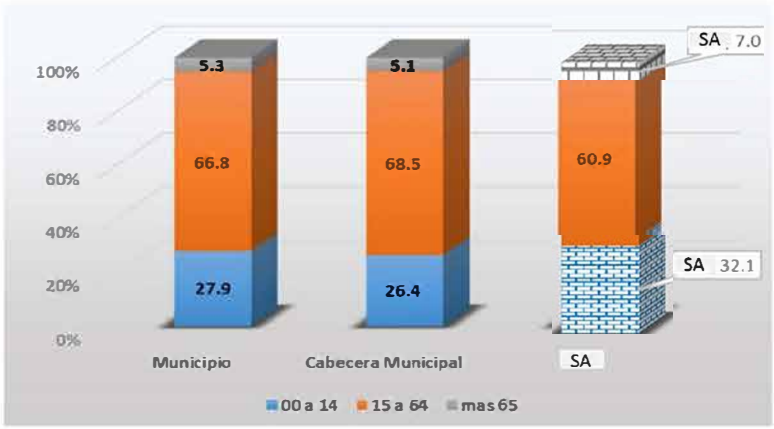


Figura IV. 81. Comportamiento población SA.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Fecundidad.

La fecundidad se mide mediante el promedio de hijos nacidos vivos, que resulta de dividir el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 a 130 años de edad, entre el total de mujeres del mismo grupo de edad. Excluye a las mujeres que no especificaron el número de hijos. El número de hijos que tienen las mujeres de las localidades ubicadas en el SA presentó una disminución del 16% en un

periodo de 5 años, pasando de 3.25 en el año 2005 a 2.73 n el año 2010. La fecundidad de las mujeres del SA es mayor que en el municipio y la cabecera municipal.

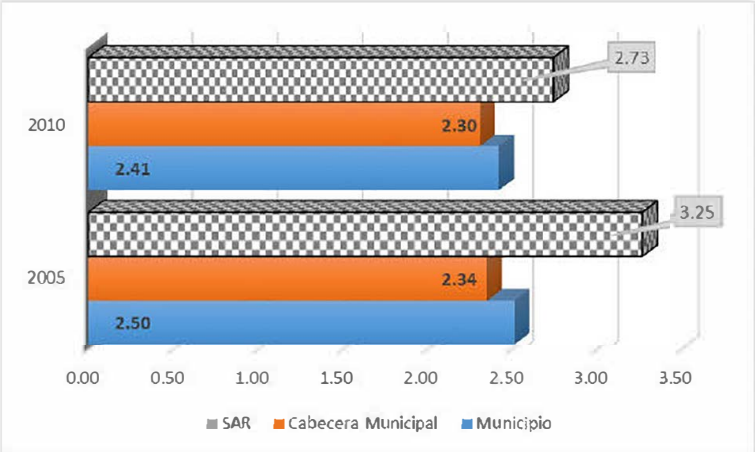


Figura IV. 82. Hijos nacidos vivos.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Migración.

Los datos de migración indican que para el año 2000, el porcentaje de la población nacida en otra entidad que residía en las localidades ubicadas en el SA (11.7%), era muy similar al porcentaje en el municipio (11.9%) y en la cabecera municipal (12.3%). Para el año 2010 este porcentaje subió leventemente en el municipio y en la cabecera municipal, 13.7% y 14.7% respectivamente, sin embargo, este indicador casi se duplico en las localidades del SA, llegando al 21%.

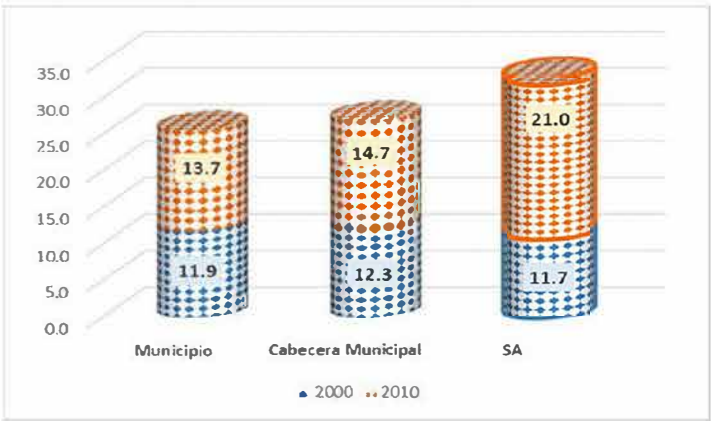


Figura IV. 83. Población nacida en otra entidad.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Indígena.

La existencia de población indígena se obtuvo considerando los registros de personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena. El comportamiento de la población indígena en las localidades del SA muestra una tendencia a incrementarse, pasando de 6 habitantes en 1990 a 9 para el 2010. En términos porcentuales la población indígena en el 1990 representaba el 1.0%, mientras que para el 2010 representaba el 3.7%, casi cuatro veces más.

A diferencia del SA, el resto del municipio y la cabecera municipal presentaron una disminución porcentual en el periodo comprendido entre 1990 y el 2010.

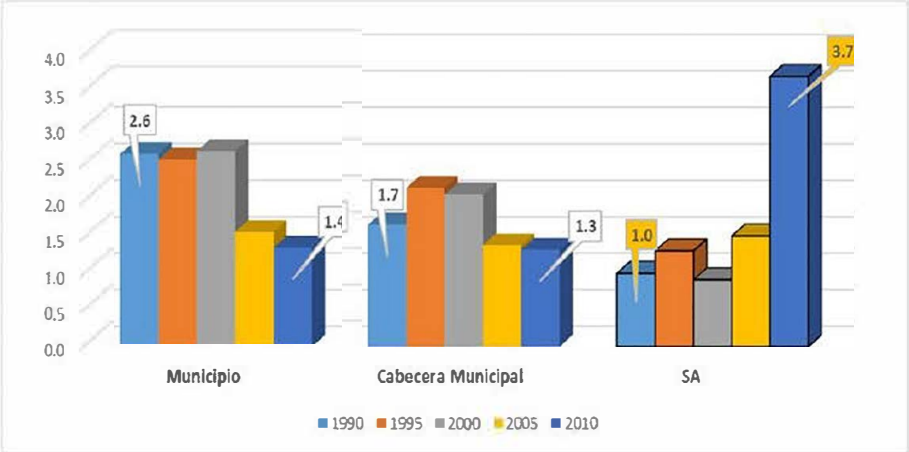


Figura IV. 84. Población que habla alguna lengua indígena.
Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Discapacidad.

El porcentaje de personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, para el año 2000 es muy similar tanto en las localidades del SA, como en el municipio y la cabecera municipal. Para el año 2010 se observa un cremento de un punto porcentual para las localidades del municipio y la cabecera, en el caso de las localidades del SA este aumento fue ligeramente superior.

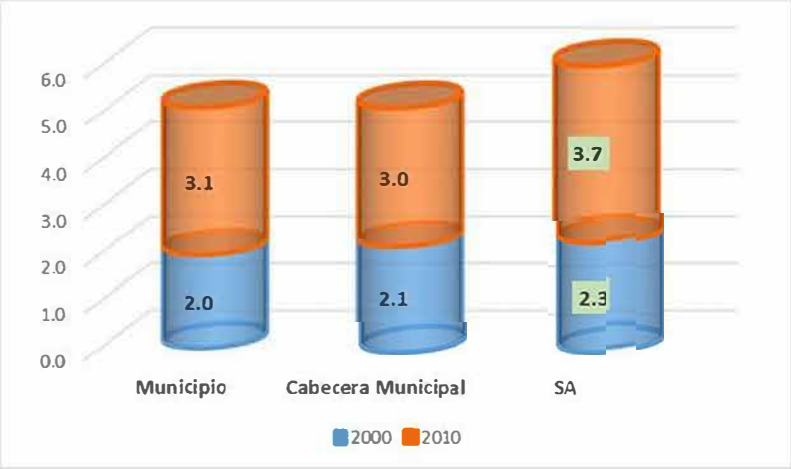


Figura IV. 85. Población que habla alguna lengua indígena.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Derechohabiencia.

INEGI utiliza el concepto de Total de personas que tienen derecho a recibir servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Sistema de Protección Social en Salud o en otra.

La definición derechohabiente indica que es "el derecho de las personas a recibir atención médica en instituciones de salud púbicas y/o privadas, como resultado de una prestación laboral (INEGI).[5].

El 1° de enero del 2004 entro en vigor el seguro popular, un instrumento que busca brindar protección a la población no derechohabiente mediante un seguro de salud, público y voluntario, orientado a reducir los gastos médicos de bolsillo y fomentar la atención oportuna a la salud. El costo será cubierto mediante un subsidio federal proveniente de recursos fiscales del Presupuesto de Egresos de la Federación y de las aportaciones familiares de los asegurados. El monto de la aportación familiar es determinado según el nivel de ingreso de cada familia[6]

[5] https://www.significadode.org/derechohabiencia.htm
[6] http://www.salud.gob.mx/unidades/dgpfs/faq.htm

Para corregir el error conceptual del INEGI, se optó por ajustar las cifras del 2005 y 2010 de población derechohabiente, descontando los datos de población registrada en el seguro popular.

La población ubicada en el SA que no es derechohabiente, consecuencia de no tener trabajo, trabajar por su cuenta, o laborar en un trabajo informal, presenta niveles alarmantes, en el periodo del 2000 al 2010, más de 3/4 partes de la población, y sigue en aumento.

Afortunadamente la estrategia del gobierno federal para dotar cobertura médica (básica) a la población de escasos recursos mediante el esquema del seguro popular ha permitido reducir la cantidad de población que no cuenta con atención médica (básica), pasando del 77.3% en el año 2000 al 30.5% en el 2010.

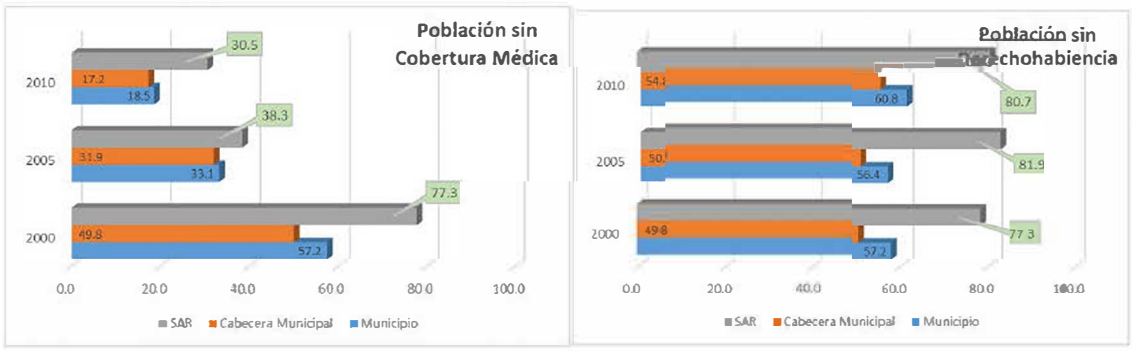


Figura IV. 86. Población sin derechohabiencia y Población sin cobertura médica.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Educación.

El fenómeno del analfabetismo ha ido disminuyendo tanto en las localidades del SA, como en las del municipio y la cabecera municipal, en el SA pasó de 62 personas (1990) a 23 personas (2010).

Al igual que el analfabetismo, el número de personas de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, también se ha visto reducida considerablemente, incluso a velocidad mucho mayor, pasando de 45 personas en 1990 a 4 en el 2010 para el caso de las personas que viven en el SA.

Economía.

El nivel de ocupación de la población económicamente activa ubicada dentro de la SA, es muy alto, esta condición es muy semejante a lo que se observa a nivel municipal y en la localidad de Ixhuatlán

del Sureste, que funge como cabecera municipal, en los últimos 30 años. Sin embargo, el comportamiento de la población que, a pesar de estar en edad productiva, no es parte del mercado laboral por dedicarse al hogar, los estudios o alguna otra tarea no registrada como productiva (PNEA), es diferente su comportamiento en el 2010. Mientras que en los años censales de 1990 y 2000, el número de pobladores de esta cohorte es significativamente más alto a la PEA, en el año 2010 hay una disminución comparativa en la SA, a diferencia de los otros parámetros, que conservan la tendencia de años anteriores.

Cabe señalar, que no obstante los indicadores estadísticos de alta ocupación, el Agente Municipal de la localidad de Benito Canales, mencionó que actualmente hay muchos pobladores desempleados, toda vez que los derrames de salmuera ocasionan daños a los cultivos y a los animales de corral, por eso la gente prefiere ya no dedicarse a la actividad agrícola.

Por otra parte, debido a que la proporción de mujeres productivas dentro de la PENEA es particularmente alta en la comunidad de Cadete Juan de la Barrera (93%), es un elemento que se debe monitorear, toda vez que, la activación económica de la zona que potencialmente producirá la construcción de las cavernas de almacenamiento en Tuzandepetl, podría llegar a fomentar la ocupación irregular de esta cohorte de población en la venta de comida, considerando que se ubica muy próxima al polígono del proyecto. En este sentido, las autoridades deberán tener especial atención en que la venta de alimentos, en vía pública cumpla con las disposiciones estipuladas en las reglamentaciones oficialmente reconocidas, esencialmente las referentes a la sanidad, debido a la contingencia sanitaria actual.

Tabla IV. 55. Población económicamente activa, PENEA y PO.

ÁREA	Año Censal 1990			2000			2010		
	PEA	POA	PNEA	PEA	POA	PNEA	PEA	POA	PNEA
TOTAL MUNICIPAL	3196	2994	4253	4012	3913	5409	5276	5031	6149
IXHUATLAN DEL SURESTE	1920	1777	2871	2621	2544	3880	3664	3471	4165
LOCALIDADES	175	170	217	140	132	179	80	79	100

Fuente: INEGI, ITER 1990, 2000 y 2010.

PEA: Población Económicamente Activa, POA: Población Ocupada y PNEA: Población No Económicamente Activa.

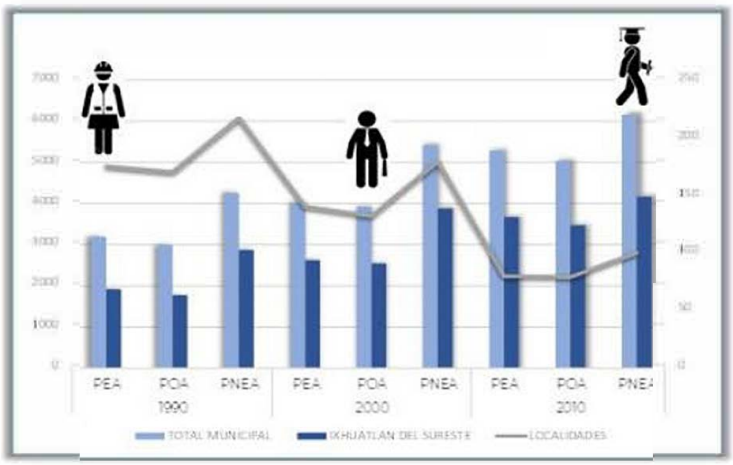


Figura IV. 87. PEA, POA y PNEA 1990, 2000 y 2010 para el Área del SA y zonas de referencia.

Fuente: INEGI, ITER 1990, 2000 y 2010. PEA: Población Económicamente Activa, POA: Población Ocupada, PNEA: Población No Económicamente Activa.

El sector económico predominante en el SA es la actividad primaria, sin embargo, es notoria la transición al sector secundario y terciario entre 1990 y 2000, pues en este último año la distribución entre estos tres sectores es muy semejante. Esta conversión sectorial, se presentó también a nivel municipal y en la localidad de Ixhuatlán del Sureste, pero el cambio se dio principalmente entre la población dedicada a las actividades secundarias hacia las de venta de bienes y servicios.

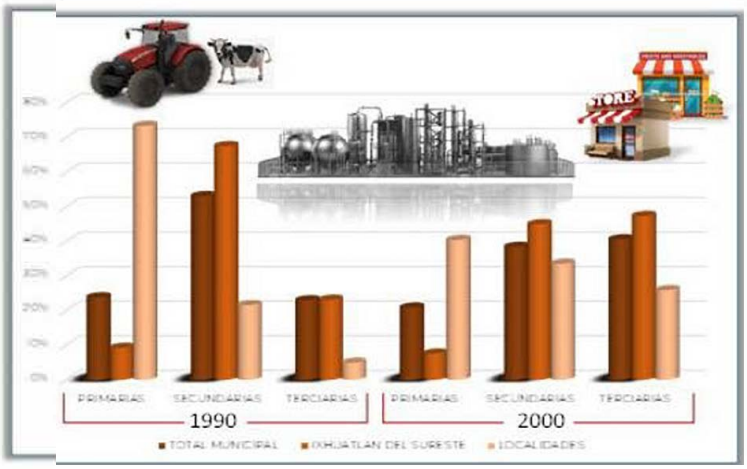


Figura IV. 88. Actividad económica según sectores económicos 1990 y 2000 para el SA y áreas de referencia.
Fuente: INEGI, ITER 1990, 2000.

La información de población ocupada en estos tres grupos de la economía, no se obtuvo para el censo del 2010, sin embargo, con datos del Inventario Nacional de Vivienda 2016, podemos advertir

que las principales actividades de las localidades que conforman el SA son la cría y explotación de animales y la agricultura. Mientras que, en la zona urbana cercana, la mayor parte de la economía se sustenta en el comercio y hay algunas actividades que podrían verse beneficiadas por el proyecto, como la fabricación de cemento y concreto, la fabricación de herrería y la fabricación de madera para construcción. Estos datos fueron extraídos del DENUE.



Formas De Vida.

Las formas de vida de la población se analizan a partir de 3 características que reflejan la idiosincrasia de un grupo de población, esto es, su preferencia por el estado civil, la elección o adopción por costumbre de una religión y el género de la jefatura familiar.

En el SA, era muy alto el número de población que declaró estar casada o soltera en el año 2000 y este dato disminuyó significativamente en el 2010, sin que esté relacionado con una disminución demográfica. Probablemente esta situación se deba a un incremento en las personas que decidieron

vivir bajo un estado de asociación libre[7], ya sea por el costo que representa unirse en matrimonio, (dadas las exigencias sociales) o bien por convicción, impulsada por la regulación de la relación concubinaria (Código Civil Federal en 2007). Este cambio de pensamiento, representa características particulares en el comportamiento de una sociedad, cuando la desintegración familiar es más común, pero también, facilita que las personas y principalmente las mujeres, puedan tomar la decisión de rehacer sus vidas.

De manera semejante, el número de personas que declararon ser católicos o sin religión, disminuyó del año 2000 al 2010, esto es seguramente, derivado de la conversión de la sociedad veracruzana y en particular de las comunidades rurales a prácticas protestantes[8], teniendo como estímulo la pertenencia a un grupo y de esta forma, minimizar el sentimiento de exclusión social.

Sin embargo, es visible en la gráfica, que a pesar de que ha habido cambios importantes en la inclusión de la mujer en el mercado laboral, las costumbres de las comunidades rurales que integran la SA, siguen priorizando a los hombres como jefes de familia.

[7] Unión afectiva de dos personas físicas, con independencia de su sexo, a fin de convivir de forma estable, en una relación de afectividad análoga a la conyugal.

[8] Vázquez Palacios, Felipe R. (2007), *La fe y la ciudadanía en la práctica evangélica veracruzana.*

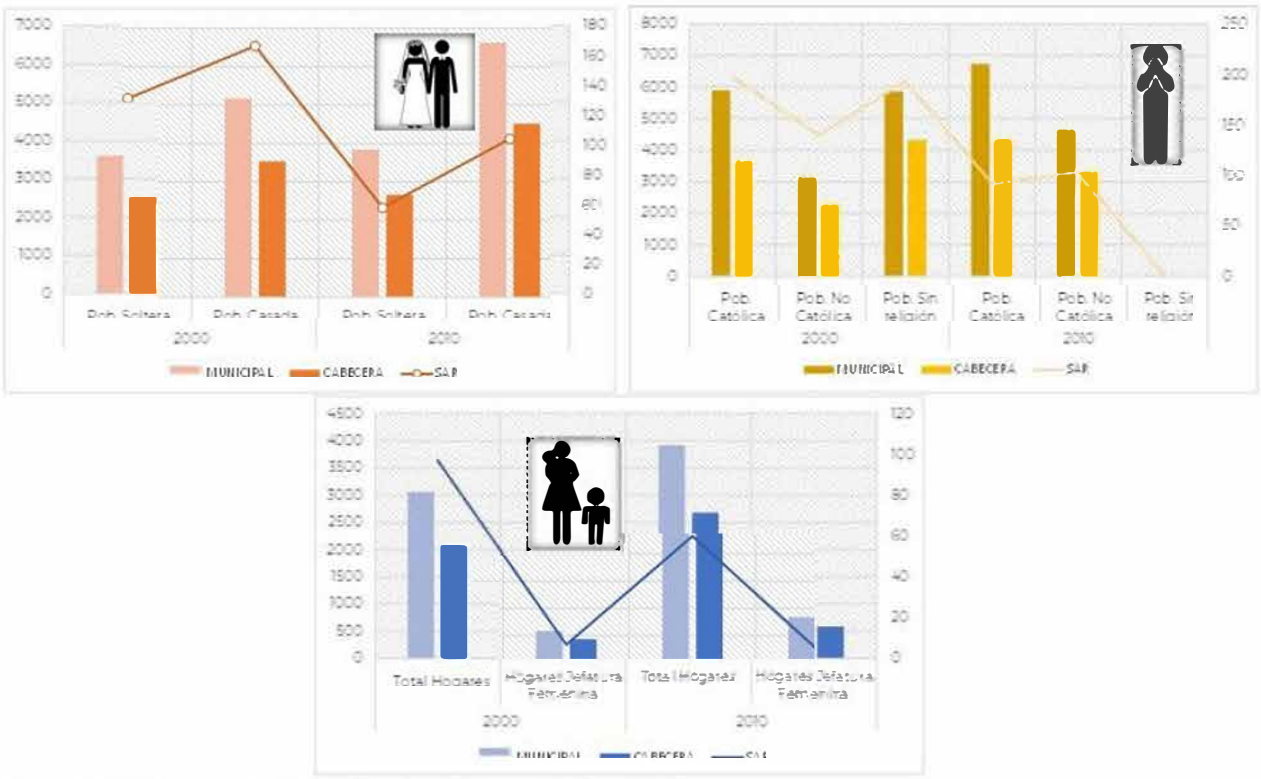


Figura IV. 90. Formas de vida de la población asentada en la SA.

Fuente: INEGI, ITER 2000 y SINCE 2010.

IV.2.3 .1. Pobreza Y Rezago Social.

Tres de las localidades que integran el SA son asentamientos que se establecieron de forma irregular sobre propiedad de Pemex, Áreas Naturales Protegidas o propiedad privada, condición que modela la forma de vida de las mujeres y hombres de esas comunidades.

La situación patrimonial de Paraíso (Ejido), Benito Canales y Cadete Juan de la Barrera, son un factor que impide la mejoría en la disponibilidad de servicios en la vivienda, así como de equipamiento educativo, de salud y recreativo; esta carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, así como, las privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar los convierte en poblaciones con un nivel alto y muy alto de marginación.

El Ejido Paraíso se conforma por caseríos dispersos, autonombrados localidad, no cuenta con ninguna autoridad, dado que el comisariado Ejidal los desconoce cómo asentamiento de esta

jurisdicción. El acceso está cerrado y el ingreso es controlado, siendo su principal problema la organización social.

Las localidades de Benito Canales y Cadete Juan de la Barrera presentan una estructura amanzanada, su condición irregular se manifiesta no sólo en su lugar de residencia, sino también en el desarrollo de sus actividades económicas de supervivencia, pues realizan pastoreo en terrenos propiedad privada y de Pemex.

Las comunidades de Amatitán y Tuzandepetl son de tipo rural, y presentan una configuración que combina caseríos, ranchos y pueblos tradicionales.

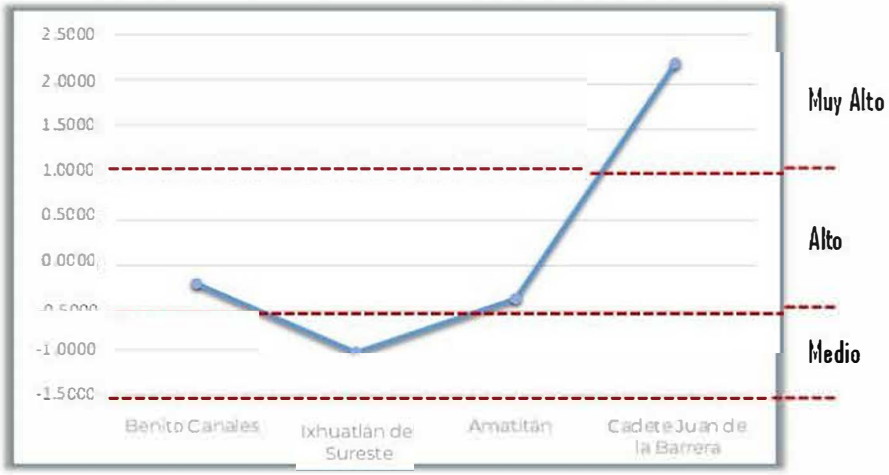


Figura IV. 91. Índice de Marginación Social de las localidades que integran el SA[9].

Fuente: elaboración IMP con datos de CONAPO 2010.

La Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece que la medición de la pobreza debe considerar el carácter multidimensional de la pobreza, razón por la cual, el CONEVAL construyó el Índice de rezago social a nivel municipal contemplando indicadores de educación, salud y vivienda. El municipio de Ixhuatlán del Sureste ha modificado su nivel de pobreza en los últimos 15 años (del 2000 al 2015) aunque no significativamente, toda vez que su grado de rezago social es Bajo en los cuatro periodos analizados.

[9] El índice de Marginación Social lo desarrolla CONAPO con información del 2010 y sólo para localidades seleccionadas.

Sin embargo, el lugar que ocupa en el contexto nacional ha variado desde el año 2000, que ocupaba el lugar 1,420 de rezago, mientras que en el año 2010 cayó hasta el lugar 1,648, mejorando en 2015 al 1,560.

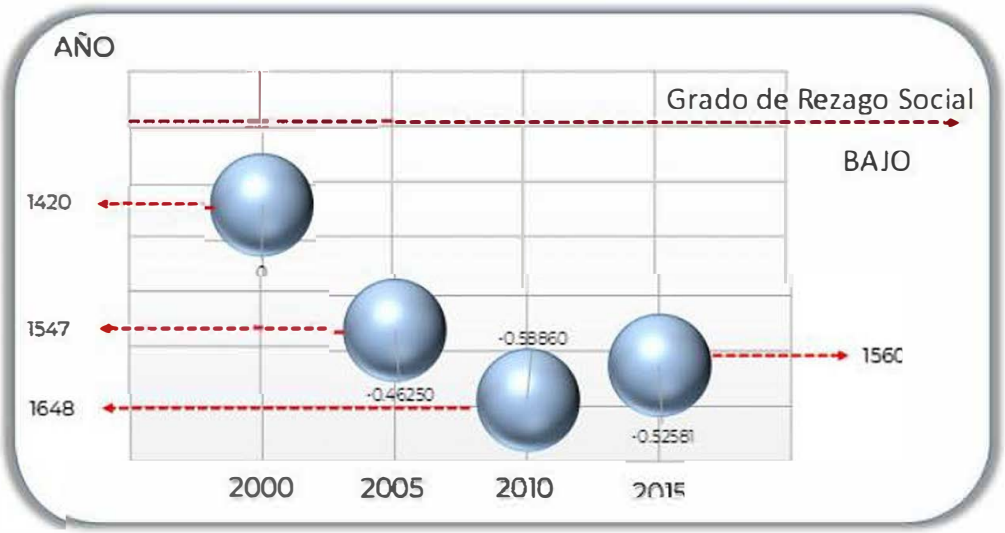


Figura IV. 92. Grado de Rezago Social del municipio de Ixhuatlán del Sureste.

Fuente: Elaboración IMP con información de CONEVAL 2000 – 2015.

Vivienda.

A diferencia de la evolución que ha tenido la vivienda en el municipio y en la cabecera municipal, con un continuo incremento a lo largo de los años, en el área del SA, el número de viviendas se ha visto reducido. Esto probablemente se deba a las bajo niveles de empleo que reportaron los agentes municipales, lo que ha orillado a la población a moverse a otras zonas del Estado o del País en busca de un ingreso. Incluso, no sólo se ha reducido el número de viviendas particulares habitadas, sino también el promedio de ocupantes por vivienda disminuyó de 4.9 a 4.3 y 3.8.

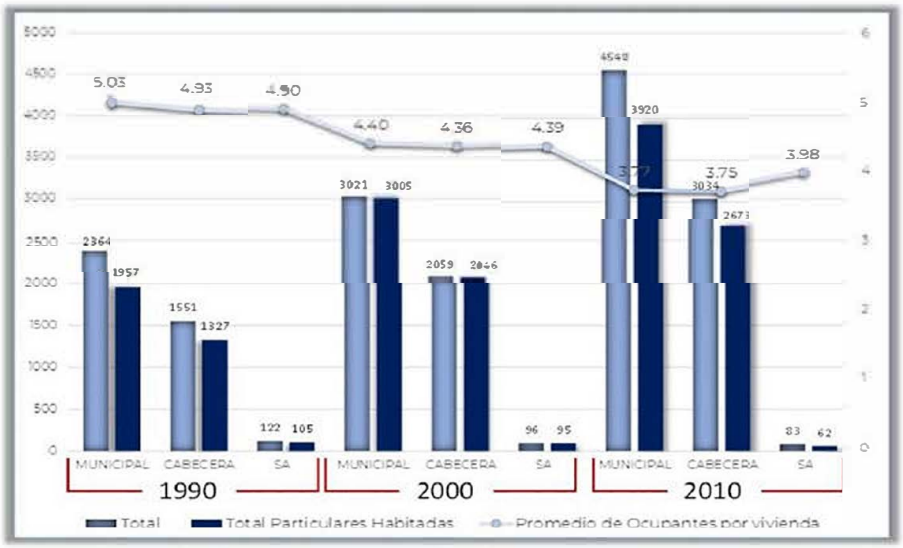


Figura IV. 93. Viviendas totales, habitadas y promedio de ocupantes 1990, 2000 y 2010 del SA y áreas de referencia.

Fuente: INEGI, ITER 1990, 2000 y SINCE 2010.

En cuanto a la cobertura de servicios básicos, esta es muy variada, prácticamente la totalidad de viviendas cuentan con energía eléctrica (95.3%), un alto porcentaje cuenta con excusado y drenaje (90.7%) aunque este servicio ha sido adquirido por los mismos colonos mediante la creación de fosas sépticas, que es un mecanismo relativamente sencillo y barato para el tratamiento de aguas residuales domésticas. El servicio de suministro de agua dentro del ámbito de la vivienda es nulo, la gente recurre a los pozos, mismos que ha declarado contaminados debido a los derrames de salmuera.

Según información del SINCE y del INV 2016, las localidades inmediatas al proyecto, no contaban el servicio de agua entubada, sin embargo, con el trabajo en sitio, fue posible corroborar que, en la localidad de Cadete Juan de la Barrera, el 70% de las viviendas cuentan con este servicio, el cual, probablemente sea proporcionado mediante el abastecimiento de pipas y mangueras y no propiamente por una red de tuberías conectadas a instalaciones de captación y almacenamiento de agua. Mientras que el 30% restante se abastecía directamente de agua de pozo.

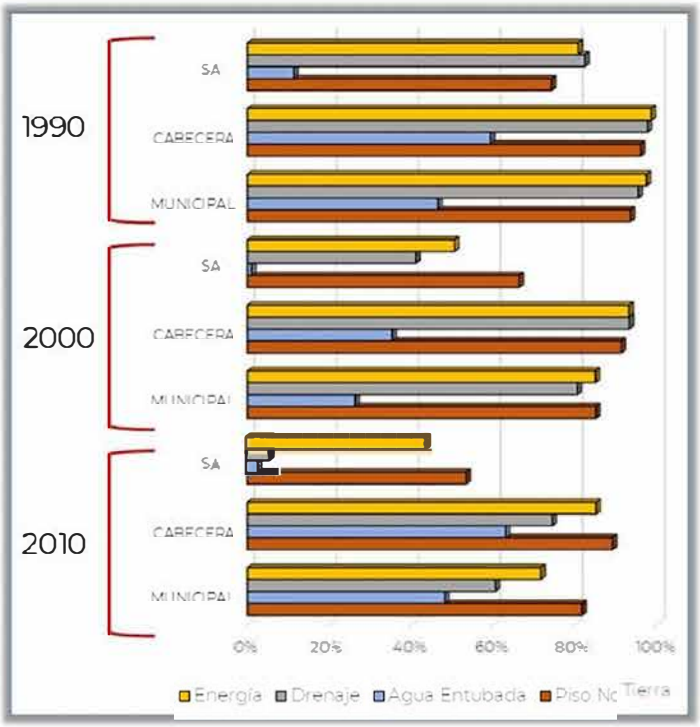


Figura IV. 94. Servicios de la vivienda 1990, 2000 y 2010 en el SA y áreas de referencia.

Fuente: INEGI, ITER 1990, 2000 y SINCE 2010.

IV.2.4. Cultural.

Esta información siempre dispondrá de un carácter subjetivo, la población del Área cuenta con espacios y costumbres particulares, que les permiten expresarse como sociedad, las cuales podrían verse alteradas por la presencia de personas externas que no comparten la importancia de su forma de vida. Bien sea por el peso específico que les otorgan los habitantes del SA, o por el interés evidente para el resto de la colectividad, estos elementos merecen toda la consideración en el estudio.

Costumbres Y Tradiciones.

Del 2 al 4 de mayo, tradicionalmente se celebra la fiesta religiosa en honor a la Santa Cruz en el Coyolar.

Del 29 de julio al 2 de agosto se celebra la fiesta patronal de San Cristóbal, patrono del pueblo, con bailes populares, actos religiosos, corridas de toros, juegos mecánicos, carreras de caballos, torneo de cintas, peleas de gallos, rodeos, cochino encebado, juegos pirotécnicos y encuentros deportivos.

Los platillos típicos del Municipio son: la barbacoa de res, mole negro, pollo horneado y carne ahumada de res, mole rejón, tamales de masa cocida, albóndigas, tapipilte (tamal de sábalo).

Usos Recursos Naturales.

La zona de estudio se ubica en una llanura aluvial costera inundable, que ha estado sujeta a modificaciones, primeramente, por la actividad agrícola, ganadera y petrolera, y posteriormente por la urbanización del municipio. El paisaje se ha visto fragmentado por el desarrollo industrial y urbano, trayendo como consecuencia un deterioro ambiental.



De acuerdo al mapa de Vegetación y Uso del Suelo del INEGI, el terreno donde se desarrollará el proyecto está clasificado como pastizal cultivado, aunque la Conabio lo clasifica como agrícola-pecuario con otra vegetación (selva), y recorridos de campo indican la presencia de popal-tular en las zonas inundables.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos, ambientalmente el espacio ocupado por el SA está clasificado como Aprovechamiento en más de 3/4 partes de su territorio (78.2%), seguido de terrenos de Conservación (Preservación) (21.8%).

- Aprovechamiento: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas.
- Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales.

La mayoría de la población que habita las localidades del SA, tienen a la actividad ganadera como su principal actividad económica, seguida de agricultura de subsistencia.

Tabla IV. 56. Actividad principal localidades.

Clave Geo	Nombre Localidad	Lugar Trabajo	Actividad Principal	Producto principal
300820002	Amatitán	Misma localidad	Cría y Explotación de Animales	Ganado bovino
300820088	Cadete Juan de la Barrera	Misma localidad	Cría y Explotación de Animales	Ganado
300820106	Paraíso	Otra localidad	Agricultura	Maíz
300820067	Benito Canales	Otra localidad	Cría y Explotación de Animales	Ganado bovino

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

El pastoreo de ganado se realiza en áreas de protección ambiental y en terrenos del Parque Industrial Alis, representando un problema de violación a la conservación de áreas protegidas, así como la invasión de terrenos de propiedad particular.

La población de las localidades recolecta madera de los terrenos forestales, la cual utiliza como combustible para sus actividades cotidianas. Las mujeres son las que se principalmente realizan esta actividad.

Nivel de Aceptación.

La aceptación del proyecto puede verse desde distintos puntos de vista, dependiendo al sector de la población que se le pregunte:

- La población de las localidades ubicadas en el SA, ven al proyecto como una oportunidad de empleo, por las actividades de preparación del terreno y construcción.
- El sector restaurantero percibe que el proyecto de almacenamiento puede representar una reactivación económica y en particular del ecoturismo.
- Algunos de los pobladores de las comunidades más cercanas al CAE Tuzandépetl, Benito Canales y Cadete Juan de la Barrera, manifiestan su preocupación por el incremento de derrames de salmuera, ya que manifiestan que en el pasado estos han contaminado sus fuentes de agua y matado a sus animales.
- Hay una situación indirecta a las actividades del CAE, pero que preocupa a la población de las localidades cercanas, el estado físico de la carretera que comunica la zona del SA con las localidades de Ixhuatlán y Nanchital. Desde su perspectiva, el deplorable estado de esta vía de comunicación se verá afectado por el incremento de camiones y personas que lleguen a

realizar las obras del proyecto, y pueden a llegar a estar incomunicados como ocurrió en el año 2019.



Figura IV. 96. Condiciones vialidad proyecto.

Fuente: Elaboración IMP, recorrido en sitio.



Figura IV. 97. Reparación vialidad proyecto, 2019.

Fuente: Elaboración IMP, recorrido en sitio.

Valor Social Terrenos

Aún que la gente sabe que el terreno es propiedad de Petróleos Mexicanos, la inexistencia de alguna barda perimetral, cerca o algún elemento que impida la entrada, permite que la gente de las comunidades cercanas al proyecto utilice los terrenos como parte importante de su vida cotidiana, recolectan madera para combustible, hay presencia de pequeñas parcelas de maíz que utilizan para complementar su sustento, e incluso existen algunas actividades esporádicas de caza.

Al día de hoy existe un proceso legal entre Pemex y dos ex pobladores del ejido El Paraíso, que han instalado un campamento de aproximadamente 10 viviendas, muchas de ellas sin evidencia de moradores, desde el cuál exigen la devolución de los terrenos expropiados. Para que dicha recuperación fuera viable, se requiere el reintegro, por parte de los demandantes, del monto que en su momento Pemex pagó por concepto de la expropiación (DOF 08/12/87 Secretaría de la Reforma Agraria).

Aunque el terreno del proyecto es parte importante en el desarrollo de las actividades cotidianas de la población de las localidades cercanas, todos ellos están conscientes de la propiedad de Pemex, así como su legítimo derecho de hacer uso de sus terrenos.

Patrimonio Histórico.

A pesar de que el norte del municipio de Ixhuatán del Sureste tiene una fuerte presencia de actividad industrial, particularmente la petrolera (pozos, ductos de diversos productos e instalaciones de almacenamiento), también contiene una gran tradición histórica, que no es comúnmente reconocida.

Prehispánica.

Ixhuatlán es un vocablo náhuatl ishua-tlan, que significa lugar de hojas verdes de maíz, se encuentra ubicado en una franja territorial que comprendió una zona de asentamientos edificados por la cultura Olmeca. En esta zona desarrollaron asentamientos humanos en una franja de montículos de barro, mimetizados con algunas lomas y que fueron construidos por esta cultura que hacia el año 1500 A.C. formó parte de un rico asentamiento olmeca.

Los olmecas son considerados como la cultura madre de México pues dicha cultura fue la primera en asentarse en el territorio del sureste, siendo de gran influencia para el desarrollo de futuras culturas prehispánicas, muchos de los que formaron la cultura olmeca migraron para otras zonas de México.

La importancia de la cultura Olmeca destacó por contar con diferentes rutas comerciales, lo que permitió su expansión por varios estados de la república.



En enero del 2018 el delegado del INAH de Veracruz Julio Ignacio Martínez de la Rosa, hizo un reconocimiento al municipio de Ixhutlán del Sureste, por ser el lugar donde se encontró el monolito del Cachorro Jaguar. La importancia de este descubrimiento, realizado por el arqueólogo danés Frans Blom en 1922, se centra en la antigüedad de la pieza, datada en 3,000 años.

Entre las piezas arqueológicas que se encuentran exhibidas en el palacio municipal se hay; cuchillos aztecas, vasijas coloniales de vinateras, aceiteras, cerámica decorada y diversas figuras evidencias de asentamiento Mixteco, así también silbatos, piedras y obsidianas, por ello se considera a Ixhuatlán del Sureste como un área de paso de los ancestros de las culturas Azteca, Olmeca y Mixteca.

Los pobladores de las comunidades han donado piezas arqueológicas que han localizado en colonias como La Libertad, ejido Paraíso y Santa María del Carmen por donde se localiza la subestación de la Comisión Federal de Electricidad.

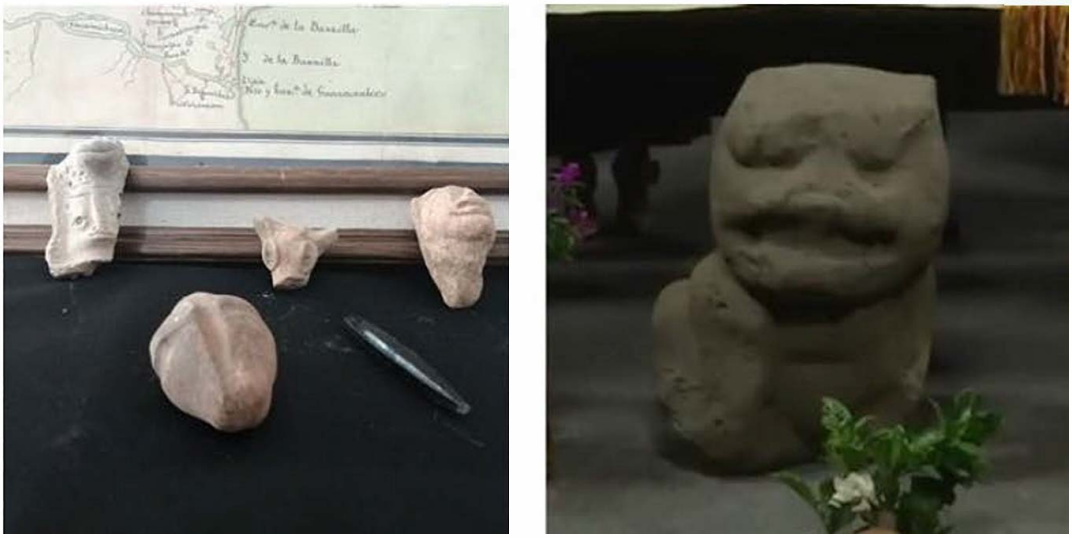


Figura IV. 99. Vestigios arqueológicos del Municipio de Ixhuatlán.

Fuente: Gobierno Municipal Ixhuatlán (2020).

Colonial.

Hacia el año de 1522 Hernán Cortes dispuso que el capitán Gonzalo de Sandoval se internara en el área llamada Coatzacoalco con la intención de fundar un puerto. Así fue como a cuatro leguas (16.7 kilómetros aproximadamente) previas a la desembocadura del río también llamado Coatzacoalco, Sandoval encontró un puerto de condiciones idóneas para la navegación; y el 8 de junio de 1522 fundó la Villa del Espíritu Santo (hoy conocida como Barragantitlán) erigida en capital de la provincia de Guazacualco, lo que hoy conocemos como el territorio del municipio de Ixhuatlán del Sureste.

En ese entonces la Villa del Espíritu santo era la única villa española establecida en el sur de Veracruz y el quinto asentamiento europeo en la Nueva España. Desde el año de su fundación, Villa del Espíritu Santo contó con un Ayuntamiento y en 1523 recibió un escudo de armas. Para 1525 tuvo un alcalde mayor designado desde la ciudad de México. Este era una especie de lugar teniente nombrado por los gobernadores de la Nueva España para cumplir misiones específicas o bien para representarlos permanentemente en áreas distantes, adquiriendo la denominación de gobernador o alcalde mayor. En la Villa del Espíritu Santo se construyó un astillero para armar embarcaciones españolas.

Las actuales autoridades municipales han realizado una profunda investigación tanto documental como histórica para recopilar evidencia de la riqueza histórica del municipio. Prueba de ello son los siguientes mapas encontrados tanto en el Archivo General de la Nación (CDMX, México), como en el Archivo General de Indias (Sevilla, España).

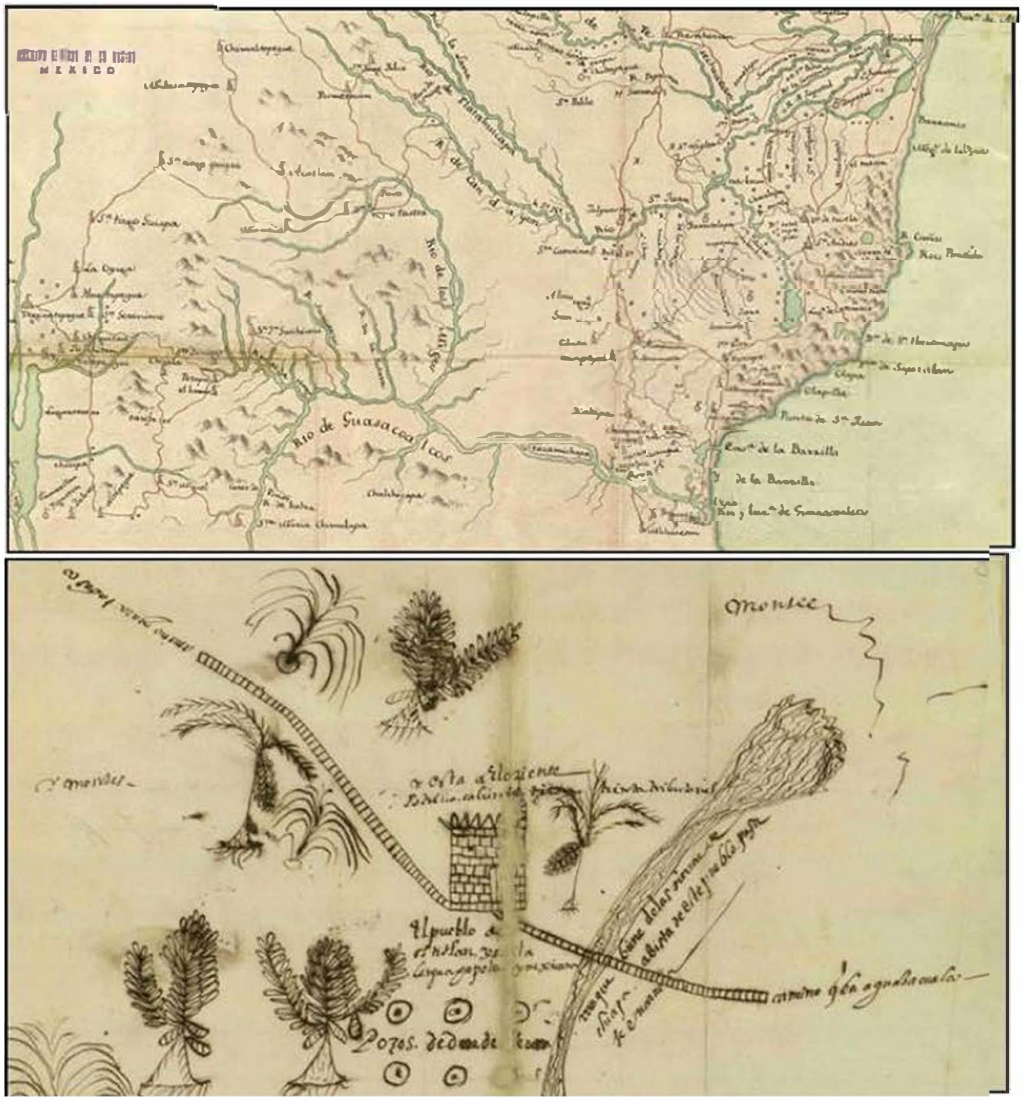


Figura IV. 100. Mapas históricos Ixhuatlán.

Fuente: Gobierno Municipal (Archivo General de la Nación.

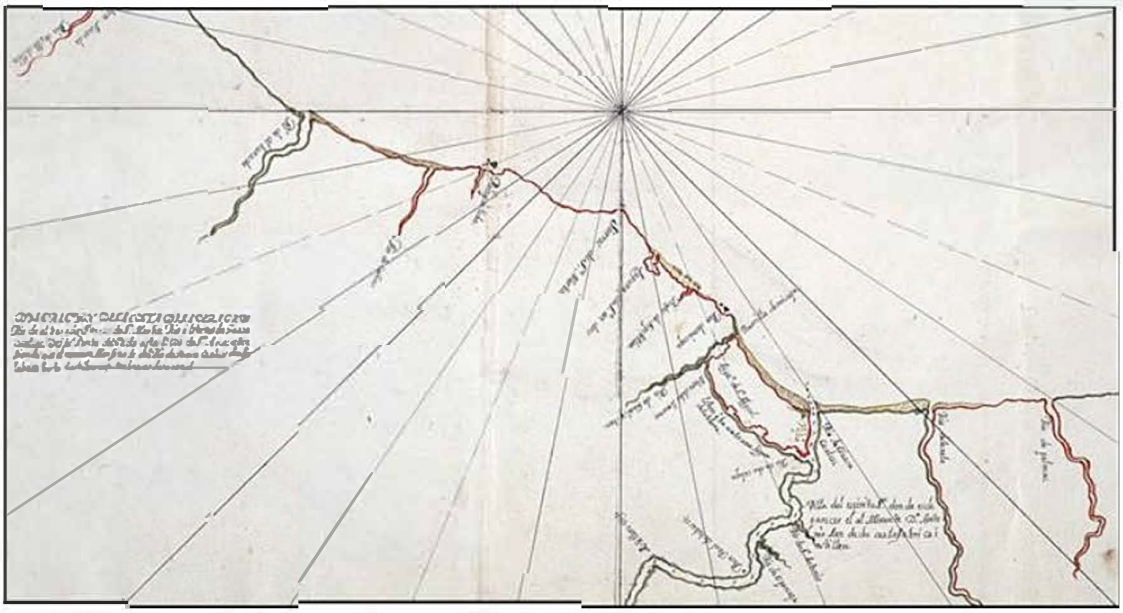


Figura IV. 101. Mapas históricos, astilleros en Villa del Espíritu Santo.

Fuente: Gobierno Municipal (Archivo General de Indias, España).

Las autoridades municipales han desarrollado toda una estrategia de rescate histórico e impulso a la actividad turística, tomando como uno de los ejes fundamentales el acervo cultural con el que cuenta el municipio. Dicha estrategia consta del establecimiento de un pie de museo, el rescate del Cachorro Jaguar, la conmemoración de los 500 años del descubrimiento de América, así como la difusión turística de la riqueza arqueológica y gastronómica del municipio.

Religión.

La diferencia en la expresión de las creencias religiosas ha llegado a ser motivo de conflictos sociales en varias zonas rurales del país, alcanzando incluso la violencia y expresiones armadas en algunos casos. Por esa razón es importante conocer la variable religiosa en comunidades rurales, particularmente en aquellas que presentan altos niveles de marginación y vulnerabilidad.

En localidades ubicadas en el SA la población que profesa la religión católica es mayoría, de acuerdo a la información censal para el año 2000 esta representaba el 45.1%, para el año 2010 esta proporción se redujo a 37.9%. si bien es cierto que mantiene la mayoría es importante observar que casi 2/3 partes de la población tiene creencias diferentes, o simplemente no profesan alguna religión.

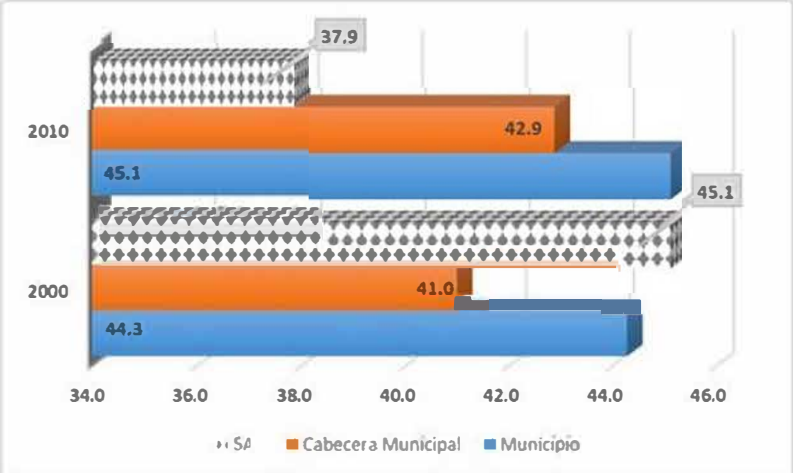


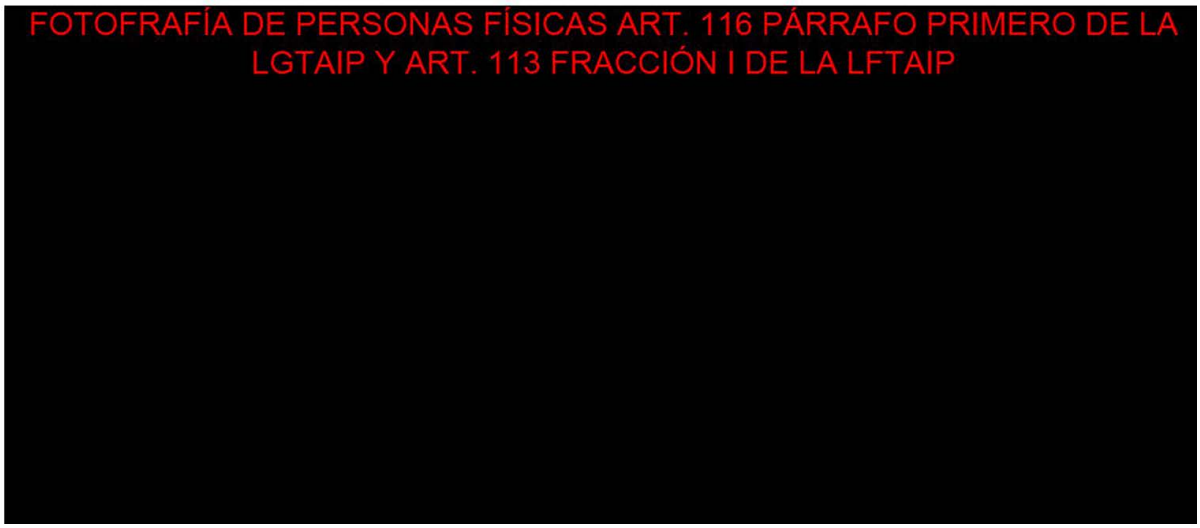
Figura IV. 102. Población católica.

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Organizaciones Sociales Predominantes

Las únicas organizaciones sociales identificadas durante la vista de campo fueron los Agentes Municipales de las siguientes localidades de Benito Canales y Cadete Juan de la Barrera. Aunque existe una persona que se presenta ante las autoridades municipales como representante ejidal, este no presenta algún documento de reconocimiento de las autoridades agrícolas nacionales.

- Benito Canales. Ciro Palacios Valdivieso
- Juan de la Barrera. Rosalía Sánchez



Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.

Fuera de los agentes municipales no se identificó alguna otra organización social en la superficie del SA.

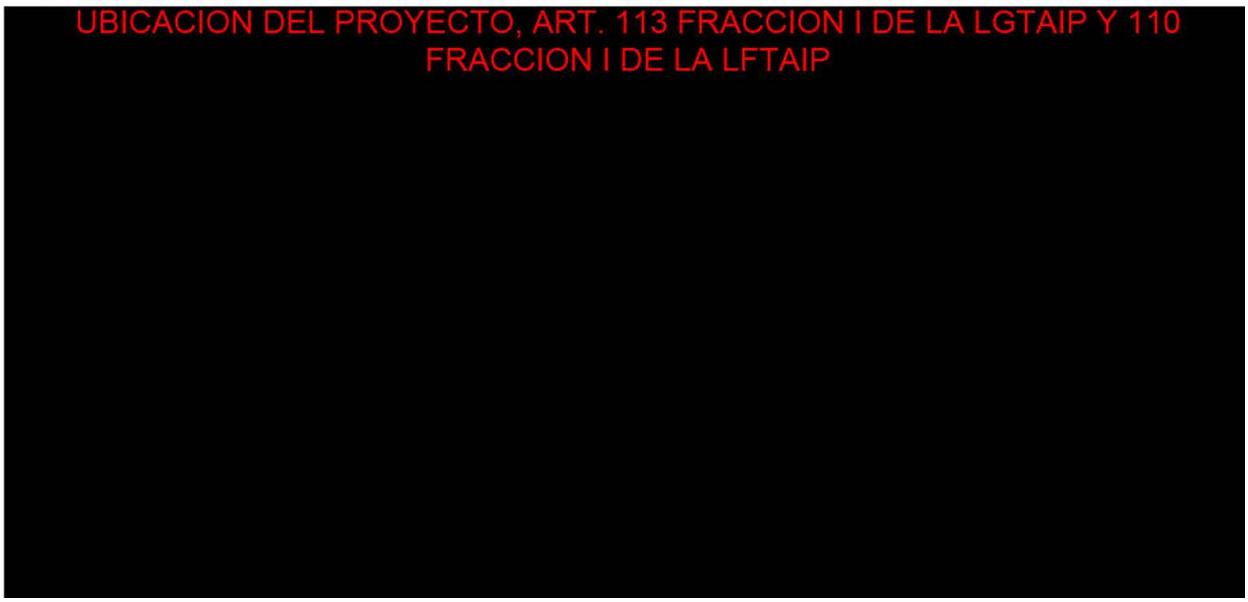
Situación Patrimonial

En la superficie ocupada por el Sistema Ambiental Regional se tiene registro de cinco localidades, Amatitán, Benito Canales, Cadete Juan de la Barrera, Ejido Paraíso y Tuzandépetl, todas localidades rurales. Históricamente la localidad de mayor importancia, en términos de población fue Amatitán con 302 habitantes en 1995 (159 hombres y 143 mujeres). Por alguna razón que desconocemos, esta localidad ha reducido su población en 90%, registrando en el último censo solo 34 habitantes, actualmente, la localidad de mayor importancia es Benito Canales con 166 habitantes.

Tabla IV. 57. Registros históricos población.

NOM_LOC	1990	1995	2000	2005	2010
AMATITAN	284	302	199	127	34
TUZANDEPETL	151	117	91		
BENITO CANALES	162	134	111	117	166
CADETE JUAN DE LA BARRERA		34	21	16	43
PARAISO		22	15	4	

Fuente: Elaboración IMP, con información de INEGI.



Fuente: Elaboración IMP, con información del MGN 2019 (INEGI), y OSM

El principal elemento que modela la forma de vida del 86% de las mujeres y hombres que habitan en el SA es su situación patrimonial, ya que dos de las tres localidades con registro en el 2010, son asentamientos irregulares ubicados en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (Certificado CONANP 251/2011).

La localidad de Benito Canales se estableció en 1988 sobre terrenos de Petróleos Mexicanos, sin que exista aún una certeza jurídica de la propiedad, razón por la cual se le cataloga como asentamiento irregular, sin embargo, existe evidencia de consolidación a juzgar por su estructura amanzanada con la traza de casas y calles, el tipo de material de construcción de las viviendas y los servicios.

La localidad de Cadete Juan de la Barrera es otro de los asentamientos irregulares, pero dado el tamaño de viviendas que alberga, crea un amanzanamiento, también está en proceso de consolidación y seguirá expandiéndose, pues ya existen varios caseríos dispersos ubicado en sus inmediaciones.

El caso del Ejido Paraíso es particular, son caseríos dispersos, autonombrados localidad. Un recorrido en sitio, y por entrevista con otros actores locales, se identifica que es una escisión por parte de dos integrantes del Ejido Paraíso original, que junto con otras 8 familias se han establecido en terrenos expropiados y pagados por Pemex, el acceso a esos caseríos está cerrado y el ingreso es controlado por ellos.

IV.2.5. Diagnóstico Ambiental.

El presente numeral incluye la valoración integrada de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, en el cual se evalúan de manera diferenciada las matrices receptoras de las futuras acciones que se llevarán a cabo dentro del área.

IV.2.5.1. Calidad del aire.

Recientemente, el marco regulatorio en México se fortaleció con la creación de la norma NOM-156-SEMARNAT-2012, "Establecimiento y operación de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA)", que tiene por objetivo definir las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Por otra parte, la Secretaría de Salud es el órgano responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera. En el Anexo: Análisis Histórico de la Calidad del Aire en la Región de Tuzandepetl, se puede consultar con detalle, el estudio realizado, que soporta los datos incorporados en el presente numeral.

Evaluación de la calidad del aire

La evaluación de la calidad del aire se efectúa mediante la comparación de las concentraciones medidas de los contaminantes normados registrados, contra los límites permisibles establecidos en las Normas de Salud Ambiental, las cuales se mencionan en la Tabla IV. 58.

Tabla IV. 58. Resumen de Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire.

Contaminante Criterio	Periodo	Límite Permisible	Norma Oficial Mexicana
Ozono (O_3)	Promedio máximo de 1 hora	0.095 ppm	NOM-020-SSA1-2014
	Promedio de 8 horas móviles	0.07 ppm	
Monóxido de carbono (CO)	Promedio de 8 horas móviles	11.0 ppm	NOM-021-SSA1-1993
Dióxido de azufre (SO_2)	Promedio de 24 horas	0.11 ppm	NOM-022-SSA1-2010
	Promedio de 8 horas móviles	0.20 ppm	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Promedio máximo de 1 hora	0.21 ppm	NOM-023-SSA1-1993

Partículas menores a 10 micras (PM_{10})	Promedio de 24 horas	75 µg/m³	NOM-025-SSA1-2014
Partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$)		45 µg/m³	

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de los contaminantes atmosféricos gaseosos se expresa en unidades del Sistema Internacional (µmol/mol). La unidad µmol/mol es equivalente a partes por millón (ppm). La concentración de partículas (PM2.5) se expresa en microgramos por metro cúbico (µg/m3). Las Normas anteriores se aplican a todo el territorio nacional y están establecidas como medida de protección a la salud humana.

Para clasificar la calidad del aire se tomó como referencia el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA), el cual establece 5 clasificaciones como se muestra en la Tabla IV. 59.

Tabla IV. 59. Clasificación de la calidad del aire en términos del IMECA (*).

Intervalos de Imeca	Calidad del Aire
0 – 50	Buena
51 – 100	Regular
101 – 150	Mala
151 – 200	Muy Mala
>200	Extremádamente Mala

Fuente: Elaboración propia.

El marco regulatorio en México en materia de contaminación atmosférica, incluye además de los criterios de salud ambiental, las normas oficiales mexicanas que establecen el método que deberá ser usado para la medición de cada uno de los contaminantes denominados como criterio, así como el procedimiento de calibración de los equipos de medición, ver Anexo: Análisis Histórico de la Calidad del Aire en la Región de Tuzandepetl, para mayor referencia.

Para identificar la tendencia de la calidad del aire en la región de Nanchital, Veracruz, se utilizó la información disponible, confiable y suficiente, existente en la región y provista por la estación del SINAICA denominada Tecnológico, y ubicada en el municipio de Minatitlán, Veracruz, a 9.44 kilómetros de la región de Tuzandépetl (sección Clima y meteorología).

Se aplicó un análisis estadístico a las principales variables meteorológicas. Los análisis se orientaron a identificar la variación mensual y horaria, para el periodo 2016-2020.

Dióxido de azufre (SO_2)

En la Figura IV. 105, se presenta la variación mensual de la tendencia de la concentración ambiental de dióxido de azufre (SO_2). Donde se observa que la concentración es bastante baja con respecto a los límites permisibles normados, tanto en exposición aguda como en crónica, aunque existen algunos valores altos (0.19 ppm, eje izquierdo de la gráfica).

Cabe hacer mención, la región bajo estudio se encuentra rodeada de fuentes emisión de SO_2 importantes, como los complejos petroquímicos y de la refinería de Minatitlán, aun así los valores son bastante bajos y permite comentar que el fenómeno de dispersión atmosférica en la región es muy bueno, tanto desde el punto de vista mecánico (intensidad del viento), como convectiva (diferencias de temperatura), esto permite que en la zona no existan valor altos. Se puede mencionar que los meses secos tienen mayor participación en la calidad del aire, pero nada de importancia.

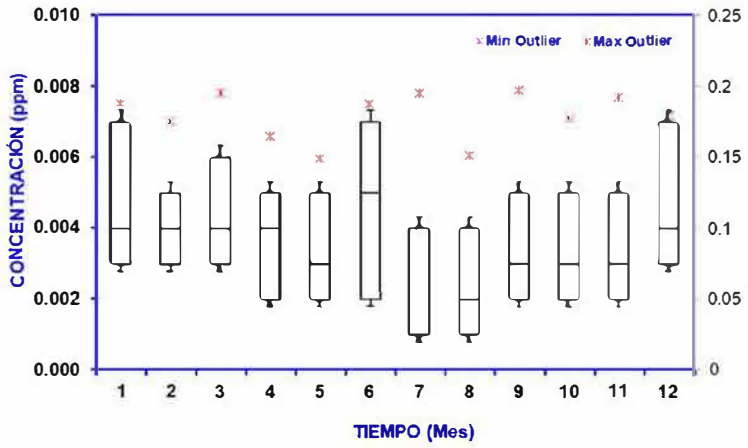


Figura IV. 105. Variación mensual de la concentración de SO_2.

En la variación horaria, existen en general concentraciones mayores en el periodo nocturno, esto se puede deber a la dinámica atmosférica del lugar, es decir en el periodo nocturno se hace presente el fenómeno de la brisa tierra – mar, que mueve las parcelas de aire de la zona de Minatitlán hacia el mar, existe un transporte y acumulación, que al calentarse la superficie por la radiación solar se rompe la capa de mezcla nocturna y aparecen valor altos de concentración, y se desarrolla la capa de mezcla convectiva, predominando los valores bajos de concentración

En la Figura IV. 106, se representa la variación de la concentración horaria ambiental de dióxido de azufre (SO_2) con respecto a la fluctuación de la dirección de campo de vientos en el mismo periodo, la concentración es muy baja y existe un fuerte componente de vientos del Nor-Noreste, dirección del viento que es característica de la región y esto resalta la situación explicada anteriormente de la brisa mar - tierra - mar. También existen concentraciones de fondo (muy bajas) en diferentes direcciones del campo de viento.

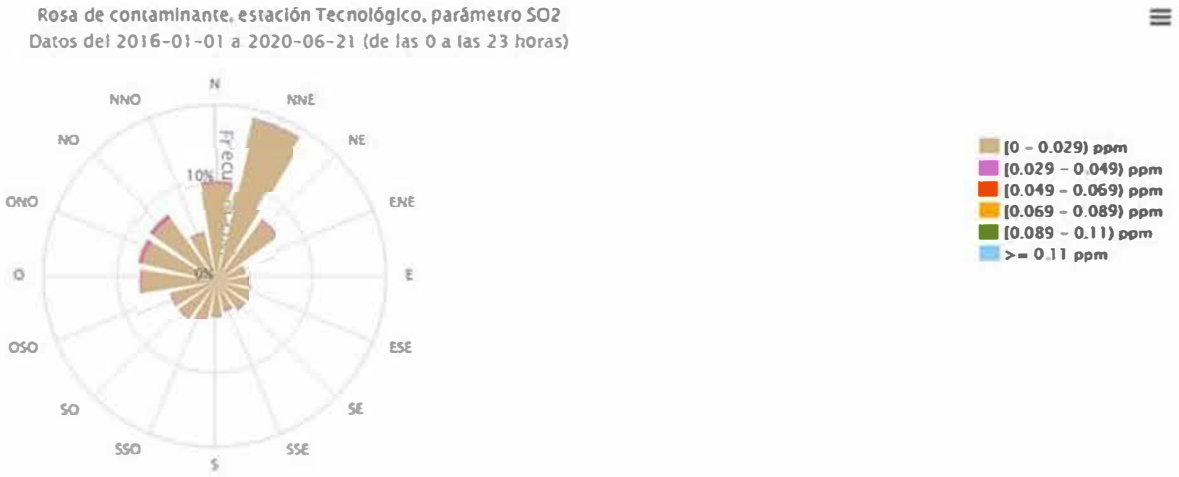


Figura IV. 106. Variación de la rosa de SO_2.

Fuente: Elaboración SINAICA.

Dióxido de nitrógeno (NO_2)

En la Figura IV. 107, se presenta la variación mensual de la concentración ambiental de dióxido de nitrógeno (NO_2) en la región de Tuzandépetl. Se observa que la concentración es bastante baja con respecto a los límites permisibles de la norma ambiental (la norma indica 0.21 ppm, es decir casi un orden de magnitud), aunque existen algunos valores altos (0.1 ppm, eje izquierdo de la gráfica).

La tendencia de la figura es diferente a la de SO_2, esto permite especular que son diferentes fuentes de emisión, pudiendo tener mayor impacto de las fuentes de emisión de complejos petroquímicos. Se puede mencionar que los meses secos (abril - junio) tienen mayores valores de concentración de este contaminante, aunque sus valores no indican una problemática.

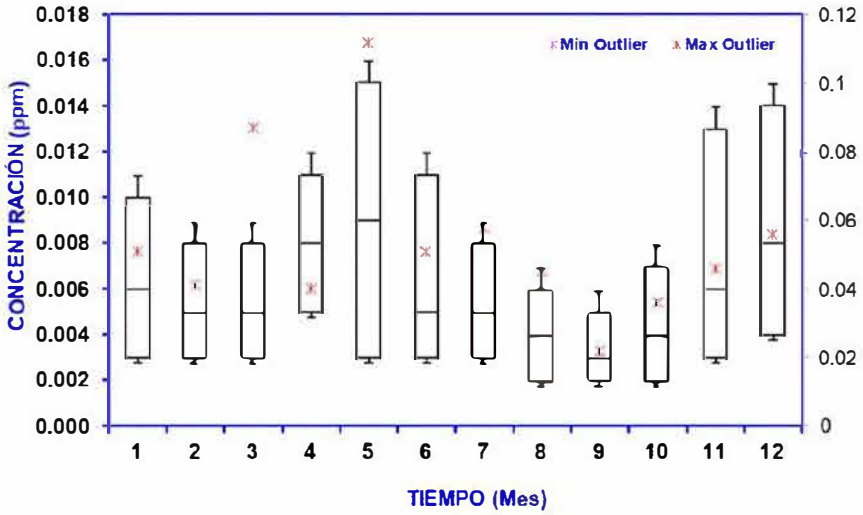


Figura IV. 107. Variación mensual de la concentración de NO_2.

Fuente: Elaboración propia.

En la variación horaria, los valores más altos se agrupan alrededor de las 4:00 a 6:00, después de dicho periodo, las concentraciones permanecen bajas con un ligero incremento a partir de las 17:00. Existe una relación entre el periodo nocturno y la altura de la capa de mezcla, ya que al tener poca actividad convectiva las concentraciones son mayores.

En la Figura IV. 108, se representa la variación de la concentración horaria ambiental de dióxido de nitrógeno (NO_2) con respecto a la fluctuación de la dirección de campo de vientos, la concentración es muy baja y existe un fuerte componente de vientos del Nor-Noreste, dirección del viento que es característica de la región y esto resalta la situación explicada anteriormente de la brisa mar - tierra - mar. También existen concentraciones de fondo (muy bajas) en diferentes direcciones del campo de viento.

La forma de la rosa de SO_2 y de NO_2 es muy semejante, aunque se distingue que existe un fuerte aporte de emisiones de NO_2 proveniente del sector Oeste- Noroeste.

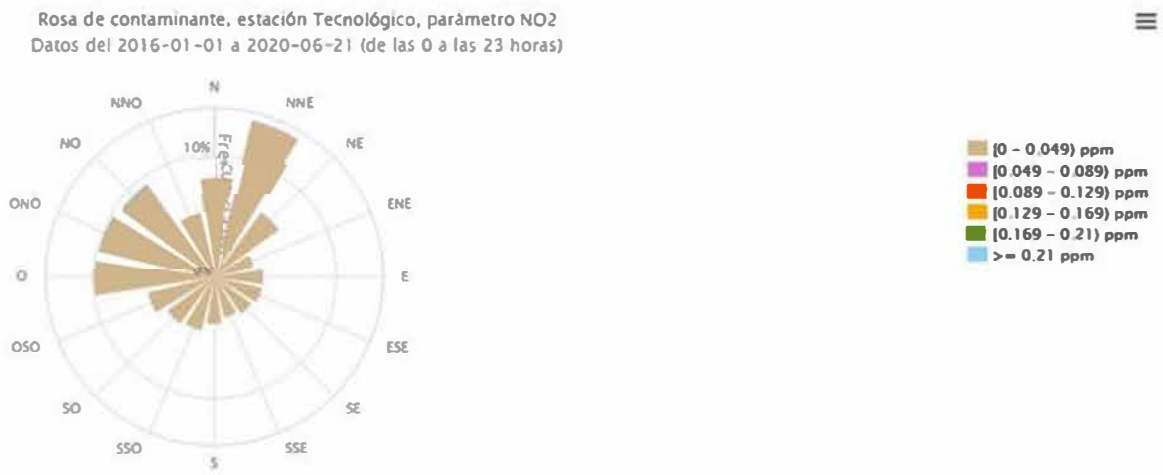


Figura IV. 108. Variación de la rosa de NO_2.

Fuente: Elaboración SINAICA.

Monóxido de carbono (CO)

En la Figura IV. 109 se presenta la variación mensual de la concentración ambiental de monóxido de carbono (CO). Se observa que la concentración ambiental es bastante baja con respecto a los límites permisibles definidos en la respectiva norma ambiental (la norma indica 11 ppm, es decir casi un orden de magnitud), aunque existen algunos valores horarios altos (14 ppm, eje izquierdo de la gráfica).

La tendencia de la figura es diferente a las dos anteriores, se puede especular en este caso que el periodo seco tiene un mayor impacto en la calidad del aire, ya que en los meses húmedos o de alta intensidad del viento, la concentración se reduce notablemente.

Se puede mencionar que los meses secos (enero a mayo) tienen mayores valores de concentración de este contaminante, mientras que la concentración se ve reducida en el periodo de junio a diciembre.

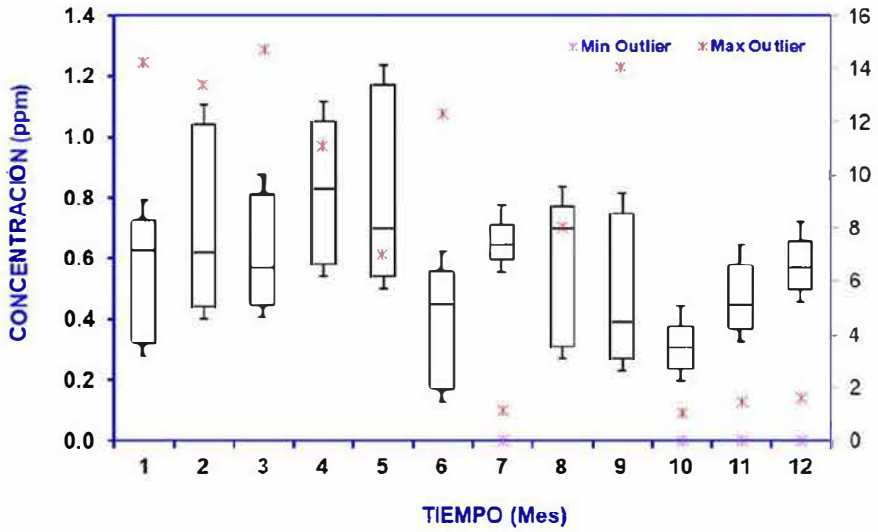


Figura IV. 109. Variación mensual de la concentración de CO.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la variación horaria, la concentración en general es bastante baja, con respecto a los límites permisibles definidos en la respectiva norma ambiental, aunque existen algunos valores altos.

La concentración de CO tiene similitudes importantes con la obtenido para al NO_2, este hecho es común, ya que dichos contaminantes tienen una fuente en común y que es la vehicular. También se puede decir que existe una relación entre el periodo nocturno y la altura de la capa de mezcla, ya que al tener poca actividad convectiva las concentraciones son mayores.

En laFigura IV. 110, se representa la variación de la concentración ambiental de monóxido de carbono (CO) con respecto a la fluctuación de la dirección de campo de vientos, la concentración es muy baja y existe un fuerte componente de vientos del Nor-Noreste, dirección del viento que es característica de la región y esto resalta la situación explicada anteriormente de la brisa mar - tierra - mar.

También existen concentraciones de fondo (muy bajas) en diferentes direcciones del campo de viento. La forma de la rosa de CO es muy semejante con la NO_2. Las concentraciones bajas y la existencia de una alta uniformidad con la dirección del viento, especula a decir que se tratan de concentraciones de fondo.

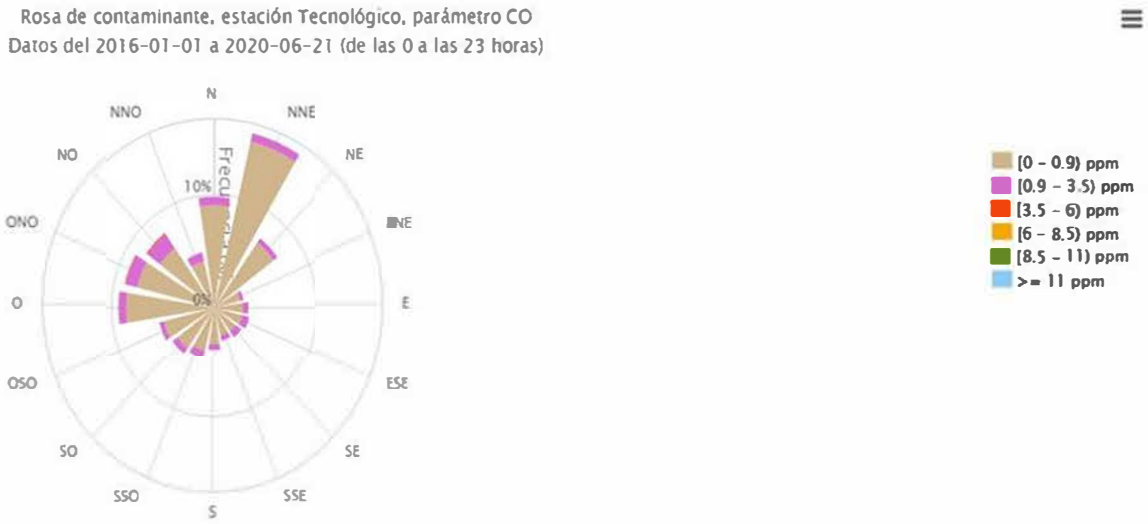


Figura IV. 110. Variación de la rosa de CO.

Fuente: Elaboración SINAICA.

Ozono (O_3)

En la Figura IV. 111 se presenta la variación mensual de la concentración ambiental del ozono (O_3), se observa que la concentración O_3 en general es baja, con respecto a los límites permisibles normados.

Cabe hacer mención que los meses con mayor radiación solar también se presentan valores ligeramente mayores (de marzo a mayo).

Por el contrario, los meses con mayor nubosidad presentan los registros menores de O_3 (septiembre, octubre y noviembre).

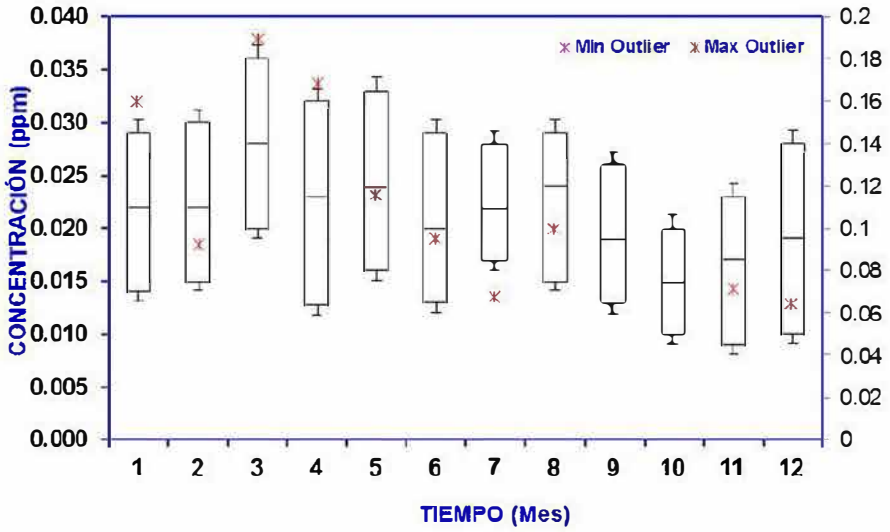


Figura IV. 111. Variación mensual de la concentración de O_3.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la concentración horaria, la concentración en general es baja, hay que recordar que el ozono es un contaminante secundario, es decir se forma por la reacción química en la atmósfera, bajo la presencia de los agentes químicos precursores y a la incidencia de la radiación ultravioleta, la cual cataliza la formación de ozono. Por esta razón, no tiene caso hablar de fuente de emisión o precedencia de la emisión por que se forma en la atmósfera. Durante el día se forma el ozono y en la noche se destruye al combinarse con los óxidos de nitrógeno.

Partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$)

En la Figura IV. 112, se presenta la variación mensual de la concentración atmosférica de Partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), en ella se observan que los valores de concentración promedio diario son inferiores a los límites permisibles en norma, aunque también tiene valores cercanos a la norma. Las partículas $PM_{2\,5}$ son el producto de procesos de combustión, como pueden ser en vehículos, en casa y en grandes fenómenos de combustión como suele suceder en los campos agrícolas para preparar la tierra para otro ciclo de cultivo.

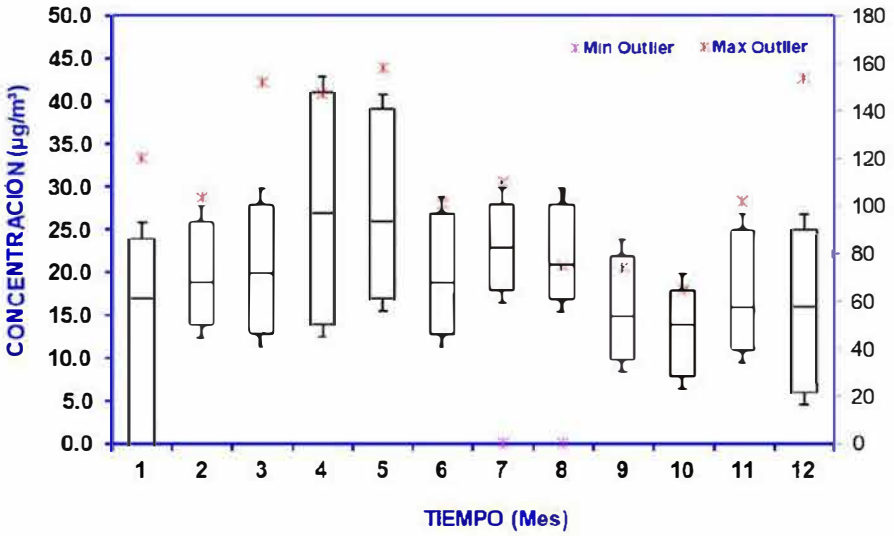


Figura IV. 112. Variación mensual de la concentración de $PM_{2.5}$.

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la varaición horaria, se observan concentraciones variables, pero en general son valores que son inferiores a los límites permisibles. Causa atención el fenómeno de que los valores más altos de concentración de partículas $PM_{2.5}$ se encuentran en las horas vespertinas (18:00, 19:00 y 20:00 horas), pudiendo deberse estos valores altos a la quema de pastos y terrenos agrícolas, los cuales tradicionalmente se quema al finalizar la jornada.

En la Figura IV. 113, se representa la variación las $PM_{2.5}$ con respecto a la fluctuación de la dirección de campo de vientos, la concentración es baja y existe un fuerte componente de vientos del Nor-Noreste, dirección del viento que es característica de la región.

Cabe hacer mención que existen valores de concentración de partículas altos en todas las direcciones, esto puede indicar que esta concentración se trata de fondo y que es cercana al valor de norma.

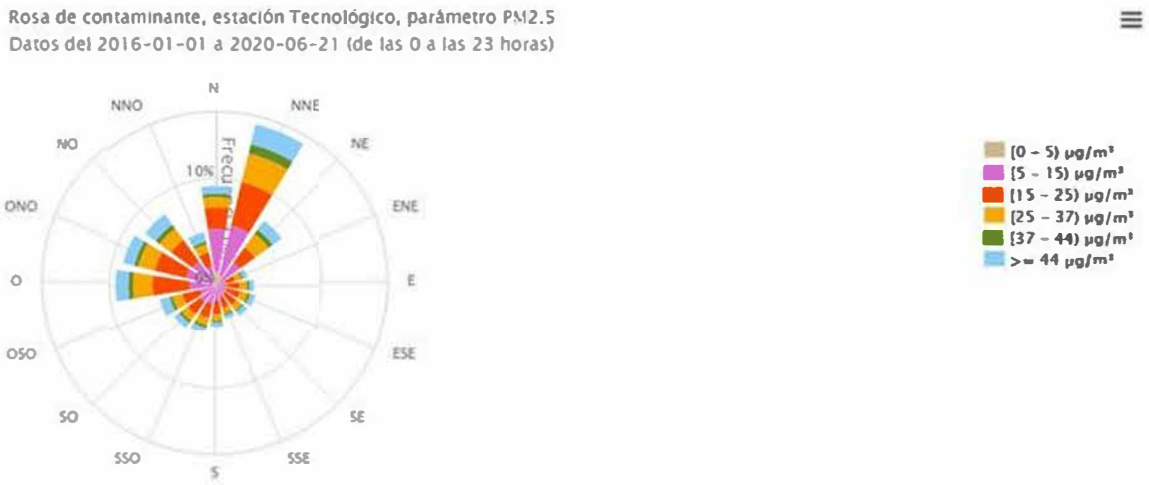


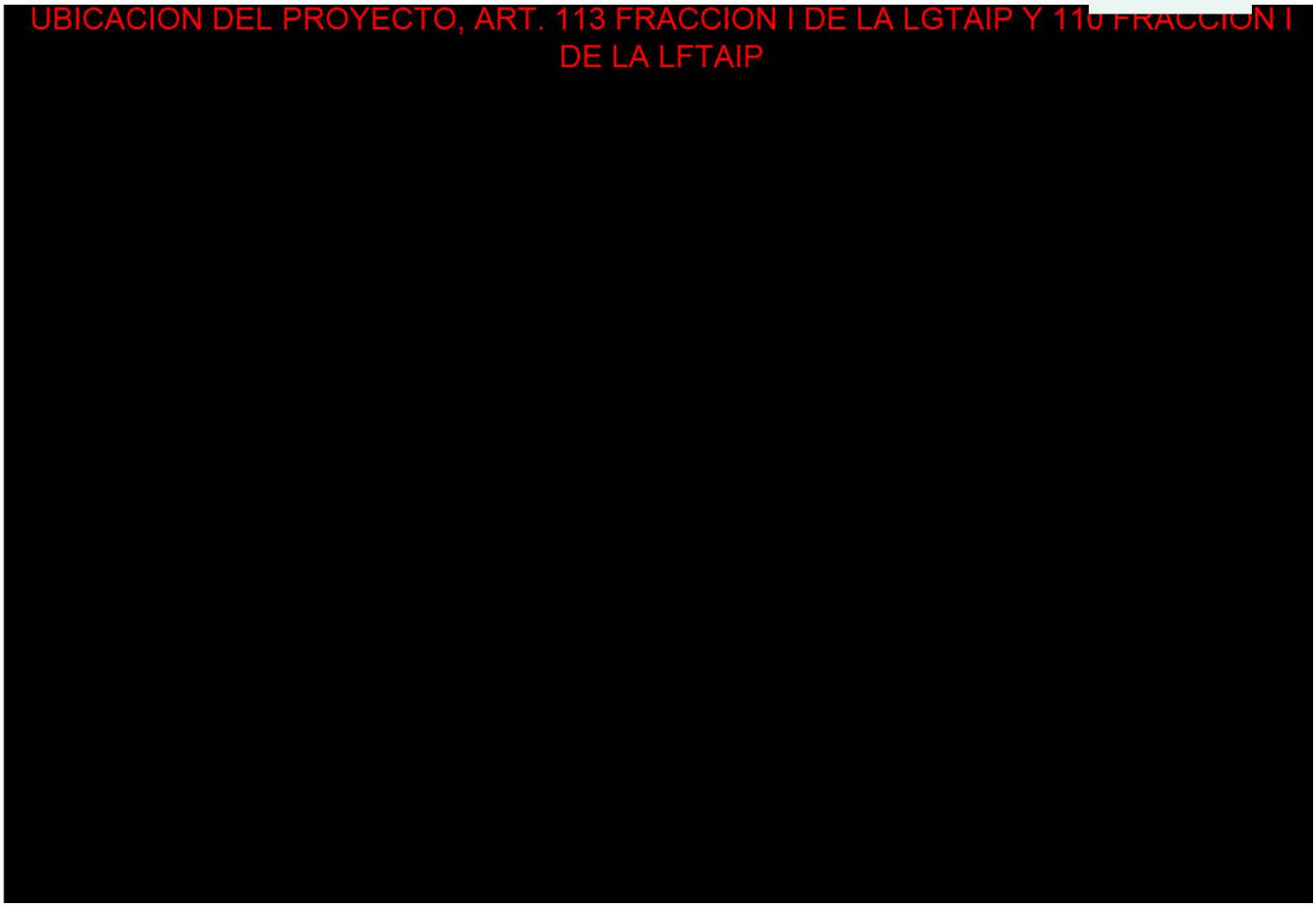
Figura IV. 113. Variación de la rosa de $PM_{2.5}$.

Fuente: Elaboración SINAICA.

Simulación de corrientes de viento.

Para la simulación de las trayectorias de viento que ocurren en la región de Tuzandépetl, se utilizó el modelo numérico de dispersión HYSPLIT (Hybrid Single- Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model), el cual considera los principales factores meteorológicos que afectan el transporte, dispersión, transformación química y depósito atmosférico, de gases y partículas suspendidas en el aire. En el Anexo: Análisis Histórico de la Calidad del Aire en la Región de Tuzandepetl, se pueden consultar con detalle las consideraciones de la simulación para cada trimestre simulado.

En las siguientes Figura IV. 114 a la Figura IV. 117, se presentan los resultados de la simulación de las trayectorias de los campos de vientos, en donde se puede observar que de enero a marso predominan los vientos de Sur- Sureste y Sur-Este, mientras que de abril a junio se presenta el fenómeno denominado "Suradas". Por otra parte, en el tercer timestre del año ((julio a septiembre) prevalecernvientos de Sur-Sureste y Sur-Este y el último trimestre correspondiente a octubre-diciembre, se caracteriza por la época de nortes y ciclones tropicales:



IV.2.5.2. Calidad de suelos.

El relieve plano dominantemente en la zona provoca que los procesos de evolución de los suelos sean relativamente lentos, razón por la que alrededor del 70 por ciento de estos son jóvenes (clasificados como arcillosos), el 30 por ciento restante son suelos maduros en los cuales la pérdida de elementos esenciales para la nutrición de las plantas ha sido considerable.

Por otro lado y como se mencionó en su momento el papel primario de la actividad agrícola y pecuaria en el estado es la producir alimentos, sin embargo, también se debe asumir que existe el compromiso de la conservación y el mejoramiento de la calidad del suelo, el manejo sustentable de los recursos naturales, la preservación de la biodiversidad y la viabilidad socio-económica de las áreas rurales (Campos, in: La biodiversidad en Veracruz, 2011). El uso sensato del recurso suelo en el estado es de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, para la obtención de

buenos rendimientos agrícolas, pero también para el aprovechamiento de los servicios ambientales que realizan los suelos (Campos et al., in: La biodiversidad en Veracruz, 2011).

Por su clasificación el suelo corresponde al de tipo cambisol, de tal forma que corresponde a la descripción precedente como un suelo joven, poco desarrollado, con acumulación de arcilla y calcio, también presenta susceptibilidad de moderada a alta en cuanto a erosión se refiere, poca cantidad de arcilla iluvial, materia orgánica y compuestos de aluminio y hierro. Su ubicación se asocia a los lomeríos bajos, como es el caso que nos ocupa, sus características tienden a transformarse en aquellas de suelos un poco más evolucionados, tales como Luvisoles e incluso Acrisoles y pueden llegar a presentar cierto grado de acidez y formación de texturas medias o gruesas en la superficie y texturas finas a cierta profundidad; por lo que en su manejo siempre se recomienda la preservación del suelo superficial con su materia orgánica crítica, así como la prevención de la erosión.

En acuerdo con lo que se reporta en el análisis morfo-edafológico de la UNAM, en algunas zonas dentro del polígono se presentan suelos de tipo Plintosol y Acrisol, hacia la áreas de lomeríos, en donde se presentan algunas limitantes edáfica para el desarrollo de vegetación, relacionados como se mencionó con valores bajos de pH, lo que implica una alta saturación de aluminio intercambiable que tiene efectos tóxicos para muchas especies vegetales y concentraciones bajas de fósforo.

Hacia las zonas de pie de monte se presentan ya suelos de tipo Gleysol y Vertisol, los que se caracterizan por tener un drenaje moderado. Las deficiencias edáficas para estos suelos en el desarrollo de vegetación son: en sitios cercanos a la represa de salmuera, se presentan concentraciones moderadamente altas de sales solubles; en algunos sitios se presentan pH ácidos, sin embargo existen bases intercambiables para para amortiguar el efecto tóxico del aluminio; sin embargo, estos suelos también presentan deficiencias en fósforo.

En tanto que en las áreas de los valles, se presentan suelos de tipo Gleysol, las que presentan limitantes edáfológicas para el desarrollo de las comunidades vegetales como son: drenaje deficiente, lo que ocasiona falta de aeración, en consecuencia ausencia de oxígeno en el sistema radicular de las plantas; pH con valores bajos, lo que provoca una alta saturación de aluminio

intercambiable con efectos tóxicos para muchas especies; además, también se presenta deficiencias en fosforo.

Es importante considerar la existencia de acumulaciones de azufre por la naturaleza del terreno que, también generan acidez severa y altos niveles de toxicidad por aluminio. Por lo que estos suelos deben ser cuidadosamente adecuados para la construcción (incluyendo tendidos de ductos) y desarrollo de cualquier infraestructura que demandaran grandes esfuerzos en su mantenimiento por las siguientes desventajas:

- pH ácidos que genera corrosión de infraestructura metálica.
- Altas concentraciones de azufre lo que representa corrosión del concreto.
- Presencia de textura fina, que provoca corrosión de metales y concreto.
- Inestabilidad del terreno derivado de la subsidencia del terreno.

Finalmente las condiciones y la calidad ambiental en el área del proyecto y zonas aledañas hacen evidente un continuo y constante manejo y deterioro de las características originales de los suelos.

IV.2.5.3. Aspectos bióticos.

Con el objetivo de identificar y analizar las tendencias de los procesos de deterioro dentro del SA, así como su estado de conservación, se analizó la información obtenida, así como del reconocimiento del SA en el trabajo de campo y el análisis de la información con el fin de identificar los problemas ambientales, sus causas y sus efectos.

Los principales problemas detectados son la deforestación por agricultura y la ganadería, sin embargo, la integridad se mantiene ya que no se producen en la zona actividades que degraden el ecosistema.

Los fragmentos de vegetación que compone el SA como la zona del proyecto, se componen por especies tolerantes ante las condiciones que imperan en la zona de estudio, derivado de la actividad humana (ganadera, agrícola, roza-tumba-quema). Siendo las especies arbóreas más abundante en estos sitios el Guacimo (*Guazuma ulmifolia Lam*), Chechen blanco (*Adelia barbinervis Schltr. &*

Cham), Cabeza de loro (*Pithecellobium sp*) y Pata de vaca (*Bauhinia divaricata L.*) entre otras especies que cubren gran parte de la superficie.

Además, se observaron especies cultivadas como es el maíz (*Zea mays L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), yuca (*Manihot esculenta Crantz*), caña (*Saccharum officinarum L.*), cebollín (*Allium neapolitanum Cyr*), calabaza (*Cucurbita sp*), plátano (*Musa sp*), chile (*Capsicum sp*), macal (*Xhantosoma violaceum*), entre otros. Este tipo de cultivos es itinerante, esto significa que algunos años cultivan un sitio, luego lo abandonan y se mueven a otras áreas y cuando ya la producción es relativamente escasa se cambian de terreno. Estos terrenos durante el trabajo de campo estaban ocupados con los cultivos ya señalados, en superficies de una a más hectáreas.

La obra proyectada, se estabilizará en vegetación predomínate de pastizales y vegetación secundaria de especies pioneras y tolerantes a los cambios de uso de suelo y que a su vez presentan una amplia distribución, es decir son comunes en la zona. Las especies herbáceas son el segundo estrato más dominantes y presentan un rápido crecimiento y cubren gran parte de la superficie, por lo que se considera que la afectación hacia este grupo de plantas por parte del proyecto puede ser poco relevante.

Ecológicamente el área es mermada por las actividades agrícolas y Rosa-tumba-quema que se practica en la zona, por lo que continuamente se interrumpe la dinámica natural de la vegetación.

Es importante establecer programas de rescate y reubicación de la flora y reforestación esto para salvaguardar las especies de floras de importancia para la conservación, la cual se encuentran enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con el análisis ecológico, la comunidad faunística es diversa y se atribuye a los tipos de vegetación que en su conjunto hacen un ecosistema importante al largo del SA donde la fauna encuentra los recursos alimenticios, refugios y en algunos casos usan el área como de paso. En este sentido, las aves fueron mejor representadas respecto a los otros grupos, pero es importante decir que la mayoría de los registros corresponden a individuos observados desplazándose de un sitio a otro.

Sin embargo, el comportamiento de los mamíferos, reptiles y anfibios son contrastantes al de aves, debido a que la mayoría de las especies que integran estos grupos son de hábitos nocturnos y se caracterizan por ser de lento desplazamiento, de ámbito hogareño reducido al ocupar sus refugios durante el día o bien se mantienen alejadas de las actividades humanas, como ocurre en el área del proyecto donde existen continuamente actividades agrícolas que permiten el ahuyentamiento de las especies de manera indirecta.

Además, se detectaron viviendas cercanas al área del proyecto, donde sus mascotas caninas (*Canis lupus familiaris*) usan estos espacios como su territorio y contribuyen en el ahuyentamiento de las especies, además son utilizados para la cacería de especies de aves y del armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcintus*). Posiblemente este comportamiento de los caninos, puede influir en la presencia de estos vertebrados en la zona. Sin embargo, estos datos no son definitivos, por lo que no se descarta la posibilidad de que haya más especies si se continúa el monitoreo durante las etapas constructivas, considerando la movilidad de la fauna silvestre.

Las especies de aves en alguna categoría de la NOM-059 fueron observadas usando el área como de paso, por lo que estas poblaciones avistadas no presentan riesgo en vida libre. Sin embargo, para las especies de lento desplazamiento como ocurre con los anfibios y reptiles es recomendable aplicar un programa de rescate. Mientras que el grupo de mamíferos solo se registró la presencia del Saraguato de manto *(Alouatta palliata*) en alguna categoría de conservación.

El A. palliata en la actualidad se encuentran enlistada por varias instancias nacionales e internacionales como es la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción, en el Diario Oficial de la Federación (2014) como especies y poblaciones prioritarias para la conservación, en el CITES en el apéndice I y en la IUCN como especie vulnerable. Los registros de esta especie se obtuvieron en el límite del SA y de la zona del proyecto. Por lo cual, no se descarta el observarlo dentro de la zona de trabajo.

IV.2.5.4. Aspectos socioeconómicos.

El SA del proyecto Tuzandepetl se enmarca en una zona ambientalmente definida como de aprovechamiento en su mayor parte, con fuerte presencia industrial (Cydsa, Pemex y Parque Alis), así como áreas destinadas a la conservación de ecosistemas forestales; muy próxima a las cabeceras

municipales de Ixhuatlán y Nanchital (3 km aproximadamente). De las 5 localidades registradas por INEGI, dos son asentamientos irregulares en terrenos destinados a la conservación (Benito Canales y Juan de la Barrera), en otros dos casos (Tuzandepetl y Ejido Paraíso) el INEGI no reporta información desde el 2010. Este es el contexto geográfico en el cual se desarrollan las actividades de las localidades ubicadas en el SA.

La población muestra una tendencia a la baja de casi el 60%, en relación a los datos del municipio y la cabecera municipal, presenta mayor porcentaje de población dependiente (niños y adulos mayores) casi el 40% de su población; el índice de natalidad, personas nacidas en otra entidad, población indígena y personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, también son más altos; la población no derechohabiente presenta nivel del 77% al 82%.

El factor empleo de la población que habita dentro del SA es un elemento vulnerable, pues no obstante que los datos oficiales reportan una ocupación casi total, se constató que la actividad tradicional que es la agropecuaria ha tenido importantes altibajos debido a la inestabilidad de la propiedad productiva y a las condiciones del suelo, presumiblemente afectado por los eventos de derrames de salmuera que se han presentado en la zona.

Finalmente, en cuanto a las condiciones socioeconómicas del área, cabe resaltar la casi nula disponibilidad del servicio de agua entubada dentro de la vivienda, factor que merma significativamente la calidad de vida de la población, al incrementar los factores de salud al incrementar el riesgo de enfermedades relacionadas con el uso de agua en malas condiciones y por el acarreo de agua.

Estas comunidades marginadas enfrentan escenarios de una elevada vulnerabilidad social, ante la cual sus habitantes carecen de oportunidades, privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales. El escenario se vuelve más desfavorable al reconocer que esta población carece de capacidades para mitigar dichas desventajas. La dependencia de la población hacia el entorno se ve reflejada en el desarrollo de las actividades diarias como la recolección de madera para la cocina, el pastoreo de animales en áreas protegidas, e incluso la invasión de propiedad privada.

Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 3

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 7

Criterios: 7

V.1.1. Indicadores de impacto. 25

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto. 28

V.1.3. Justificación de la metodología seleccionada. 28

V.1.3. Conclusiones. 30

Índice de Figuras

Figura V.1 Modelo Presión-Estado-Respuesta para indicadores ambientales..... 26

Índice de Tablas

Tabla V.1 Valores de Intensidad..... 7
Tabla V.2 Valores de Extensión..... 8
Tabla V.3 Valores del Momento..... 8
Tabla V.4 Valores de Persistencia..... 9
Tabla V.5 Valores de Reversibilidad..... 9
Tabla V.6 Valores de Recuperabilidad..... 10
Tabla V.7 Valores de Sinergia..... 10
Tabla V.8 Valores de Acumulación..... 11
Tabla V.9 Valores de Relación Causa-Efecto..... 11
Tabla V.10 Valores de Periodicidad..... 12
Tabla V.11 Clasificación de Impactos..... 12
Tabla V.12 Resumen de impactos para Etapa de Preparación de Sitio. 13
Tabla V.13 Resumen de impactos para Etapa de Construcción..... 15
Tabla V.14 Resumen de impactos para Etapa de Operación/Mantenimiento 19

Tabla V.15 Resumen de impactos para Etapa de Abandono..... 22

Tabla V.16 Indicadores ambientales de seguimiento..... 28

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para contar con los elementos necesarios que generan el escenario donde se identificarán los impactos ambientales, se toman en consideración como información base aquella proveniente de las obras y actividades de las cuales constará el proyecto, las etapas que abarcarán cada una de las actividades, dado que esta información permitirá dimensionar el proyecto con respecto a su entorno ambiental. Asimismo, es necesario considerar la información de la caracterización ambiental que fue descrita y analizada en el Capítulo IV del presente estudio, tanto en los componentes de caracterización, como del diagnóstico ambiental.

Una vez conociendo las obras y actividades del proyecto y las características del entorno ambiental, esto permitirá identificar las actividades o acciones del proyecto que podrían generar alteraciones e impactos ambientales. Los resultados de dicha evaluación, permitirá la implementación de medidas para su mitigación o eliminación.

Identificación de actividades.

Con base en la información del Capítulo II del presente estudio, como se indicó en líneas previas, se incluyen en el análisis la caracterización realizada del Área de Estudio por un grupo de multidisciplinario de especialistas. Se identificaron las actividades que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia podrían generar algún deterioro en el ambiente.

El grupo participante en la caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Área de Estudio, estuvo conformado por biólogos, ingenieros químicos, ingenieros ambientales, ecólogos, ecónomos, entre otros. El conocimiento del grupo multidisciplinario, nos permite tener un amplio *"expertise"* sobre aspectos de ambientales, sociales y técnicos, posibles interacciones del proyecto con el

ambiente y su alcance. Todo esto nos permite disminuir la incertidumbre de los impactos identificados.

De esta misma forma, se identificaron los componentes ambientales que podrían verse más afectados considerando las obras y actividades a llevarse a cabo por el proyecto.

Para llevar a cabo una caracterización completa de los elementos ambientales (medio biótico, medio abiótico, paisaje y medio socioeconómico) a considerar en el estudio, se realizó una lista de elementos ambientales la cual se describe a continuación, ésta contiene los efectos ambientales producidos que se identificaron para el proyecto. Ésta lista fue elaborada conforme a las actividades del proyecto descrito en el capítulo II de esta MIA y haciendo la identificación expresa de los elementos del medio, que en forma particular, podrían ser impactados por las actividades a desarrollarse, esto además de permitir la identificación, es de hacer notar que constituye una forma concisa y organizada de analizar los elementos ambientales.

Se consideró una gran ventaja dicha lista, ya que con ella se cubre o se identifican casi todas las áreas de impacto; sin embargo, representan básicamente un método de identificación cualitativo, limitándose su alcance en el proceso de evaluación de impacto ambiental, a un análisis previo.

Aspectos Abióticos.

- Calidad del Aire: Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV's por maquinaria, equipo de combustión y medios de transporte. Emisión de partículas PM_{10}, ruido y vibraciones.
- Edafología: Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas del suelo. Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos (aceitosos,

recortes de perforación),

- Hidrología superficial y subterránea: calidad del agua superficial (salmuera y diésel), usos del agua superficial, calidad del agua subterránea (salmuera y diésel) y usos del agua subterránea.

Aspectos Bióticos.

- Flora: para la identificación de la vegetación tanto en el área del proyecto como en el Sistema Ambiental, existentes, tomando en cuenta también la flora que este bajo algún estatus normativo (NOM – 059 o CITES).
- Fauna: para la identificación de la fauna tanto en el área del proyecto como en el Sistema Ambiental, existentes, tomando en cuenta también la fauna que este bajo algún estatus normativo (NOM – 059 o CITES).

Paisaje

- Visibilidad, Calidad y Fragilidad: Modificaciones que se tienen en estos componentes, derivado de las modificaciones por la eliminación de vegetación.

Aspectos Socioeconómicos

- El nivel de aceptación de la sociedad hacia el proyecto: Posibilidad de paros, reclamos, solicitudes de comunicación, etc.
- Dinámica poblacional: migración temporal o permanente.
- Calidad de vida: La cual se puede ver modificada de acuerdo a las características del proyecto.
- Servicios e infraestructura urbana: Percepción de competencia de la infraestructura existente, dada la instalación del proyecto.

- Áreas de conservación natural: Por la apropiación y uso del recurso, la incertidumbre de recuperación.

En síntesis, esta lista proporciona un enfoque estructurado para la identificación de impactos y factores ambientales que son necesarios para llevar a cabo una evaluación ambiental de las actividades del proyecto sobre el ambiente con el que interactúa. La adecuada elaboración y empleo de esta lista condiciona en buena medida del éxito de la evaluación del impacto ambiental, ya que es el punto de partida.

Posteriormente, tomando en consideración cada una de las etapas del proyecto descrita en el capítulo II, así como la caracterización y Diagnóstico del Capítulo IV, se inserta el proyecto a la zona donde se desarrollará, para identificar los posibles impactos y se procede a la evaluación de los mismos, con base en una metodología reconocida y el conocimiento del grupo de los especialistas. En este caso en particular, se utilizó la metodología de Conesa Fernández Vítora (2010).

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Como se indicó anteriormente, la metodología a utilizar para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del presentes estudio, fue la propuesta por Conesa Fernández Vitora (2010), donde una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente serán impactados por aquellas obras o actividades propuestas, a través de una matriz de importancia, será posible obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por el MIA, tomando múltiples criterios, para calificar el nivel de impacto, por cada uno de los posibles impactos identificados. Cada uno de los criterios se describen a continuación.

Criterios:

Intensidad (IN).

Expresa Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 un mínimo afectación (ver tabla V.1).

Tabla V.1 Valores de Intensidad

Intensidad (Grado de destrucción)	Calificación
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

Extensión (EX).

Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta (ver tabla V.2).

Tabla V.2 Valores de Extensión

Extensión	Calificación
Puntual	1
Parcial	2
Extensa	4
Total	8
Crítica	+4

Momento (MO).

Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.

Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato y el valor (1), si el tiempo es inferior a un año (corto plazo) o menor a cinco años (medio plazo) se asigna en ambos casos un valor de dos (2). Y si es un período de tiempo es mayor a cinco años, largo plazo le corresponde 4 (ver tabla V.3).

Tabla V.3 Valores del Momento

Momento (Plazo de manifestación)	Calificación
Largo Plazo	4
Medio Plazo	2
Inmediato	1
Crítico	+4(8)

Persistencia (PE).

Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones

iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

La Persistencia no es igual que la reversibilidad ni que la recuperabilidad, son conceptos asociados. Los efectos fugaces o temporales siempre son reversibles o recuperables; los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables (ver tabla V.4).

Tabla V.4 Valores de Persistencia

Persistencia	Calificación
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

Reversibilidad (RV).

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deje de actuar sobre el medio; al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el Corto Plazo; entre uno y diez años se considera el Medio Plazo, y si se superan los diez años se considera Irreversible (ver tabla V.5).

Tabla V.5 Valores de Reversibilidad

Reversibilidad	Calificación
Corto Plazo	1
Medio Plazo	2
Irreversible	4

Recuperabilidad (MC).

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando

el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4). La reversibilidad se refiere a la reconstrucción por medios naturales, ver tabla V.6.

Tabla V.6 Valores de Recuperabilidad

Recuperabilidad	Calificación
Recuperable inmediato	1
Recuperable a medio plazo	2
Mitigable o compensable	4
Irrecuperable	8

Sinergia (SI).

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos simples; si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan, la valoración de la sinergia debe ser negativa (ver tabla V.7).

Tabla V.7 Valores de Sinergia

Sinergia	Calificación
Sin sinergismo (simple)	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4

Acumulación (AC).

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando un acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4) ver tabla V.8.

Tabla V.8 Valores de Acumulación

Acumulación (incremento progresivo)	Calificación
Simple	1
Acumulativo	4

Relación Causa-Efecto (EF).

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden (ver tabla V.9).

Tabla V.9 Valores de Relación Causa-Efecto

Efecto	Calificación
Indirecto	1
Directo	4

Periodicidad (PR)

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).Ver tabla V. 10.

Tabla V.10 Valores de Periodicidad

Periodicidad	Calificación
Irregular o discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4

Clasificación de Impactos.

Con el objeto de clasificar por nivel de impacto los impactos identificados, la metodología estima la importancia de los impactos identificados sobre un elemento ambiental con un valor o índice global, el cual se clasifica de acuerdo con el siguiente criterio (ver tabla V.11):

Tabla V.11 Clasificación de Impactos

Clasificación de Impactos	Calificación
Irrelevante o compatible	$0 \leq I \leq 25$
Moderado	$25 < I \leq 50$
Severo	$50 < I \leq 75$
Crítico	Mayor a 75

Tomando en consideración los criterios previamente citados, a continuación se muestra el resumen de los impactos por cada etapa del proyecto (ver tablas V.12 a V.15) y en el Anexo: Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa-Vitora), se muestra la matriz completa con la valoración puntual por cada uno de los criterios de la Evaluación de Impacto Ambiental, para cada una de las etapas del proyecto.

Tabla V.12 Resumen de impactos para Etapa de Preparación de Sitio

Preparación del sitio			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Aire	Calidad del aire (Consumo de combustibles)	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s por maquinaria, equipo de combustión y medios de transporte	-16	El impacto es irrelevante o compatible
	Emisión de partículas PM_{10}	Contaminación atmosférica local por polvos y partículas durante el despalme y acarreo de materiales	-16	El impacto es irrelevante o compatible
	Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre del área y aledaña	-17	El impacto es irrelevante o compatible
Suelo	Eliminación de vegetación y capa orgánica	Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas,	-37	El impacto es moderado
	Cambio de uso de suelo	Disminución de la biodiversidad y los servicios ambientales	-35	El impacto es moderado
	Generación de residuos (domésticos)	Generación de fauna nociva	-19	El impacto es irrelevante o compatible
Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Por manejo inadecuado de residuos sanitarios)	Disminución de la calidad del agua por contaminación	-12	El impacto es irrelevante o compatible

Preparación del sitio			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Uso para riego durante preparación del sitio	Disminución en la disponibilidad	-12	El impacto es irrelevante o compatible
Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua	Posible infiltración de contaminantes y contaminación	-15	El impacto es irrelevante o compatible
Flora	Eliminación de vegetación	Disminución de cobertura vegetal , generación de residuos producto de desmonte, erosión del suelo	-32	El impacto es moderado
	Especies bajo estatus de protección	Posible disminución de especies de interés	-16	El impacto es irrelevante o compatible
Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	-26	El impacto es moderado
	Especies bajo estatus de protección	Disminución de especies o individuos	-16	El impacto es irrelevante o compatible
Paisaje	Visibilidad, Calidad y Fragilidad	Impacto visual debido a la eliminación de la vegetación en el área del proyecto	-22	El impacto es irrelevante o compatible
Aspectos socio-económicos	Aceptación del proyecto por la comunidad	Retrasos o cancelación del Proyecto en caso de rechazo	-16	El impacto es irrelevante o compatible

Preparación del sitio			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Dinámica poblacional (migración temporal o permanente)	Incremento de población flotante o permanente	-11	El impacto es irrelevante o compatible
	Calidad de vida	Mejoramiento e incremento al empleo	11	El impacto es irrelevante o compatible
	Servicios e infraestructura urbana requerida	Incremento en la demanda de agua, energía, servicio médico, hospedaje, escuelas, etc.	-11	El impacto es irrelevante o compatible
	Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos o afectación directa	-22	El impacto es irrelevante o compatible

Tabla V.13 Resumen de impactos para Etapa de Construcción

Construcción (Instalaciones superficiales y Cavidades)			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Aire	Calidad del aire (Consumo de combustibles)	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s por maquinaria, equipo de combustión y medios de transporte	-23	El impacto es irrelevante o compatible

Construcción (Instalaciones superficiales y Cavidades)			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Emisión de partículas PM_{10}	Contaminación atmosférica local por polvos y partículas durante el acarreo de materiales de construcción	-22	El impacto es irrelevante o compatible
	Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña	-20	El impacto es irrelevante o compatible
Suelo	Generación de residuos (domésticos)	Generación de fauna nociva	-19	El impacto es irrelevante o compatible
	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos de construcción (pinturas, solventes, sanitarios, etc.)	-22	El impacto es irrelevante o compatible
	Generación de recortes de perforación base agua (bentonítico)	Posible contaminación por recortes del estrato salino	-28	El impacto es moderado
	Generación de recortes de perforación base aceite	Posible contaminación por recorte base aceite	-36	El impacto es moderado
Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Por manejo inadecuado de residuos sanitarios)	Disminución en la calidad por contaminación	-12	El impacto es irrelevante o compatible

Construcción (Instalaciones superficiales y Cavidades)			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Contaminación del agua marina en la descarga de la salmuera de lixiviación	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	-42	El impacto es moderado
	Consumo de agua para para lixiviación de cavidades	Disminución en la disponibilidad y posible afectación a otras actividades	-27	El impacto es moderado
Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	-26	El impacto es moderado
	Calidad del agua (Posible infiltración de diésel de sello durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	-26	El impacto es moderado
Flora	Posible derrame de diésel de sello durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por diésel de sello	-29	El impacto es moderado
	Posible derrame de salmuera durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por salmuera	-28	El impacto es moderado
Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	-26	El impacto es moderado
	Especies bajo estatus de protección	Disminución de especies o individuos	-16	El impacto es irrelevante o compatible

Construcción (Instalaciones superficiales y Cavidades)			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Paisaje	Visibilidad, Calidad y Fragilidad	Impacto visual debido a las actividades de construcción y edificación y montaje de equipo	-22	El impacto es irrelevante o compatible
Aspectos socio-económicos	Dinámica poblacional (migración temporal o permanente)	Incremento de población flotante o permanente	-15	El impacto es irrelevante o compatible
	Calidad de vida	Mejoramiento e incremento de empleo	15	El impacto es irrelevante o compatible
	Servicios e infraestructura urbana	Incremento en la demanda de agua, energía, servicio médico, hospedaje, escuelas, etc.	-12	El impacto es irrelevante o compatible
	Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos o afectación directa	-22	El impacto es irrelevante o compatible

Tabla V.14 Resumen de impactos para Etapa de Operación/Mantenimiento

Operación/Mantenimiento			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Aire	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COVs equipo de mantenimiento y medios de transporte	-28	El impacto es moderado
	Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña, molestias o posible daño ocupacional	-28	El impacto es moderado
Suelo	Generación de residuos (domésticos)	Generación de fauna nociva	-20	El impacto es irrelevante o compatible
	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos (guantes, estopas, pinturas, solventes, etc.)	-24	El impacto es irrelevante o compatible
	Derrame o fuga de salmuera – aceite durante la operación	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	-26	El impacto es moderado
	Generación de residuos sanitarios	Posible contaminación al suelo	-19	El impacto es irrelevante o compatible
Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Descargas o posible derrame de contaminantes)	Contaminación por residuos del proceso y mantenimiento de equipos	-27	El impacto es moderado

Operación/Mantenimiento			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera excedente en caso de mantenimiento de cavidades	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	-34	El impacto es moderado
	Consumo y otros usos como agua de reposición a las Presas del CAE Tuzandepetl	Disminución en la disponibilidad y posible afectación a otras actividades	-20	El impacto es irrelevante o compatible
Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	-29	El impacto es moderado
	Calidad del agua (Posible infiltración de crudo durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	-29	El impacto es moderado
Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la operación	Afectación a la vegetación local por hidrocarburos	-28	El impacto es moderado
	Posible derrame de salmuera durante la operación	Afectación a la vegetación local por salmuera	-26	El impacto es moderado
Fauna	Desplazamiento de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	-28	El impacto es moderado
	Especies bajo estatus de protección	Disminución de especies o individuos	-21	El impacto es irrelevante o compatible

Operación/Mantenimiento			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Paisaje	Visibilidad, Calidad y Fragilidad	Impacto visual debido a las actividades operativas en el área 400	-23	El impacto es irrelevante o compatible
Aspectos socio-económicos	Posibilidad de reclamos durante las operaciones por posible contaminación	Retraso en la operación de las instalaciones por protestas	-28	El impacto es moderado
	Dinámica poblacional (permanente)	Incremento de población permanente	16	El impacto es irrelevante o compatible
	Calidad de vida	Mejoramiento e incremento al empleo	14	El impacto es irrelevante o compatible
	Servicios e infraestructura urbana	Incremento en la demanda de agua, energía, servicio médico, hospedaje, escuelas, etc.	-16	El impacto es irrelevante o compatible
	Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos durante la operación	-28	El impacto es moderado

Tabla V.15 Resumen de impactos para Etapa de Abandono

Abandono			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
Aire	Calidad del aire (Consumo de combustibles)	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COVs durante el desmantelamiento de instalaciones por uso de equipos de combustión	-16	El impacto es irrelevante o compatible
	Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña	-16	El impacto es irrelevante o compatible
Suelo	Generación de residuos (domésticos)	Generación de fauna nociva	-22	El impacto es irrelevante o compatible
	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos sólidos	-26	El impacto es moderado
	Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la limpieza de cavidades	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	-26	El impacto es moderado
	Generación de residuos sanitarios (portátiles)	Posible contaminación al suelo en caso de disposición inadecuada	-14	El impacto es irrelevante o compatible
Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Descargas o posible derrame de contaminantes)	Contaminación por residuos de la limpieza de equipos y tuberías de proceso, posible daño a la fauna	-20	El impacto es irrelevante o compatible

Abandono			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera residual de limpieza de cavidades	Disminución en la calidad del agua marina y posibles afectaciones a la fauna aledaña	-27	El impacto es moderado
Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la limpieza de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	-26	El impacto es moderado
Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la limpieza de equipos e infraestructura	Afectación temporal a la vegetación local por hidrocarburos	-26	El impacto es moderado
	Posible derrame de salmuera durante la limpieza de equipos e infraestructura	Afectación temporal a la vegetación local por salmuera	-23	El impacto es irrelevante o compatible
Fauna	Desplazamiento de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	-24	El impacto es irrelevante o compatible
	Especies bajo estatus de protección	Disminución de especies o individuos	-24	El impacto es irrelevante o compatible
Paisaje	Visibilidad, Calidad y Fragilidad	Impacto visual debido a las actividades de desmantelamiento de instalaciones	-21	El impacto es irrelevante o compatible
Aspectos socio-económicos	Posibilidad de reclamos por pasivos ambientales	Inconformidad social	-23	El impacto es irrelevante o compatible

Abandono			Impacto global	CLASE O NIVEL DE IMPACTO
Factor	**Subfactor/Aspecto ambiental**	**Impacto**		
	Dinámica poblacional (migración)	Disminución de población	-15	El impacto es irrelevante o compatible
	Calidad de vida	Disminución de empleo	-16	El impacto es irrelevante o compatible
	Servicios e infraestructura urbana	Disminución en la demanda de agua, energía, servicio médico, hospedaje, escuelas, etc.	-14	El impacto es irrelevante o compatible
	Áreas de Conservación natural	Por su cercanía, posibilidad de recuperación	26	El impacto es irrelevante o compatible

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la valoración de los impactos nos indican que la mayoría corresponde a una clase de impacto irrelevante o compatible. Solo aquellos impactos que sus efectos son directos sobre los factores ambientales analizados, alcanzan valores de impacto global como moderados, 4 para la etapa de Preparación de sitio, 9 para Construcción, 12 para Operación/mantenimiento y 5 para Abandono.

V.1.1. Indicadores de impacto.

Es importante identificar los indicadores ambientales, ya que nos permite cuantificar o cualificar la manera en que se afecta al medio ambiente, además de evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la construcción y operación de las cavernas de almacenamiento de hidrocarburos.

Otro aspecto importante de los indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios.

Una de las mayores aplicaciones para la evaluación de los indicadores ambientales, es el modelo "Presión-Estado-Respuesta" (OCDE, 1993, EPA, 1996), que es un modelo basado en una lógica de causalidad, el cual asume que las actividades humanas ejercen modificaciones al ambiente afectando la calidad de sus elementos (Presión) y la cantidad de sus recursos (Estado); ante este hecho, la sociedad responde a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales, así como cambios en la percepción y comportamiento (Respuesta) social (Ver Figura V.1).

La aplicación de este modelo y conociendo las desviaciones de las variables ambientales, permitirá que los tomadores de decisiones reorienten sus políticas y que estas sean incluidas dentro de sus planes y programas de desarrollo para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

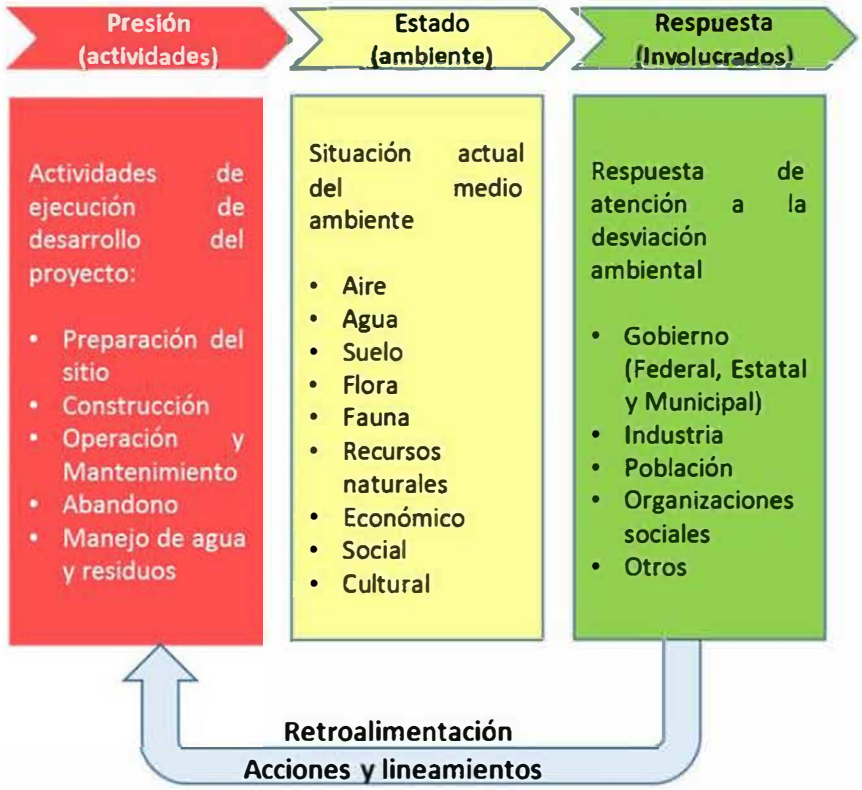


Figura V.1 Modelo Presión-Estado-Respuesta para indicadores ambientales

Los indicadores ambientales además de proporcionar datos rápidos de los cambios en un momento determinado del proyecto sobre el ambiente en cualquiera de sus etapas (preparación del sitio, construcción, operación/mantenimiento o abandono), También tienen la función de proporcionar información de la presión que podría ejercer hacia el medio ambiente la realización de sus actividades para responder de forma rápida tomando medidas para mitigar estos efectos encaminados a la conservación, recuperación, restauración para el uso sustentable de los recursos naturales.

A continuación se presentan indicadores clave para el desarrollo de las actividades del proyecto, sin embargo estos deberán ser ajustados conforme se vaya desarrollando el mismo con el objetivo de obtener los resultados esperados.

Calidad del Aire:

Verificación del mantenimiento preventivo/correctivo de maquinaria pesada y vehículos para el movimiento de materiales.

Evidencia del buen mantenimiento preventivo/correctivo de maquinaria pesada y vehículos para el movimiento de materiales.

Cumplimiento de la normatividad ambiental y de salud vigente para los contaminantes normados.

Hidrología:

Control de nivel de llenado de las presas y evidencia del balance de las mismas.

Control de parámetros tales como G y A, HTP's, HCFM, HCFP del agua subterránea, para identificación de desviaciones.

Flora y Fauna:

Capacitación en materia de protección ambiental a todos los involucrados en las diferentes etapas del proyecto.

Evidencia de capacitación en materia de protección ambiental

Porcentaje de supervivencia en áreas de reforestación con especies nativas en sitios aledaños al sitio de proyecto.

Aspectos Socioeconómicos:

Número de reclamos por tipo y tiempo de atención del mismo.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.

En la Tabla V.16 se muestran los indicadores ambientales que se pueden utilizar para evaluar los componentes ambientales a lo largo del proyecto:

Tabla V.16 Indicadores ambientales de seguimiento

Indicador ambiental	Factor de seguimiento
Evidencia de mantenimiento de maquinaria pesada y vehículos	Por maquinaria y vehículo
Monitoreo de contaminantes criterio	Cumplimiento con LMP
Evidencia de llenado y balance de presas	Por presa y periodo
Monitoreo de aguas subterráneas	Concentración contra valor de referencia
Evidencia de capacitación en SS y PA	Número de empleados capacitados/total plantilla
Reforestación con especies nativas	(Total de individuos vivos / individuos plantados) / año
Reclamos por tipo atendidos	Número de reclamos por tipo recibidos por mes/ número de reclamos por tipo atendidos por mes

V.1.3. Justificación de la metodología seleccionada.

La metodología de Conesa Fernández Vitora fue seleccionada, dado a que de manera intrínseca aplica los principios y técnicas de métodos que han sido probados y son efectivos en la identificación y evaluación de impactos, como es el caso de la matriz de interacción de Leopold, el principio de valoración cuantitativa basado en la ponderación de los factores ambientales y la homogenización de los efectos a un mismo sistema de medida y escala de Batelle; así como el uso de indicadores numéricos y funciones de transformación para la cuantificación de efectos (magnitud del impacto), que también permite la agregación lógica de factores, obteniendo de manera óptima, la valoración de impactos globales.

De esta manera, esta metodología se considera altamente efectiva al proveer una buena certidumbre en la identificación y valoración de los impactos, evitando la subjetividad al declarar indicadores cuantitativos y cualitativos de manera independiente, aportando valores numéricos que permiten darle un peso y medida, para determinar de manera conjunta una magnitud, la cual al poderse representar con un valor numérico facilita la interpretación, comunicación y entendimiento de los impactos.

V.1.3. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la evaluación de la matriz de impactos, se tiene que:

Para el caso de la calidad del aire, los impactos identificados para cada etapa del proyecto son parciales, ya que cada uno de los factores que contribuyen son utilizados por periodos cortos y de manera puntual, por lo cual, en el caso de aquellos calificados como moderados, que son los que pudieran generar sinergias, al momento de aplicar las adecuadas medidas de mitigación previstas, se minimiza su impacto y las condiciones del medio, permiten la compatibilidad de las actividades a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. El impacto a esta matriz ambiental es considerado como reversible y compatible, toda vez que después de las etapas de mayor contribución y a la buena dispersión atmosférica, la calidad del aire en el área de estudio volverá a la normalidad.

En cuanto a las posibles afectaciones al suelo, están asociados los impactos moderados principalmente a factores de contaminación por residuos, sin embargo cabe mencionar que se tiene la obligación de generar el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, con el cual se da cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, lo que con un seguimiento estricto del mismo, se minimiza la sinergia, acumulación y causa efecto que este factor puede aportar en la afectación a esta matriz ambiental.

Para el caso de la hidrología superficial y subterránea, las posibles afectaciones, están consideradas por consumo de agua durante la etapa de lixiviación, que pudiera competir con otros usos, es cual es un impacto temporal y reversible, ya que se maneja por volúmenes autorizados de acuerdo a disponibilidad y solo durante el periodo de construcción. Para el caso de calidad del agua, en caso de infiltración de salmuera, diésel u otros contaminantes, con las adecuadas medidas

de mitigación se plantea la minimización del riesgo, sin embargo en caso de ocurrencia, el impacto sería reversible al mediano plazo con el uso de tecnología y aplicación de buenas prácticas.

El medio biótico, considerándolo como un hábitat en el que la flora y fauna conforman una unidad espacial que coexiste de manera simbiótica, las principales afectaciones previstas serían por ahuyentamiento de fauna o afectación a la vegetación por acciones de contaminación, los cuales son impactos puntuales y reversibles, que con la aplicación de buenas prácticas en apego al programa de vigilancia, permiten la coexistencia de las operaciones con las áreas con vegetación natural.

En el caso de los aspectos socioeconómicos, los impactos moderados previstos, están relacionados a la aceptación del proyecto y a la percepción de la posible afectación a áreas de vegetación natural, los cuales pudieran presentarse en casos extraordinarios, sin embargo la adecuada gestión social deberá ser un factor imperante a lo largo de todas las etapas del proyecto.

El proyecto contará con las medidas necesarias para reducir los impactos adversos sobre los elementos ambientales y para gestionar correctamente el manejo de materiales y residuos en todas sus actividades. Asimismo, el realizar una adecuada gestión de los aspectos de seguridad industrial, operativa, salud ocupacional y protección ambiental, permitirá la implementación y cumplimiento del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).

Conesa Fernández - Vitora, V., (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4a. edición. Madrid: Mundi-Prensa.

Contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.2

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental..... 2

VI.2 Impactos residuales..... 12

Índice de Tablas

Tabla VI.1 Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación a los impactos significativos del proyecto..... 3

Tabla VI.2. Impactos Residuales considerados para el proyecto a partir dela evaluación de diferentes criterios..... 13

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

La finalidad de este capítulo es establecer las medidas para prevenir, mitigar y en el caso que aplique, compensar aquellos efectos que pudieran resultar adversos al ambiente debido al desarrollo del proyecto y que se evaluaron en el capítulo V de este documento.

Se deberá implementar medidas de acuerdo con los impactos ambientales identificados, estas medidas serán de Prevención (MP), Mitigación (MM) y Compensación (MC), definidas para las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono).

Medidas de prevención (MP): Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del sitio del Proyecto por la realización de una o varias actividades del Proyecto.

Medida de mitigación (MM): Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos que se puedan presentar dentro del sitio del Proyecto derivado de la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medida de compensación (MC): Conjunto de acciones que restituyen impactos que no pueden ser prevenidos o mitigados para restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación. Por tal motivo, la magnitud de estas acciones será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

Los resultados del análisis de los impactos calificados, permiten observar que la mayoría de ellos estuvo dentro de la categoría de

irrelevantes o compatibles, sin embargo, deben mantenerse en observación y hacer un seguimiento a lo largo de la vida del proyecto, en este sentido, se prevé que muchos de los efectos causados por el desarrollo del proyecto podrán reducirse o evitarse, mediante una gestión ambiental adecuada en las obras.

Por lo tanto, bajo una perspectiva integral y ecosistémica se proponen una serie de medidas preventivas, correctivas, mitigación y de compensación, para aquellos impactos que sus efectos son directos sobre los factores ambientales analizados y alcanzaron valores de impacto moderados, 4 para la etapa de Preparación de sitio, 9 para Construcción, 12 para Operación/mantenimiento y 5 para Abandono, reafirmando que ninguno de los impactos analizados en el Capítulo V fueron categorizados como severos o críticos (ver Tabla VI.1).

Tabla VI.1 Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación a los impactos significativos del proyecto

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
Preparación del sitio				
1	Suelo	Eliminación de vegetación y capa orgánica	Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas,	• Para evitar mayores afectaciones a la vegetación adyacente, se eliminará vegetación estrictamente en las áreas autorizadas colocando para ello señalizaciones restrictivas donde se realizarán las actividades del proyecto. • Se realizarán actividades de reforestación con especies de la región en el Sistema Ambiental como medidas de compensación
2		Cambio de uso de suelo	Disminución de la biodiversidad y los servicios ambientales	• Se colocarán señalamientos para delimitar el área del proyecto y no afectar zonas aledañas, se realizarán actividades únicamente en la superficie autorizada con el fin de evitar dañar la vegetación adyacente. • Reubicación de individuos de flora de las especies que estén bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
3	Flora	Eliminación de vegetación	Disminución de cobertura vegetal, generación de residuos producto de desmonte, erosión del suelo	• Se realizarán actividades de reforestación en una área mayor al área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (0.668 ha) con especies de la región. • En caso de encontrarse individuos de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará la reubicación de dichos individuos.,. • Los residuos producto del desmonte y limpieza de áreas, serán picados y triturados para su rápida integración al suelo y su disposición se realizará preferentemente en áreas libres de vegetación.
4	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	• En caso de encontrarse fauna silvestre, principalmente aquellas especies de difícil movilidad, así como aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará el rescate y reubicación de especies. • Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
Construcción (instalaciones superficiales y cavidades)				

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
5	Suelo	Generación de recortes de perforación base agua (bentonítico)	Posible contaminación por recortes del estrato salino	• Los recortes base agua provenientes del estrato salino serán manejados y almacenados en contenedores para su disposición en donde la autoridad ambiental lo establezca, con lo cual se dará cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. • Los residuos (sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial) en todas las etapas del proyecto se manejaran de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
6		Generación de recortes de perforación base aceite	Posible contaminación por recorte base aceite.	• Los recortes base aceite serán analizados para su caracterización conforme a la NOM-001-ASEA-2019) y se determinará su Plan de Manejo. • Los residuos (sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial) en todas las etapas del proyecto se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
7	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de la salmuera de lixiviación	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	• Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área del proyecto. • Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga indicadas en el Título de Concesión. • Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.
8		Consumo de agua para para lixiviación de cavidades	Disminución en la disponibilidad y posible afectación a otras actividades	• Se llevarán registros de consumo y de las descargas, con lo cual se garantizará que el agua extraída del río Coatzacoalcos se encuentre dentro de los márgenes de explotación permitidos por la CONAGUA.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
9	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación
10		Calidad del agua (Posible infiltración de diésel de sello durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación
11	Flora	Posible derrame de diésel de sello durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por diésel de sello	• El área de almacenamiento de diesel de sello estará protegida con materiales impermeables que eviten su dispersión hacia áreas adyacentes. • Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
12		Posible derrame de salmuera durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por salmuera	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
13	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	• Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
Operación/Mantenimiento				
14	Aire	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s equipo de mantenimiento y medios de transporte	• Los vehículos automotores de combustión interna que utilicen como combustible gasolina, diesel, gas L.P. o gas natural de uso privado y de servicio público y la maquinaria a emplearse durante la operación o mantenimiento deberán estar carburados y afinados o en su caso verificados conforme a los programas establecidos en la ley o reglamento aplicable del estado de Veracruz.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
15		Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña, molestias o posible daño	• Cumplimiento de las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-ECOL-1994 en materia de ruido. • Elaboración y aplicación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos usados conforme a las recomendaciones del proveedor o cuando lo requiera, principalmente aquellos que requieran la disminución de los niveles de ruido o vibraciones.
16	Suelo	Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la operación	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	• Desarrollo e implementación de programas de mantenimiento e inspección de equipos involucrados (bombeo, distribución y almacenamiento). • Desarrollo y aplicación procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.
17	Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Descargas o posible derrame de contaminantes)	Contaminación por residuos del proceso y mantenimiento de equipos	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.
18		Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera excedente en caso de mantenimiento de cavidades	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	• Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área de almacenamiento. • Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga del Título de Concesión. • Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
19	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación
20		Calidad del agua (Posible infiltración de crudo durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación
21	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la operación	Afectación a la vegetación local por hidrocarburos	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
22		Posible derrame de salmuera durante la operación	Afectación a la vegetación local por salmuera	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
23	Fauna	Desplazamiento de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	• Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
24	Aspectos socio-económicos	Posibilidad de reclamos durante las operaciones por posible contaminación	Retraso en la operación de las instalaciones por protestas	• Los posibles reclamos por derrames o contaminación serán turnados de forma inmediata al Área jurídica o a la Unidad de Responsabilidades correspondientes de Petróleos Mexicanos para su atención inmediata. • Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación
25		Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos durante la operación	• Se efectuarán trabajos de reforestación dentro de la poligonal del Área 400. • Se desarrollará y aplicará un plan de gestión social con los actores clave que utilizan y aprovechan las áreas de conservación natural
Abandono				
26	Suelo	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos sólidos.	• Todos los residuos peligrosos, de manejo especial y no peligrosos que pudieran generarse en todas las etapas del proyecto, serán manejados y dispuestos cumpliendo con lo establecido en el marco normativo aplicable.
27		Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la limpieza de cavidades	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	• Caracterización del suelo en el área que ocupó el predio y en caso de que haya afectación se deberá definir un programa de restauración, para cumplir con los límites máximos permisibles considerados en la normatividad.
28	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera residual de limpieza de cavidades	Disminución en la calidad del agua marina y posibles afectaciones a la fauna aledaña	• Se realizará un programa de monitoreo de la calidad del agua marina y sedimentos para que en caso de existir contaminación se proceda a diseñar alguna estrategia de tratamiento adecuado.
29	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la limpieza de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	• Caracterización de la calidad del agua subterránea del predio y su área de influencia.
30	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la limpieza de equipos e infraestructura	Afectación temporal a la vegetación local por hidrocarburos	• Programa de reforestación en áreas intervenidas con vegetación nativa de la zona.

VI.2 Impactos residuales

El llevar a cabo las metodologías y programas de mitigación, con la mejor de las intenciones en aplicar las medidas de prevención y corrección al pie de la letra, pudiera suceder que los efectos de un impacto ambiental permanezcan en el ambiente, es decir, sus efectos persisten aún con la aplicación de esas medidas. Este tipo de impactos son denominados Residuales. Asimismo, el Reglamento para la Evaluación de Impacto Ambiental en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Su identificación y valoración es importante ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente en alguna etapa del Proyecto sobre el ambiente.

La evaluación resultante como producto del consenso y experiencia de un grupo interdisciplinario de especialistas, a través de la aplicación de la metodología Conesa-Vitora descrita en el capítulo V de esta MIA, determinaron que los efectos que ocasionan las relaciones entre los factores y las actividades a través de la calificación de diferentes criterios en su mayoría los impactos fueron considerados como irrelevantes o compatibles con el medio ambiente (62%), así mismo, el resto de los impactos evaluados resultaron como impactos moderados (38%). Por lo que, para efectos de la evaluación de este Proyecto, en ninguno de los casos los impactos fueron categorizados como severos y mucho menos críticos.

Con el objeto de dar cumplimiento a la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de la Industria del Petróleo Modalidad: Particular, y como parte de los elementos que integran el presente capítulo VI, en su apartado "Impactos Residuales" se acordó una estrategia en la cual, para aquellos impactos considerados con la mayor categoría de afectación al medio ambiente (impactos moderados, en el caso del presente Proyecto) y teniendo como base, la evaluación

de impactos según la metodología citada en el capítulo V de esta MIA (Conesa-Vitora) se consideraron los criterios de evaluación; Persistencia (PE), Reversibilidad (RV) y el criterio Recuperabilidad (MC), como elementos idóneos para considerar que impactos pudieran ser denominados como Impactos Residuales. Partiendo de la base que estos criterios involucran los conceptos "permanencia-espacio-tiempo", en consenso técnico se acordó que la suma algebraica de sus calificaciones individuales con resultado diez o por arriba de diez, denotaría a aquellos impactos de carácter Residual (tabla VI.2.).

Tabla VI.2. Impactos Residuales considerados para el proyecto a partir dela evaluación de diferentes criterios.

Factor/subfactor	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Total
Preparación del Sitio				
Eliminación de capa vegetal: Erosión hídrica o eólica modificación de propiedades físico-químicas	4	4	4	12
Cambio de uso de suelo: Disminución de la biodiversidad y los servicios ambientales	4	4	4	12
Eliminación de la vegetación: Disminución de cobertura vegetal , generación de residuos producto de desmonte, erosión del suelo	4	4	4	12
Construcción				
Generación de recortes de perforación base aceite: Posible contaminación por recorte base aceite	2	4	4	10

Factor/subfactor	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Total
Contaminación del agua marina en la descarga de la salmuera de lixiviación: Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	4	4	4	12
Posible derrame de diésel de sello durante la lixiviación: Afectación a la vegetación local por diésel de sello	4	2	4	10
Operación y Mantenimiento				
Calidad del aire: Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s equipo de mantenimiento y medios de transporte	4	4	4	12
Emisión de ruido y vibraciones: Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña, molestias o posible daño ocupacional	4	4	4	12
Derrame o fuga de salmuera-aceite durante la operación: Posible contaminación de suelo en caso de fuga	2	4	4	10
Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera excedente en caso de mantenimiento de cavidades: Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	4	2	4	10

Factor/subfactor	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Total
Desplazamiento de especies: Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	4	4	4	12
Posibilidad de reclamos durante las operaciones por posible contaminación: Retraso en la operación de las instalaciones por protestas	4	2	4	10
Áreas de conservación Natural Por su cercanía, posibles efectos negativos durante la operación	4	2	4	10
Abandono				
Derrame o fuga de salmuera-aceite durante la limpieza de cavidades: Posible contaminación de suelo en caso de fuga	2	4	4	10

De los impactos calificados como moderados y de acuerdo al análisis realizado se identificaron 14 impactos considerados como residuales, distribuidos dela siguiente forma: 3 para la etapa de Preparación del Sitio, 3 para la de Construcción, 7 para la etapa de Operación/Mantenimiento y finalmente 1 para la etapa de abandono.

Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 2

VII.1 Introducción 2

VII.2 Pronóstico del escenario 6

VII.1.1 Escenario actual 7

VII.1.2 Escenario con proyecto 12

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental. 32

VII.3 Conclusiones 46

Citas ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de Figuras

Figura VII. 1 Ubicación de las instalaciones del Proyecto dentro del Polígono Área 400 en áreas impactadas por actividades antrópicas.. 14

Índice de Tablas

Tabla VII. 1 Dimensiones del Proyecto y áreas a afectar 3

Tabla VII. 2 Componentes del escenario actual en el Sistema Ambiental y en el área del proyecto. 7

Tabla VII. 3 Resumen de impactos significativos y medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto para le generación de escenarios. 17

Tabla VII. 4 Posibles escenarios que se presentarán por el desarrollo del proyecto 26

Tabla VII. 5 Programa de vigilancia con frecuencia de aplicación y procedimientos de vigilancia y control. 33

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES YEVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Introducción

En los pronósticos ambientales y la evaluación de alternativas se requiere tomar como base información que se ha desarrollados en los capítulos anteriores del presente documento.

En síntesis, el proyecto de construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400, se encuentra localizado



El área del proyecto denominado como Área 400,se asentará en un predio propiedad de Petróleos Mexicanos con una superficie total de 52.3 ha conforme a escrituras de las cuales alrededor de 2 ha se ocuparán para el desarrollo del proyecto.

Las dimensiones del proyecto, incluyen las obras principales y asociadas nuevas y existentes, caminos de acceso existentes y calles nuevas dentro del Área 400 las cuales serán permanentes durante el tiempo de vida del mismo; así como las obras y actividades a rehabilitar (camino existente) e infraestructura de apoyo existente en la Bocatoma y del CAE Tuzandepetl, e inclusive un estimado de áreas para instalaciones provisionales (ver Tabla II.1).

Tabla VII. 1 Dimensiones del Proyecto y áreas a afectar

Área total del polígono 400 (52.3 hectáreas)			523,037.53 (m^2)
Obra/Instalación	**Área estimadas de ocupación (m^2)**	**Tipo de vegetación a afectar**	**% de afectación respecto al total**
OBRAS PRINCIPALES			
Pozo TUZ-403 (existente)	2500	Herbácea-arbustiva-pastizal (Pera existente)	0.478
Cavidad TUZ-403 Almacenamiento de Crudo (lixiviación)	---	Ninguna, es subterránea	---
Pozo TUZ-406 (Perforación)	2500	Arbórea-Herbácea-arbustiva-pastizal	0.478
Cavidad TUZ-406 Almacenamiento de Crudo (lixiviación)	---	Ninguna, es subterránea	---
OBRAS PRINCIPALES (SUBTOTAL)	**5000**		**0.956**
OBRAS ASOCIADAS			
Salida de Emergencias	1200	Arbórea-herbácea-arbustiva	0.229
Cobertizo de Agua Contraincendio	1000	Arbórea-herbácea-arbustiva	0.191
Caminos de acceso (rehabilitación y/o acondicionamiento) existente	3,700	Libre de vegetación (no hay afectación)	0.707
Calle interna (tramo nuevo)	2,300	Arbórea-Herbácea-arbustiva-pastizal	0.440
Acceso para maniobras hacia Cobertizo Contraincendio	1,200	Arbórea-herbácea-arbustiva-pastizal	0.229
OBRAS ASOCIADAS (SUBTOTAL)	**9400**	---	**1.797**
OBRAS PROVISIONALES			
Caseta de Control, Equipo de seguridad (TZ-403) y Patín de medición (TZ-403)	60	Herbácea-arbustiva-pastizal (en pera existente)	0.011
Equipo para lixiviación de Pozo TUZ-403 (Paquete de aire de instrumentos, paquete de diesel y sanitarios portátiles)	280	Herbácea-arbustiva-pastizal (en pera existente)	0.054

Área total del polígono 400 (52.3 hectáreas)			523,037.53 (m^2)
Obra/Instalación	**Área estimadas de ocupación (m^2)**	**Tipo de vegetación a afectar**	**% de afectación respecto al total**
Equipo de perforación de pozo TUZ-406	---	Sin afectación (pera de pozos ya incluido)	---
Caseta de Control, Equipo de seguridad (TZ-406) y Patín de medición (TZ-406)	60	Herbácea-arbustiva-pastizal	0.011
Equipo para lixiviación de Pozos TUZ-406 (Paquete de aire de instrumentos, paquete de diesel y sanitarios portátiles)	280	Herbácea-arbustiva-pastizal	0.054
Área estimada (estacionamiento, oficina (s), comedor, Talleres, Almacén de herramientas y equipo, sanitarios portátiles, etc.) durante rehabilitación de camino existente y acceso a TUZ-406	5000	Área recomendada con vegetación herbácea-arbustiva o pastizal	0.956
OBRAS PROVISIONALES	**5,680**	---	**1.086**
ÁREA TOTAL (m^2)	**20,080 (2.01 ha)**	---	**3.839**

Las obras provisionales serán aquellas que solo se instalarán sobre las áreas definidas para el proyecto y se usarán de forma temporal para llevar a cabo las obras principales o permanentes del mismo.

El plazo para la realización del proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción será de 16 meses; para la etapa de operación y mantenimiento se estima una vida útil de 30 años, sin embargo, éste podrá incrementarse al realizar inspecciones y mantenimiento adecuado a las mismas, de acuerdo con los programas de mantenimiento que se establezcan

Las principales actividades que se desarrollarán en todo el proyecto se describen a continuación.

Preparación del sitio

- Acondicionamiento de caminos existentes y Construcción de calles internas nuevas
- Traslado de equipo, personal, insumos y Plataforma para intervención o perforación de pozos (TUZ-403 y 406)
- Limpieza de área existente (Pera TUZ-403), limpieza de área para contratista (instalaciones temp. o provisionales)
- Desmonte, despalme de áreas del proyecto para obras permanentes y provisionales (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos)
- Excavación, compactación y nivelación de áreas (Cobertizo de agua C. I., Salida de emergencia, Pera de Pozo TUZ-406, Caseta de Control, Patín de medición y Equipo para lixiviación de pozos)

Construcción (instalaciones superficiales y Cavidades

- Cimentación y Construcción de Casetas de Control, montaje de equipo de proceso (bombas e interconexión de tuberías)
- Instalación de equipo para intervención de pozo existente TUZ-403 y prueba de integridad, hermeticidad y toma de información
- Instalación de equipo y perforación de pozo TUZ-406. Revestimiento, Cementación, Pruebas de integridad y toma de información
- Creación de cavidades (Lixiviación) TUZ-403 y TUZ 406 en forma simultánea. Pruebas de estanqueidad y Registro sonar
- Descarga de salmuera al mar por lixiviación de cavidades TUZ-403 y TUZ 406

Operación/Mantenimiento

- Almacenamiento y extracción de Crudo de cavidades TUZ-403 y TUZ-406
- Descarga de salmuera al mar por operación/mantenimiento de cavidades (solo por mantenimiento en caso necesario)

Abandono

- Limpieza de cavidades, tuberías, equipo y recipientes de proceso previo al desmantelamiento
- Desmantelamiento y retiro de equipos, estructuras para el abandono
- Manejo y disposición de equipo e infraestructura conforme a la normatividad vigente
- En caso de evidencia de contaminación, restauración de áreas afectadas

El uso de suelo en el área del proyecto y sus alrededores, de acuerdo al mapa de uso de suelo y vegetación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2013, predomina el uso Agrícola- Pecuario con vegetación arbórea por el lado suroeste del predio, el predio tiene diferentes áreas perturbadas por las actividades antropogénicas como: la agricultura de temporal y pastizal cultivado principalmente. Estos usos de suelo fueron corroborados con trabajos de campo, en donde se observó vegetación herbácea – arbustiva estacional en dichas áreas perturbadas por actividades externas al proyecto.

VII.2 Pronóstico del escenario

Los pronósticos ambientales del área donde se desarrollará el proyecto y en el Sistema Ambiental se desarrollan de acuerdo a la información generada en el presente estudio, dando peso a lo descrito en los capítulos V *Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales y en el capítulo* VI *Medidas Preventivas y de Mitigación de*

los Impactos Ambientales, considerando las condiciones que se presentarían con y sin proyecto, tomando como base las características actuales que tiene los ecosistemas y sistemas socioeconómicos. Los escenarios consideran que la zona donde se desarrolla el proyecto tiene un importante dinamismo socio-económico no solo impulsado por el sector energético, sino también por nuevos macro proyectos que se realizarán en el área como es "El Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec", el desarrollo y ampliación de puertos, entre otros, donde PEMEX y el proyecto de Construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, juega un papel preponderante en la sostentabilidad energética de la zona y del país (DOF, 2020.

VII.1.1 Escenario actual

En el escenario actual se consideran los componentes bióticos, abióticos y socio-económicos del Sistema Ambiental y del área del proyecto, en la tabla se resumen los componentes más importantes que se presentan.

Tabla VII. 2 Componentes del escenario actual en el Sistema Ambiental y en el área del proyecto.

Componente	Sistema ambiental	Área del proyecto
Extensión (hectáreas)	991 ha	52.3 ha
Municipios	Ixhuatlán del Sureste y Nanchital de Lázaro Carenas del Río	Ixhuatlán del Sureste

Unidades de Gestión Ambiental	UGA 6 conservación y pecuaria UGA 07 Aprovechamiento Industrial	UGA 07 Aprovechamiento Industrial
Clima	Am(f), cálido húmedo con lluvias en verano	Am(f), cálido húmedo con lluvias en verano
Suelo	Cambisol Ferrálico, Gleysol mólico	Cambisol Ferrálico
Hidrología	Ocho cuerpos de agua, 2 escurrimientos y 6 depósitos de agua naturales y artificiales	No hay cuerpos de agua
Principales usos de suelo y vegetación	Pastizales, Popal-Tular, Urbano Construido y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva tropical y Cultivos	Vegetación Secundaria de Selva tropical, Pastizal y Cultivos
Especies protegidas	Vegetales (3) Fauna (21)	Vegetales (3) Fauna (16)
Paisaje	Alta fragmentación	Alta fragmentación
Comunidades Indígenas	No se encuentran	No se encuentran
Población	Urbana y rural	Rural (aledaña)

Áreas de conservación natural	Una área destinada voluntariamente a la conservación	No existen

En el análisis de la información generada con trabajo de campo y las fuentes bibliográficas consultadas el área del Sistema Ambiental está impactada sustancialmente para actividades industriales y agropecuarias que se han realizado durante varias décadas en la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. El uso de suelo está bien definido principalmente zonas urbanas, pastizales inducidos para ganadería, parcelas agrícolas y algunos relictos de vegetación primaria como son el popal-tular y acahual de selva media perennifolia.

Principalmente hay dos empresas que han definido el contexto socioambiental del SA, la primera es PEMEX y la segunda es Cydsa con Sales del Istmo y con Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V.

En la Cuenca baja del río Coatzacoalcos, a partir de 1960, se han instalado la mayor parte de los complejos petroquímicos y las industrias químicas del sur de Veracruz, cuya dinámica define a la zona de desarrollo económico-industrial estratégica.

PEMEX en las décadas de los 60 y 70, del siglo pasado, construye complejos para la transformación de los hidrocarburos que cambian por completo el contexto socio-económico y ambiental de la zona (Flores, et. al., 2017)

En el SA a partir de la década de los 80 PEMEX comienza a construir el Centro de Almacenamiento Estratégico en Tuzandepetl, el cual una vez terminado en los noventas, cuenta con 12 cavidades para el almacenamiento de petróleo crudo (capacidad original 12.4 MMb, capacidad actual 7.43 MMb).

La función de diseño del CAE Tuzandepetl como instalación estratégica es:

- Disponer de reserva para suministro de crudo al SNR a través de un almacenamiento estratégico en domos.
- Asegurar el suministro de crudo al Sistema Nacional de Refinación.
- Minimizar el impacto de cierres de producción por la presencia de condiciones climatológicas adversas a la navegación, que impiden realizar la exportación por las Terminales Marítimas.
- Distribuir crudo al interior y exportación por causas extraordinarias.
- Apoyar al mantenimiento de instalaciones superficiales y de proceso.

Esta instalación trae gran dinamismo a la zona por la derrama económica, oportunidades de trabajo y creación de infraestructura, motivando al cambio de uso de suelo principalmente al agropecuario a urbano e industrial.

También se desarrollaron asentamientos irregulares que en busca de lugares de vivienda se ubicaron en los humedales y áreas forestales ejerciendo una presión a los ecosistemas naturales, aunado al desarrollo de infraestructura urbana e industrial en los mismos.

El grupo Cydsa tiene en el SA su empresa Sales del Istmo, que durante muchos años ha explotado la sal del domo salino, en el año de 1967 obtuvo la primera concesión para la explotación de sal gema en domos salinos en estado de Veracruz, iniciando operaciones con la perforación algunos pozos de domos salinos, actualmente, cuenta con 12 concesiones mineras vigentes para la explotación de sal gema en el lote Tuzandépetl en el municipio de Ixhuatlán del Sureste, estado de Veracruz, expedidas por la Dirección General de Minas de la Secretaría de Economía.

Sales del Istmo está asentada en los terrenos denominados "Congregación Tuzandepetl", de 157.51 ha del terreno que se obtuvo por enajenación del municipio de Ixhuatlán del Sureste, estado de Veracruz. Sus operaciones para la explotación de la sal siguen expandiéndose a través de nuevos pozos de producción.

También, Cydsa a través de su compañía Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V. desarrolló en el mismo predio "Congregación Tuzandepetl" primer sistema en México y América Latina, dedicado al almacenamiento subterráneo de Gas Licuado de Petróleo (Gas LP), en una caverna salina.

Este Proyecto se originó en el 2012, con el objetivo de realizar la perforación eficiente de pozos de salmuera, complementados con las adecuaciones técnicas requeridas para contar con el potencial de utilizarse como cavernas para el almacenamiento subterráneo de gas y otros hidrocarburos.

El desarrollo consiste en una caverna salina con capacidad operativa de almacenaje de 1.8 millones de barriles de Gas LP, así como la construcción de la infraestructura requerida en la superficie para la inyección, extracción y traslado de hasta 120,000 barriles diarios.

En abril del 2015 se recibió el permiso de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para la realización de este Proyecto, la instalación queda cona las siguientes características (tomadas de http://almacenamientossubterraneosdelsureste.com.mx/CydsaBoletinWidget.html).

Nombre de la empresa: Almacenamientos Subterráneos del Sureste, S.A. de C.V.

Nombre de la Terminal de almacenamiento: Pozo 206

Tipo de producto a almacenar: Gas LP

Domicilio de la terminal de almacenamiento: Carretera Ixhuatlan-Nanchital S/N , Veracruz, México.

Longitud de terminal de almacenamiento:94° 23’ 57.37” O

Latitud de terminal de almacenamiento: 18° 02’ 09.03” N

Capacidad operativa diaria: Entrega

Capacidad total operativa por día:120,000 Barriles

Características físicas de los tanques: Subterráneos.

Medios de entrega y recepción del producto :Ducto

Así las empresas del grupo Cydsa han sido detonadores del desarrollo de la zona con el consecuente cambio de un sistema rural con áreas naturales focalizadas a un sistema urbano, industrial y agropecuario con ecosistemas fragmentados.

En referencia al área donde se va desarrollar el proyecto, es un predio propiedad de PEMEX que ha venido siendo impactado por distintas actividades, cuando se desarrolló el CAE en el área se realizaron distintas obras como son peras de perforación, caminos y áreas de maniobras que fueron abandonadas, lo que propicio la sucesión ecológica de la vegetación, sin embargo, a lo largo del tiempo ha sido ocupado por lugareños para actividades de siembra de temporal, pastoreo y tala de árboles para la madera.

La dinámica descrita ha generado parches de vegetación secundaria en estadios avanzados y tempranos de sucesión, pastizales inducidos y cultivos.

Tanto en el SA como en el área de proyecto existen varios derechos de vías para ductos y conducción de energía eléctrica, aunado a los caminos existentes se tiene una alta fragmentación de las comunidades vegetales por lo que se pierde la integridad de los ecosistemas.

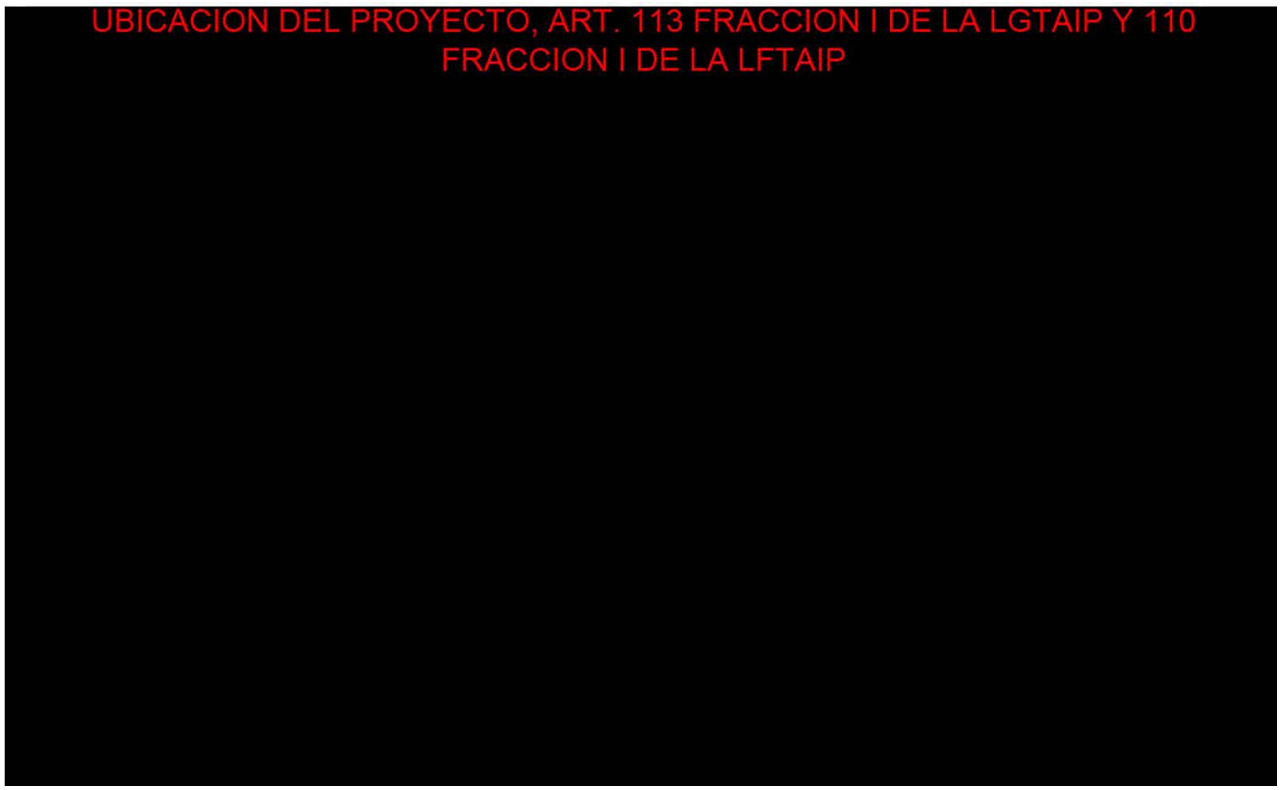
VII.1.2 Escenario con proyecto

En la generación de escenarios que se podrán presentar con el desarrollo del proyecto *"Construcción de cavernas para el almacenamiento de petrolíferos en el área 400 Tuzandepetl, municipio Ixhuatlán del Sureste, Veracruz"*, es importante indicar las bases con las que se realizan los escenarios, *a continuación se enumeran:*

1. Características del predio donde se va a desarrollar el proyecto
2. Áreas que se van a ocupar
3. Componentes bióticos, abióticos, paisaje y aspectos socioeconómicos que integran al ecosistema que albergará el proyecto.
4. Impactos ambientales significativos que se generarán
5. Medidas de mitigación y prevención que se realizarán

El predio de PEMEX que se utilizará para el proyecto tiene un área de **52.3**ha con condiciones heterogéneas en la distribución espacial de la cobertura vegetal, por lo cual, PEMEX solicitó que la ubicación de las nuevas instalaciones **considere la menor afectación a la vegetación** que tiene estado de sucesión ecológica avanzada, y priorizar el ocupar las áreas que tengan mayores impactos por actividades antropogénicas ajenas al proyecto.

Bajo la premisa anterior solo se **utilizarán 0.5 ha** para obras principales,**0.94 ha** para obras asociadas y alrededor**0.57 ha** de obras provisionales, ubicadas principalmente **en zonas que ya fueron impactadas** por la agricultura y pastizales inducidos o cultivados, es decir, el área ocupada para el proyecto, **corresponde alrededor del 5% del predio** (ver figura)



En el Capítulo V del presente documento, se identificaron los componentes ambientales que podrían verse más afectados considerando las obras y actividades a llevarse a cabo por el proyecto y se retoman para generar los escenarios, estos elementos del medio biótico, medio abiótico, paisaje y medio socioeconómico se enlistan a continuación:

Aspectos Abióticos.

- Calidad del Aire: Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV's por maquinaria, equipo de combustión y medios de transporte. Emisión de partículas PM_{10}, ruido y vibraciones.
- Edafología: Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas del suelo. Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos (aceitosos, recortes de perforación).
- Hidrología superficial y subterránea: calidad del agua

superficial (salmuera y diésel), usos del agua superficial, calidad del agua subterránea (salmuera y diésel) y usos del agua subterránea.

Aspectos Bióticos.

- Flora: para la identificación de la vegetación tanto en el área del proyecto como en el Sistema Ambiental, existentes, tomando en cuenta también la flora que este bajo algún estatus normativo (NOM - 059 o CITES).
- Fauna: para la identificación de la vegetación tanto en el área del proyecto como en el Sistema Ambiental, existentes, tomando en cuenta también la fauna que este bajo algún estatus normativo (NOM - 059 o CITES).

Paisaje

- Visibilidad, Calidad y Fragilidad: Modificaciones que se tienen en estos componentes, derivado de las modificaciones por la eliminación de vegetación.

Aspectos Socioeconómicos

- El nivel de aceptación de la sociedad hacia el proyecto: Posibilidad de paros, reclamos, solicitudes de comunicación, etc.
- Dinámica poblacional: migración temporal o permanente.
- Calidad de vida: La cual se puede ver modificada de acuerdo a las características del proyecto.
- Servicios e infraestructura urbana: Percepción de competencia de la infraestructura existente, dada la instalación del proyecto.
- Áreas de conservación natural: Por la apropiación y uso del recurso, la incertidumbre de recuperación.

Otro aspecto importante para la generación de escenarios son los impactos ambientales que se podrán presentar en el desarrollo del proyecto, toda actividad humana genera repercusiones en su entorno sean positivas o negativas (Jay, et. al., 2007).

Se identificaron los posibles impactos ambientales que se generarán en los diferentes componentes del sistema por el desarrollo del proyecto, así como su intensidad,

En la generación de escenarios solo se integran los treinta impactos que resultaron significativos, en las diferentes etapas del proyecto, otro aspecto importante a considerar son las medidas de mitigación necesarias de realizar en todo la vida del proyecto para evitar o minimizar los impactos al ambiente descritas en el Capítulo VI, en la tabla VII. 3 se enumeran los impactos y medidas que se utilizan en la generación de escenarios.

Tabla VII. 3 Resumen de impactos significativos y medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto para le generación de escenarios.

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Clase o nivel de impacto	Medidas preventivas, correctivas, mitigación o compensación.
Preparación del sitio					
1	Suelo	Eliminación de vegetación y capa orgánica	Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas,	El impacto es moderado	• Para evitar mayores afectaciones a la vegetación adyacente, se eliminará vegetación estrictamente en las áreas autorizadas colocando para ello señalizaciones restrictivas donde se realizarán las actividades del proyecto. • Se realizarán actividades de reforestación con especies de la región en el Sistema Ambiental como medidas de compensación
2		Cambio de uso de suelo	Disminución de la biodiversidad y los servicios ambientales	El impacto es moderado	• Se colocarán señalamientos para delimitar el área del proyecto y no afectar zonas aledañas, se realizarán actividades únicamente en la superficie autorizada con el fin de evitar dañar la vegetación adyacente. • Reubicación de individuos de flora de las especies que estén bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3	Flora	Eliminación de vegetación	Disminución de cobertura vegetal , generación de residuos producto de desmonte, erosión del suelo	El impacto es moderado	• Se realizarán actividades de reforestación en una área mayor al área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (0.668 ha) con especies de la región. • En caso de encontrarse individuos de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará la reubicación de dichos individuos. • Los residuos producto del desmonte y limpieza de áreas, serán picados y triturados para su rápida integración al suelo y su disposición se realizará preferentemente en áreas libres de vegetación.

4	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	El impacto es moderado	• En caso de encontrarse fauna silvestre, principalmente aquellas especies de difícil movilidad, así como aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará el rescate y reubicación de especies. • Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
Construcción(Instalaciones superficiales y cavidades)					
5	Suelo	Generación de recortes de perforación base agua (bentonítico)	Posible contaminación por recortes del estrato salino	El impacto es moderado	• Los recortes base agua provenientes del estrato salino serán manejados y almacenados en contenedores para su disposición en donde la autoridad ambiental lo establezca, con lo cual se dará cumplimiento con la normatividad ambiental vigente. • Los residuos (sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial) en todas las etapas del proyecto se manejaran de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
6		Generación de recortes de perforación base aceite	Posible contaminación por recorte base aceite.	El impacto es moderado	• Los recortes base aceite serán analizados para su caracterización conforme a la NOM-001-ASEA-2019) y se determinará su Plan de Manejo. • Los residuos (sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial) en todas las etapas del proyecto se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

7	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de la salmuera de lixiviación	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	El impacto es moderado	• Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área del proyecto. • Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga indicadas en el Título de Concesión. • Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.
8		Consumo de agua para ~~para~~ lixiviación de cavidades	Disminución en la disponibilidad y posible afectación a otras actividades	El impacto es moderado	• Se llevarán registros de consumo y de las descargas, con lo cual se garantizará que el agua extraída del río Coatzacoalcos se encuentre dentro de los márgenes de explotación permitidos por la CONAGUA.
9	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	El impacto es moderado	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación
10		Calidad del agua (Posible infiltración de diésel de sello durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	El impacto es moderado	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación

11	Flora	Posible derrame de diesel de sello durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por diesel de sello	El impacto es moderado	• El área de almacenamiento de diesel de sello estará protegida con materiales impermeables que eviten su dispersión hacia áreas adyacentes. • Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
12		Posible derrame de salmuera durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por salmuera	El impacto es moderado	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
13	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	El impacto es moderado	• Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
Operación/Mantenimiento					
14	Aire	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s equipo de mantenimiento y medios de transporte	El impacto es moderado	• Los vehículos automotores de combustión interna que utilicen como combustible gasolina, diesel, gas L.P. o gas natural de uso privado y de servicio público y la maquinaria a emplearse durante la operación o mantenimiento deberán estar carburados y afinados o en su caso verificados conforme a los programas establecidos

					en la ley o reglamento aplicable del estado de Veracruz.
15		Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña, molestias o posible daño	El impacto es moderado	• Cumplimiento de las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-ECOL-1994 en materia de ruido. • Elaboración y aplicación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos usados conforme a las recomendaciones del proveedor o cuando lo requiera, principalmente aquellos que requieran la disminución de los niveles de ruido o vibraciones.
16	Suelo	Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la operación	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	El impacto es moderado	• Desarrollo e implementación de programas de mantenimiento e inspección de equipos involucrados (bombeo, distribución y almacenamiento). • Desarrollo y aplicación procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.
17	Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Descargas o posible derrame de contaminantes)	Contaminación por residuos del proceso y mantenimiento de equipos	El impacto es moderado	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.
18		Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera excedente en caso de mantenimiento de cavidades	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	El impacto es moderado	• Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área de almacenamiento. • Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga del Título de Concesión. Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.
19	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	El impacto es moderado	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique

					el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación.
20		Calidad del agua (Posible infiltración de crudo durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	El impacto es moderado	• Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto. • Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos. • En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación.
21	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la operación	Afectación a la vegetación local por hidrocarburos	El impacto es moderado	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.
22		Posible derrame de salmuera durante la operación	Afectación a la vegetación local por salmuera	El impacto es moderado	• Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros..
23	Fauna	Desplazamiento de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	El impacto es moderado	• Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto. • Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos

					alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400. • Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.
24	Aspectos socio-económicos	Posibilidad de reclamos durante las operaciones por posible contaminación	Retraso en la operación de las instalaciones por protestas	El impacto es moderado	• Los posibles reclamos por derrames o contaminación serán turnados de forma inmediata al Área jurídica o a la Unidad de Responsabilidades correspondientes de Petróleos Mexicanos para su atención inmediata. • Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros..
25		Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos durante la operación	El impacto es moderado	• Se efectuarán trabajos de reforestación dentro de la poligonal del Área 400. • Se desarrollará y aplicará un plan de gestión social con los actores clave que utilizan y aprovechan las áreas de conservación natural
Abandono					
26	Suelo	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos sólidos	El impacto es moderado	• Todos los residuos peligrosos, de manejo especial y no peligrosos que pudieran generarse en todas las etapas del proyecto, serán manejados y dispuestos cumpliendo con lo establecido en el marco normativo aplicable.
27		Derrame o fuga de salmuera – aceite durante la limpieza de cavidades	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	El impacto es moderado	• Caracterización del suelo en el área que ocupó el predio y en caso de que haya afectación se deberá definir un programa de restauración, para cumplir con los límites máximos permisibles considerados en la normatividad.

28	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera residual de limpieza de cavidades	Disminución en la calidad del agua marina y posibles afectaciones a la fauna aledaña	El impacto es moderado	• Se realizará un programa de monitoreo de la calidad del agua marina y sedimentos para que en caso de existir contaminación se proceda a diseñar alguna estrategia de tratamiento adecuado.
29	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la limpieza de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	El impacto es moderado	• Caracterización de la calidad del agua subterránea del predio y su área de influencia.
30	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la limpieza de equipos e infraestructura.	Afectación temporal a la vegetación local por hidrocarburos	El impacto es moderado	• Programa de reforestación en áreas intervenidas con vegetación nativa de la zona.

En la generación de escenarios es importante indicar que de las 2 hectáreas (aproximadamente) que se pretende utilizar para el proyecto solo **0.668 ha** requieren o serán sujetas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), es decir alrededor del **1.3 %**de las **52.3 ha** del predio denominado Área 400.

Por lo anterior, es mínima el área que se va ocupar de proyecto, se evita al máximo el uso de zonas donde exista vegetación en estado de sucesión avanzado y la fragmentación de la cobertura vegetal, también es importante destacar que el CAE lleva alrededor de tres décadas de operación en el almacenamiento de hidrocarburos en domos salinos y las afectaciones al entorno han sido muy puntuales y de baja intensidad.

Bajo estas premisas se hacen los escenarios para cada etapa del proyecto:

- Preparación del sitio
- Construcción (Instalaciones superficiales y cavidades)
- Operación/Mantenimiento
- Abandono

Tabla VII. 4 Posibles escenarios que se presentarán por el desarrollo del proyecto

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
Preparación del sitio				
1	Suelo	Eliminación de vegetación y capa orgánica	Erosión hídrica o eólica y modificación de propiedades físico-químicas,	En la etapa de preparación del sitio los impactos significativos se producen principalmente por la eliminación de la vegetación y capa orgánica de las áreas donde se van a desarrollar instalaciones permanentes o temporales. El cambio al ecosistema será mínimo debido a que solo se utilizarán 2 ha del predio y preferentemente con uso de suelo agropecuario o de instalaciones preexistentes, por lo cual el CUSTF sujeto a autorización será de 0.668 ha. La biomasa vegetal que se retire será reincorporada al suelo en áreas del predio donde se requiera fomentar la sucesión ecológica. Otro aspecto, es la fauna presente en las zonas donde
2		Cambio de uso de suelo	Disminución de la biodiversidad y los servicios ambientales	
3	Flora	Eliminación de vegetación	Disminución de cobertura vegetal, generación de residuos producto de desmonte, erosión del suelo	

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
4	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	se llevarán a cabo las obras, aunque estas actualmente ya están impactadas, se realizará campañas de rescate y reubicación de fauna, concientización del personal que intervenga en el proyecto, señalización de prohibiciones y mejores prácticas para la protección a la fauna. Por el desarrollo de proyecto existirá vigilancia del predio, lo que inhibirá la depredación de la biota y el cambio de uso de suelo que se ha venido dando durante años por habitantes de las comunidades aledañas generando un constante impacto al ecosistema. Debido a la estrategia disminuir los impactos ambientales en el predio y Sistema Ambiental, esta etapa del proyecto tiene un balance positivo ambientalmente a las condiciones actuales considerando que alrededor del 96 % del área del predio se verá beneficiada por acciones que fomenten su sucesión ecológica y vigilancia. Adicionalmente, la adecuada implementación e instrumentación de las medidas de mitigación seleccionadas para esta etapa, aseguran la recuperabilidad de impactos puntuales y temporales.
Construcción (Instalaciones superficiales y cavidades)				
5	Suelo	Generación de recortes de perforación base agua (bentonítico)	Posible contaminación por recortes del estrato salino	En la etapa de construcción es donde se generan los impactos moderados que pueden tener repercusiones en el Sistema Ambiental, por lo cual, muchas de las medidas son preventivas para evitar que se generen los impactos ambientales. La perforación de los pozos y su lixiviación puede generar contaminación por derrames o por manejo inadecuado de sustancias o residuos.
6		Generación de recortes de perforación base aceite	Posible contaminación por recorte base aceite.	

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
7	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de la salmuera de lixiviación	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	Por lo anterior las medidas se basan en las mejores prácticas de ingeniería, para prevenir de origen, la probabilidad de estos sucesos. En desarrollo de planes de manejo para residuos sólidos como lo indica la normatividad, los programas de mantenimiento a las instalaciones y equipos, las pruebas de hermeticidad y de estanqueidad, entre otras medidas preventivas a realizar, minimizan la posible contaminación en suelos, cuerpos de agua y acuífero en esta etapa. Aunado a lo anterior, se implementará un programa de atención a emergencias con control de derrames y contaminación como realiza PEMEX en todas sus instalaciones, en el cual se capacitará al personal. El consumo de agua y descarga de salmuera en el Golfo de México se apegará a las condicionantes de la CONAGUA y a los estudios realizados a lo largo del tiempo para tal fin. Un escenario donde se contamine con salmuera u otras sustancias al ecosistema en esta etapa es remoto, considerando la aplicación de las medidas de mitigación seleccionadas para cada impacto probable, adicionalmente, a que éstos son moderados.
8		Consumo de agua para para lixiviación de cavidades	Disminución en la disponibilidad y posible afectación a otras actividades	
9	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	
10		Calidad del agua (Posible infiltración de diesel de sello durante la lixiviación)	Contaminación de suelo y manto freático	
11	Flora	Posible derrame de diesel de sello durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por diesel de sello	
12		Posible derrame de salmuera durante la lixiviación	Afectación a la vegetación local por salmuera	
13	Fauna	Desplazamiento o eliminación de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	
Operación/Mantenimiento				

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
14	Aire	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por Emisiones de CO, CO_2, NO_2, COV_s equipo de mantenimiento y medios de transporte	Esta etapa del proyecto tiene duración de décadas por lo cual el factor tiempo aumenta la posibilidad de que exista un impacto al ambiente, sin embargo, si consideramos que el CAE lleva operando alrededor de tres décadas con 12 cavidades para almacenamiento de hidrocarburos y las repercusiones al ambiente han sido puntuales, de baja intensidad y atendidas en su momento, se podría extrapolar al proyecto presente donde solo se proponen dos cavidades. La mayor contaminación al aire se presentaría por la emisión de vehículos automotores y equipos utilizados en esta etapa del proyecto, la aplicación de las normas ambientales en materia y los programas de mantenimiento evitarán o mitigarán los impactos al componente aire. Respecto a la contaminación por derrames de salmuera o hidrocarburo se evitará por la aplicación de programas de mantenimiento a las instalaciones y equipos, las pruebas de hermeticidad y de estanqueidad, entre otras medidas preventivas a realizar, lo cual minimiza la posible contaminación en suelos, cuerpos de agua y acuífero. Se implementará un programa de atención a emergencias con control de derrames y contaminación como realiza PEMEX en todas sus instalaciones, en el cual se capacitará al personal. Respecto a los impactos sociales, el proyecto sigue generado desarrollo económico en la zona a través de la creación de empleos e infraestructura, los posibles reclamos por algunos impactos que podría generar el proyecto serán atendidos por un plan de gestión que está considerado en la Evaluación de Impacto Social sometida a SENER cuyas condicionantes serán atendidas por PEMEX. El escenario ambiental en la etapa de Operación y
15		Emisión de ruido y vibraciones	Ahuyentamiento de fauna silvestre aledaña, molestias o posible daño	
16	Suelo	Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la operación	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	
17	Hidrología (Superficial)	Calidad del agua (Descargas o posible derrame de contaminantes)	Contaminación por residuos del proceso y mantenimiento de equipos	
18		Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera excedente en caso de mantenimiento de cavidades	Disminución en la calidad y posibles afectaciones a la fauna aledaña	
19	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	
20		Calidad del agua (Posible infiltración de crudo durante la operación de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
21	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la operación	Afectación a la vegetación local por hidrocarburos	Mantenimiento del proyecto es poco cambiante al actual, considerando que ya existe el CAE y que el Sistema Ambiental ha sido modificado por las diferentes actividades antropogénicas ajenas al proyecto, donde el uso de suelo urbano, industrial y agropecuario son los principales; respecto a los impactos positivos, el proyecto genera empleos permanentes y derrama económica a lo largo de todas las etapas del mismo.
22		Posible derrame de salmuera durante la operación	Afectación a la vegetación local por salmuera	
23	Fauna	Desplazamiento de especies	Ahuyentamiento o disminución de fauna en el área y los alrededores	
24	Aspectos socio-económicos	Posibilidad de reclamos durante las operaciones por posible contaminación	Retraso en la operación de las instalaciones por protestas	
25		Áreas de conservación Natural	Por su cercanía, posibles efectos negativos durante la operación	
Abandono				
26	Suelo	Generación de residuos impregnados (peligrosos)	Posible contaminación del suelo por residuos sólidos	La etapa de abandono se realizará en por lo menos 30 años sin embargo las cavernas en formaciones salinas podrían ser ocupadas por periodos muy largos de tiempo, que si no son utilizadas en el almacenamiento de hidrocarburos se pueden acondicionar para recibir residuos industriales como se realiza en otros países. Cuando se dé la etapa de abandono o traspaso de la propiedad se realizarán todas las acciones y estudios para la restauración del sitio como lo marca la ley, evitando dejar pasivos ambientales. El escenario en esta etapa del proyecto es difícil de proyectar porque es un periodo largo de tiempo con
27		Derrame o fuga de salmuera - aceite durante la limpieza de cavidades	Posible contaminación de suelo en caso de fuga	
28	Hidrología (Superficial)	Contaminación del agua marina en la descarga de salmuera residual de limpieza de cavidades	Disminución en la calidad del agua marina y posibles afectaciones a la fauna aledaña	

No.	Factor	Subfactor/Aspecto ambiental	Impacto	Escenarios con proyecto
29	Hidrología (Subterránea)	Calidad del agua (Posible infiltración de salmuera durante la limpieza de cavidades)	Contaminación de suelo y manto freático	distintos usos que se le pueden dar a la instalación si ya no se quiere almacenar hidrocarburos. Como se menciona, si se planteara el abandono en 30 años o un periodo adicional, las actividades deberán ser realizadas en estricto cumplimiento con las medidas de Seguridad, Salud y Protección Ambiental que rijan en el territorio mexicano al momento de llevar a cabo la acción; así como con las normas internas de Petróleos Mexicanos, motivo por el cual las medidas de mitigación previstas, pueden ser modificadas o alineadas a posibles cambios normativos. Respecto al Sistema Ambiental, la zona tienen el desarrollo de distintos proyectos como son el Corredor Interoceánico Istmo de Tehuantepec, la construcción de terminales de almacenamiento y puertos, entre otros, por lo cual la Cuenca Baja de Río Coatzacoalcos tendrá otra fisonomía.
30	Flora	Posible derrame de hidrocarburo durante la limpieza de equipos e infraestructura.	Afectación temporal a la vegetación local por hidrocarburos	

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de vigilancia (PVA) establece un sistema que permite dar cumplimiento a las medidas preventivas, correctivas, de mitigación y compensación seleccionadas en el presente manifiesto para reducir al mínimo los impactos negativos al ecosistema, señalando los mecanismos de supervisión y cumplimiento, así como detectar y corregir las desviaciones a los objetivos establecidos.

Los objetivos del PVA son:

1. Contar con un instrumento que permita dar seguimiento a las acciones que se realizarán para evitar o mitigar impactos ambientales durante todas las etapas del proyecto
2. Comprobar la eficacia de las medidas implementadas y en su caso hacer las acciones correctivas pertinentes.
3. Detectar impactos o variables no considerados en este MIA, que puedan incidir en el ambiente para tomar medidas oportunas.

El proyecto destinará la cantidad de $ 4.2 MM (Cuatro millones doscientos mil pesos) aproximadamente para la implementación de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación enunciadas en este manifiesto, para las etapas de construcción y operación.

En la siguiente tabla se presenta el Programa de Vigilancia Ambiental de acuerdo a las medidas que se realizarán para evitar o mitigar los impactos ambientales en todas las etapas del proyecto.

Tabla VII. 5 Programa de vigilancia con frecuencia de aplicación y procedimientos de vigilancia y control.

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
	Preparación del sitio		
1	Para evitar mayores afectaciones a la vegetación adyacente, se eliminará vegetación estrictamente en las áreas autorizadas colocando para ello señalizaciones restrictivas donde se realizarán las actividades del proyecto.	La señalización se realizará previo al inicio de la obra, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • Aplicación Sistema de Seguridad, Saludos y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
2	Se realizarán actividades de reforestación con especies de la región en el Sistema Ambiental como medidas de compensación	Se realizará la reforestación de acuerdo con el programa de reforestación contenido en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) aprobado por la autoridad.	• Bitácora • Programa de reforestación del ETJ
3	Se colocarán señalamientos para delimitar el área del proyecto y no afectar zonas aledañas, se realizarán actividades únicamente en la superficie autorizada con el fin de evitar dañar la vegetación adyacente.	La señalización se realizará previo al inicio de la obra, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • Aplicación Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
4	Reubicación de individuos de flora de las especies que estén bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Previo al inicio de la obra, se realizarán recorridos en las áreas donde se llevarán a cabo las obras para la reubicación de especies vegetales protegidas	• Bitácora

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
5	Se realizarán actividades de reforestación en un área mayor al área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (0.668 ha) con especies de la región.	Se realizarán la reforestación de acuerdo con el programa de reforestación contenido en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) aprobado por la autoridad.	• Bitácora • Programa de reforestación del ETJ
6	Los residuos producto del desmonte y limpieza de áreas, serán picados y triturados para su rápida integración al suelo y su disposición se realizará preferentemente en áreas libres de vegetación.	Se realizará la actividad una vez que se realice el desmonte y limpieza, así como la identificación de los sitios que requieran la biomasa vegetal.	• Bitácora
7	En caso de encontrarse fauna silvestre, principalmente aquellas especies de difícil movilidad, así como aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará el rescate y reubicación de especies.	Previo al inicio de la obra, se realizarán recorridos en las áreas donde se llevarán a cabo las obras para la reubicación de fauna y se tendrá un monitoreo continuo de avistamiento y reubicación durante toda la etapa.	• Bitácora
8	Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto.	Previo al inicio de la obra, se llevará a cabo la capacitación y se volverán a impartir cuando exista personal nuevo	• Contrato de servicios • Sistema de calidad de PEMEX

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
9	Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400.	La señalización se realizará previo al inicio de la obra, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • Aplicación Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Contrato de servicios
10	Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.	La señalización se realizará previo al inicio de la obra, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Contrato de servicios
Construcción (Instalaciones superficiales y cavidades)			
11	Los recortes base agua provenientes del estrato salino serán manejados y almacenados en contenedores para su disposición en donde la autoridad ambiental lo establezca, con lo cual se dará cumplimiento con la normatividad ambiental vigente.	Supervisión continua en todo el proceso de perforación.	• Bitácora • Plan de manejo de residuos autorizado • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
12	Los residuos (sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial) en todas las etapas del proyecto se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.	Supervisión continua en toda la etapa.	• Bitácora • Plan de manejo de residuos autorizado • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
13	Los recortes base aceite serán analizados para su caracterización conforme a la NOM-001-ASEA-2019) y se determinará su Plan de Manejo.	Una vez que se tengan los primeros recortes base aceite se tomará una muestra para su análisis en un laboratorio acreditado	• Bitácora • Plan de manejo de residuos autorizado • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
14	Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área del proyecto.	Se continuará con el programa de mantenimiento del difusor a lo largo de todo el proyecto	• Programa de mantenimiento del difusor (PEMEX) • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Informes a la CONAGUA
15	Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga indicadas en el Título de Concesión.	Se monitoreará de acuerdo con el programa y condicionantes del título de concesión de la CONAGUA	• Programa de monitoreo de la descarga • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Informes a la CONAGUA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
16	Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.	Se continuará son el programa de mantenimiento de las instalaciones para el tratamiento y transporte de salmuera	• Programa de mantenimiento de las instalaciones de tratamiento y transporte de salmuera (PEMEX) • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
17	Se llevarán registros de consumo y de las descargas, con lo cual se garantizará que el agua extraída del río Coatzacoalcos se encuentre dentro de los márgenes de explotación permitidos por la CONAGUA.	Se realizarán registros diarios de las caudales extraídos y descargas de agua para cumplir condicionantes de las concesiones.	• Bitácora • Informe a CONAGUA
18	Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto.	Se realizarán cada mes mientras dure la etapa	• Bitácora • Programa de ejecución de proyecto • Contrato de servicios • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
19	Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos.	Se realizará de acuerdo a lo programado por ingeniería	• Bitácora • Programa de ejecución de obra • Programa de mantenimiento de equipos e instalaciones • Contrato de servicios • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
20	En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación	Se aplicará de inmediato una vez detectada la fuga	• Bitácora • Contrato de servicios • Aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
21	El área de almacenamiento de diésel de sello estará protegida con materiales impermeables que eviten su dispersión hacia áreas adyacentes.	Se realizará la adecuación y construcción del área de almacenamiento	• Programa de ejecución de obra • Contrato de servicios

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
22	Desarrollo y aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.	Se desarrollarán previo al inicio de la etapa y se adecuará y complementará con el SSSPA	• Bitácora • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
23	El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.	La capacitación se realizará previo al inicio de la etapa y cuando se tenga personal nuevo	• Bitácora • Contrato de servicios • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA).
24	Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto.	Previo al inicio de la obra se realizarán los cursos y se volverán a impartir cuando exista personal nuevo	• Contrato de servicios • Sistema de calidad de PEMEX
25	Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400.	La señalización se realizará previo al inicio del proyecto, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • Aplicación Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Contrato de servicios

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
26	Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.	La señalización se realizará previo al inicio del proyecto, se verificará su integridad cada mes.	• Bitácora • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • Contrato de servicios
	Operación/Mantenimiento		
27	Los vehículos automotores de combustión interna que utilicen como combustible gasolina, diesel, gas L.P. o gas natural de uso privado y de servicio público y la maquinaria a emplearse durante la operación o mantenimiento deberán estar carburados y afinados o en su caso verificados conforme a los programas establecidos en la ley o reglamento aplicable del estado de Veracruz.	Se realizará de acuerdo con la normatividad vigente y a las estipulaciones de fabrica	• Bitácora • Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) • SSSPA
28	Cumplimiento de las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-ECOL-1994 en materia de ruido.	Se realizará de acuerdo con norma y con monitoreo	• Bitácora • Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) • SSSPA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
29	Elaboración y aplicación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos usados conforme a las recomendaciones del proveedor o cuando lo requiera, principalmente aquellos que requieran la disminución de los niveles de ruido o vibraciones.	Conforme a las recomendaciones del proveedor o cuando se requiera	• Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos
30	Desarrollo e implementación de programas de mantenimiento e inspección de equipos involucrados (bombeo, distribución y almacenamiento).	De acuerdo con programas	• Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos • Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) • SSSPA
31	Desarrollo y aplicación procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes.	Se desarrolla en la etapa de Construcción y se aplica cuando se requiera	• SASISOPA • SSSPA
32	Uso y mantenimiento del difusor marino que descarga a 3 km en el Golfo de México mediante el salmueroducto proveniente del área de almacenamiento.	Se continuará con el programa de mantenimiento del difusor a lo largo de todo el proyecto	• Programa de mantenimiento del difusor (PEMEX) • SSSPA • SASISOPA • Informes a la CONAGUA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
33	Se continuará con el monitoreo de las condiciones particulares de descarga del Título de Concesión.	Se monitoreará de acuerdo con el programa y condicionantes del título de concesión de la CONAGUA	• Programa de monitoreo de la descarga • SSSPA • SASISOPA • Informes a la CONAGUA
34	Mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de separación, transporte y descarga de salmuera residual.	Se continuará son el programa de mantenimiento de las instalaciones para el tratamiento y transporte de salmuera	• Programa de mantenimiento de las instalaciones de tratamiento y transporte de salmuera (PEMEX). • SSSPA • SASISOPA
35	Se realizarán pruebas de hermeticidad y de estanqueidad de las instalaciones, con lo cual se evitarán posibles infiltraciones al subsuelo o manto freático por posible pérdida de producto.	Se realizarán de acuerdo a los indicado por las áreas de ingeniería y ante una posible infiltración	• Bitácora • SSSPA • SASISOPA
36	Se proporcionará mantenimiento preventivo o correctivo de todas las instalaciones y cavidades conforme lo indique el programa de mantenimiento en la ingeniería de diseño o de los proveedores de los materiales, accesorios y equipos.	Se realizará de acuerdo a lo programado por ingeniería	• Bitácora • Programa de mantenimiento de equipos e instalaciones • SSSPA • SASISOPA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
37	En caso de presentarse contaminación del suelo por fuga de salmuera, se procederá a la aplicación de las medidas de control y remediación.	Se aplicará de inmediato una vez detectada la fuga	• Bitácora • Aplicación de procedimientos de respuesta a emergencias para casos de derrame de hidrocarburos, salmuera u otros elementos contaminantes. • Aplicación del Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX (SSSPA). • SASISOPA
38	El personal operativo y las brigadas de atención a emergencias estarán debidamente capacitados en procedimientos y simulacros operacionales, simulacros para respuesta y atención a emergencias, entre otros.	La capacitación se realizará previo al inicio de la etapa y cuando se tenga personal nuevo	• Bitácora • SSSPA. • SASISOPA
39	Se proporcionarán cursos de inducción ambiental haciendo énfasis en el cuidado de las de especies de flora y fauna presentes en área del proyecto.	Previo al inicio de la obra se realizarán los cursos y se volverán a impartir cuando exista personal nuevo	• Contrato de servicios • Sistema de calidad de PEMEX
44	Para disminuir el ahuyentamiento o atropellamiento de fauna de la zona, se colocarán letreros restrictivos alusivos a los accesos de circulación y a las velocidades bajas de circulación dentro del Área 400.	La señalización se realizará previo al inicio del proyecto, se verificará su integridad cada mes	• Bitácora • SSSPA • Contrato de servicios • SASISOPA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
41	Se colocarán letreros alusivos al cuidado del medio ambiente y señales restrictivas para evitar la caza, captura o extracción de especies silvestres en el Área del proyecto.	La señalización se realizará previo al inicio del proyecto, se verificará su integridad cada mes.	• Bitácora • SSSPA • SASISOPA • Contrato de servicios
42	Los posibles reclamos por derrames o contaminación serán turnados de forma inmediata al Área jurídica o a la Unidad de Responsabilidades correspondientes de Petróleos Mexicanos para su atención inmediata.	Cuando se presente un reclamo se atenderá inmediatamente	• Bitácora • SSSPA • SASISOPA • Plan de Gestión Social
43	Se efectuarán trabajos de reforestación dentro de la poligonal del Área 400.	Se realizará la reforestación de acuerdo con el programa de reforestación contenido en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) aprobado por la autoridad.	• Bitácora • Programa de reforestación del ETJ
44	Se desarrollará y aplicará un plan de gestión social con los actores clave que utilizan y aprovechan las áreas de conservación natural	El Plan se desarrollará cuando comience el proyecto y estará de acuerdo a lo contenido del EvIS, su resolutivo y los Planes que tiene PEMEX	• Plan de Gestión Social • SSSPA
Abandono			
45	Todos los residuos peligrosos, de manejo especial y no peligrosos que pudieran generarse en todas las etapas del proyecto, serán manejados y dispuestos cumpliendo con lo establecido en el marco normativo aplicable.	Se dará cumplimiento al plan de manejo de residuos de manejo especial y peligrosos	• Plan de manejo de Residuos de Manejo Especial y peligrosos • SSSPA • SASISOPA

No.	Medidas	Frecuencia de la aplicación de la medida	Procedimientos de vigilancia y control
46	Caracterización del suelo en el área que ocupó el predio y en caso de que haya afectación se deberá definir un programa de restauración, para cumplir con los límites máximos permisibles considerados en la normatividad.	Se realizará el estudio de caracterización previo al abandono	• SSSPA • SASISOPA
47	Se realizará un programa de monitoreo de la calidad del agua marina y sedimentos para que en caso de existir contaminación se proceda a diseñar alguna estrategia de tratamiento adecuado.	Se continuará con los programas de monitoreo indicados en el título de concesión por la CONAGUA	• Informes a CONAGUA • SSSPA • SASISOPA
48	Caracterización de la calidad del agua subterránea del predio y su área de influencia.	Se realizará el estudio de agua subterránea previo al abandono	• SSSPA • SASISOPA
49	Programa de reforestación en áreas intervenidas con vegetación nativa de la zona.	Se realizará la reforestación previo al abandono	• SSSPA • SASISOPA

VII.3Conclusiones

El predio de PEMEX que se utilizará para el proyecto tiene un área de **52.3** ha con condiciones heterogéneas en la distribución espacial de la cobertura vegetal, por lo cual, PEMEX solicitó que la ubicación de las nuevas instalaciones **considere la menor afectación a la vegetación** que tiene estado de sucesión ecológica avanzada, y priorizar el ocupar las áreas que tengan mayores impactos por actividades antropogénicas ajenas al proyecto.

Bajo la premisa anterior, solo se **utilizarán 0.5 ha** para obras principales, **0.94 ha** para obras asociadas y alrededor **0.57 ha** de obras provisionales, ubicadas principalmente **en zonas que ya fueron impactadas** por la agricultura y pastizales inducidos o cultivados, es decir, el área ocupada para el proyecto, **corresponde alrededor del 5% del predio.**

En referencia al predio, es propiedad de PEMEX, y éste ha sufrido alteraciones por distintas actividades, por ejemplo, cuando se desarrolló el CAE en el sitio se realizaron distintas obras como son: peras de perforación, caminos y áreas de maniobras que fueron abandonadas, con el tiempo se propició la sucesión ecológica de la vegetación, sin embargo, también el área ha sido ocupada por lugareños para actividades de siembra de temporal, pastoreo y tala de árboles.

La dinámica descrita ha generado parches de vegetación secundaria en estadios avanzados y tempranos de sucesión, pastizales inducidos y cultivos.

Respecto al Sistema Ambiental sus ecosistemas están impactados sustancialmente por actividades industriales y agropecuarias que se han realizado durante varias décadas en la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. El uso de suelo está bien definido, principalmente zonas urbanas, pastizales inducidos para ganadería, parcelas agrícolas y

algunos relictos de vegetación primaria como son el popal-tular y acahual de selva media perennifolia.

De acuerdo a los impactos ambientales (moderados) que podrían presentarse en el área del proyecto, PEMEX, realizará distintas medidas preventivas, correctivas, de mitigación y de compensación para evitar o mitigar estos impactos en todas las etapas del proyecto.

En los escenarios descritos en el presente manifiesto, el Sistema Ambiental presentará pocos cambios asociados a la construcción de cavernas para el almacenamiento de hidrocarburos en el área 400 Tuzandepetl, considerando que el CAE lleva tres décadas de operaciones, con 12 cavidades para almacenamiento de hidrocarburos donde las repercusiones al ambiente han sido puntuales, de baja intensidad y atendidas en su momento, sin embargo, el SA ha sido modificado por diferentes actividades antropogénicas ajenas al proyecto, donde el uso de suelo urbano, industrial y agropecuario son los principales; respecto a los impactos positivos, el proyecto genera empleos permanentes y derrama económica a lo largo de todas las etapas del mismo.

Se considera que el almacenamiento en las cavernas del proyecto tendrá una duración mínima de 30 años, sin embargo, las cavernas en formaciones salinas pueden ser ocupadas por periodos muy largos de tiempo, también, se pueden ocupar para otras actividades como el confinamiento residuos industriales.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Contenido

VIII.1. Formatos de presentación..... 2

VIII.1.1. Planos definitivos..... 2

VIII.1.2. Fotografías..... 3

VIII.1.3. Lista de Flora y Fauna..... 3

VIII.2. Otros anexos..... 3

VIII.3. Glosario de términos..... 4

VIII.4. Bibliografía..... 9

VIII.5. Páginas Web..... 17

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Formatos de presentación.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Planos correspondientes al Capítulo I:

1.-Ubicación del proyecto

Planos correspondientes al Capítulo II:

1.- Plano de Localización General

Planos correspondientes al Capítulo IV:

1. Topográfico
2. Aguas superficiales
3. Aguas subterráneas
4. Cuencas
5. Subcuencas
6. Clima
7. Edafología
8. Geología
9. POEMRGMMC
10. Provincias Fisiográficas
11. Sistema topoformas
12. Unidades de paisaje
13. Uso de suelo y vegetación Serie VI
14. Unidades de Gestión Ambiental en el Sistema Ambiental.
15. Uso de Suelo y Vegetación.
16. Puntos de muestreo de Fauna Silvestre.
17. Puntos de muestreo de Aves
18. Puntos de muestreo de Flora
19. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en el SA y área del proyecto
20. Cuencas hidrológicas
21. Cuerpos de agua identificados en campo
22. DECLARATORIA de clasificación del Río Coatzacoalcos Zona 5 Uxpanapa.
23. Punto de muestreo OCGCE3453 en el río Coatzacoalcos

VIII.1.2. Fotografías.

Se incluye Anexo Fotográfico de Flora y Fauna correspondiente al Capítulo IV.

VIII.1.3. Lista de Flora y Fauna.

Listado de flora y fauna dentro de anexos del Capítulo IV

VIII.2. Otros anexos.

Se anexa al final de la presente MIA:

Anexos Capítulo I (documentación legal)

Anexos Capitulo II (Plano de Localización General)

Anexos Capítulo IV (Análisis histórico-calidad del aire, análisis histórico-metodología, aspectos bióticos, hidrología superficial y subterránea; Anexo cartográfico)

Anexos Capítulo V (Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental-Conesa-Vitora)

VIII.3. Glosario de términos.

Hogares censales con jefatura femenina. Personas en hogares censales donde el jefe es mujer. Se considera un hogar en cada vivienda particular. Incluye casa independiente; departamento en edificio; vivienda en vecindad; vivienda en cuarto de azotea; local no construido para habitación; vivienda móvil; refugio o clase no especificada.

Índice de Marginación. Indicador multidimensional que mide la intensidad de las privaciones padecidas por la población a través de 9 formas de exclusión agrupadas en 4 dimensiones: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios.

Índice de Rezago Social. Medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Población casada o unida de 12 años y más. Personas de 12 a 130 años de edad que viven con su pareja en unión libre; casadas solo por el civil; casadas solo religiosamente o; casadas por el civil y religiosamente

Población con limitación en la actividad. Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.

Población con religión católica. Personas con religión católica.

Población de 0 a 14 años. Personas de cero a 14 años de edad.

Población de 15 a 64 años. Personas de 15 a 64 años de edad.

Población de 15 años y más analfabeta. Personas de 15 a 130 años de edad que no saben leer ni escribir.

Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena. Personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena.

Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela. Personas de 6 a 11 años de edad que no van a la escuela.

Población de 65 años y más. Personas de 65 a 130 años de edad.

Población económicamente activa. Personas de 12 años y más que trabajaron; tenían trabajo, pero no trabajaron o; buscaron trabajo en la semana de referencia.

Población femenina. Total de mujeres que residen habitualmente en el país, entidad federativa, municipio y localidad. Incluye la estimación del número de mujeres en viviendas particulares sin información de ocupantes. Incluye a la población que no especificó su edad.

Población masculina. Total de hombres que residen habitualmente en el país, entidad federativa, municipio y localidad. Incluye la estimación del número de hombres en viviendas particulares sin información de ocupantes. Incluye a la población que no especificó su edad.
Población nacida en otra entidad. Personas nacidas en otra entidad federativa

Población no económicamente activa. Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Población ocupada en el sector primario. Personas de 12 años y más que realizaron alguna actividad primaria (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) en la semana de referencia, a cambio de un sueldo, salario, jornal u otro tipo de pago en dinero o especie. Incluye, además, a las personas que tenían trabajo, pero no trabajaron en la semana de referencia por alguna causa temporal (vacaciones, licencia, enfermedad, mal tiempo, huelga o estaban en espera de iniciar o continuar con las labores agrícolas). Incluye también a las personas que ayudaron en el predio, fábrica, tienda o taller de algún familiar sin recibir sueldo o salario de ninguna especie; y a los aprendices o ayudantes que trabajaron sin remuneración

Población ocupada en el sector secundario. Personas de 12 años y más que realizaron alguna actividad secundaria (construcción, industria extractiva, de transformación y electricidad) en la semana de referencia, a cambio de un sueldo, salario, jornal u otro tipo de pago en dinero o especie. Incluye, además, a las personas que tenían trabajo, pero no trabajaron en la semana de referencia por alguna causa temporal (vacaciones, licencia, enfermedad, mal tiempo, huelga o estaban en espera de iniciar o continuar con las labores agrícolas). Incluye también a las personas que ayudaron en el predio, fábrica, tienda o taller de algún familiar sin recibir sueldo o salario de ninguna especie; y a los aprendices o ayudantes que trabajaron sin remuneración.

Población ocupada en el sector terciario. Personas de 12 años y más que realizaron alguna actividad terciaria (comercio, comunicaciones, transportes, servicios y administración pública y Defensa) en la semana de referencia, a cambio de un sueldo, salario, jornal u otro tipo de pago en dinero o especie. Incluye, además, a las personas que tenían trabajo, pero no trabajaron en la semana de referencia por alguna causa

temporal (vacaciones, licencia, enfermedad, mal tiempo, huelga o estaban en espera de iniciar o continuar con las labores agrícolas). Incluye también a las personas que ayudaron en el predio, fábrica, tienda o taller de algún familiar sin recibir sueldo o salario de ninguna especie; y a los aprendices o ayudantes que trabajaron sin remuneración.

Población ocupada. Personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia

Población sin derechohabiencia a servicios de salud. Total de personas que no tienen derecho a recibir servicios médicos en ninguna institución pública o privada.

Población total. Total de personas que residen habitualmente en el país, entidad federativa, municipio y localidad. Incluye la estimación del número de personas en viviendas particulares sin información de ocupantes. Incluye a la población que no especificó su edad.
Promedio de hijos nacidos vivos. Resultado de dividir el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 a 130 años de edad, entre el total de mujeres del mismo grupo de edad. Excluye a las mujeres que no especificaron el número de hijos.

Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas. Resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas. Excluye la estimación del número de personas y de viviendas particulares sin información de ocupantes

Total de viviendas habitadas. Viviendas particulares y colectivas habitadas. Incluye a las viviendas particulares sin información de sus ocupantes.

Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra. Viviendas particulares habitadas con piso de cemento o firme, madera, mosaico u otro material. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda. Viviendas particulares habitadas que tienen disponibilidad de agua entubada dentro de la vivienda, o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio,

vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda

Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. Viviendas particulares habitadas que tienen drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca, grieta, río, lago o mar. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica. Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

Viviendas particulares habitadas. Viviendas particulares habitadas de cualquier clase: casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto de azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios o clase no especificada. Excluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.

Acrónimos

ANP: Áreas Naturales Protegidas
ASEA: Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente
AST: Audio Strip Transect
CAE: Centro de Almacenamiento Estratégico
CAET: Centro de Almacenamiento Estratégico Tuzandépetl
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre.
CYTED: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres
CITES: Convenio Internacional de Tráfico de Especies Silvestres
CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA: Comisión Nacional del Agua
CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CCC: Centro Comercializador de Crudo
CR: Central de Rebombeo
DOF: Diario Oficial de la Federación
EB: Estación de bombeo
ESIA: Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
HDV: Horario de verano

HYSPLIT: Hybrid Single- Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model
IG: Instituto de Geografía
INE: Instituto Nacional Electoral
INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
IMECA: Índice Metropolitano de Calidad del Aire
IMP: Instituto Mexicano del Petróleo
IPN: Instituto Politécnico Nacional
ISBN: International Standard Book Number (Número Internacional Normalizado del Libro)
LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
NADF: Norma Ambiental para el Distrito Federal
NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
NNE: norte-noreste
NOM: Norma Oficial Mexicana
OMM: Organización Meteorológica Mundial
PIB: Producto Interno Bruto
PEMEX: Petróleos Mexicanos
PRONACOSE: Programa Nacional Contra la Sequía
RFC: Registro Federal de Contribuyentes
SA: Sistema Ambiental
SAT: Secretaria de Administración Tributaría
SEA: Secretaría de Estado de Agricultura.
SEDEMA: Secretaría del Medio Ambiente
SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SINAICA: Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire
SURADAS: Vientos provenientes del Sur
SMCA: Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire
SMN: Servicio de Meteorológico Nacional
UV: Radiación Ultravioleta
UGA: Unidades Gestión Ambiental
UAM: Universidad Autónoma Metropolitana
UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UTM: Universal Transverse Mercator
VES: Visual Encounter Survey

VIII.4. Bibliografía.

Aguayo, C.J.E., 2005 Neotectónica y facies sedimentarias cuaternarias en el suroeste del Golfo de México, dentro del marco tectono-estratigráfico regional evolutivo del Sur de México, Rev. de Ingeniería Investigación y Tecnología, Vol. VI, No. 1, pp. 19-45.

Aguilera, M. M.A., Cureño, S.R., López, G. A., Mérida, C.A., 2000, Informe de la Carta Geológico Minera Minatitlán E14-7, Escala 1:250 000, Estados de Veracruz y Oaxaca, Consejo de Recursos Minerales, 53 págs.

Aguilera, M. M.A., Zarate L.J., Jiménez, A. A. Barrios, R.F., 2003, Cartas Geológico Minera, Coatzacoalcos E15-1-4 y Frontera E15-5, Escala 1:250 000, Estados Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Campeche, Consejo de Recursos Minerales, 49 págs.

Aguilera, M. M.A., Zarate L.J., Barrios, R.F., Jiménez, A.A., 2004. Servicio Geológico Mexicano, Carta Geológico Minera Coatzacoalcos E15-1-4 Veracruz, Oaxaca y Tabasco., Escala 1:250 000, Comp.

Aguilar-López, J. L., Ortiz-Lozada, L., Pelayo-Martínez, J., Mota-Vargas, C., Alarcón-Villegas, L. E., Demeneghi-Calatayud, A. P. 2020. Diversidad y conservación de anfibios y reptiles en un área protegida privada de una región altamente transformada en el sur de Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 36, 1-14.

Arturo Mendoza Quintero-Mármol, Miguel Herrera Rodríguez y Gabriel Olguín Pascualli. Monitoreo ambiental de la actividad petrolera en el sur del golfo de México.

Badii, M., A. Guillen, C. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar y M. Acuña. 2015. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. Revista International Journal of Good Conscience 10 (2):156-174.

Bautista-Zúñiga, F. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2da ed. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-607-02-2127-9

Berlanga-García, H., Gómez-de Silva, H., Vargas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, O. y Calderón-Parra, R. 2017. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO.

Benítez-Badillo, G., Hernández-Huerta, A., Equihua-Zamora, M., Pulido-Salas, M. T. P., Ibáñez-Bernal, S., y Miranda-Martín, L. 2010. Biodiversidad. In Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Vol. 1. Patrimonio Natural, G. Benítez-Badillo y C. Welsh-Rodríguez (coords.). Gobierno del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Universidad Veracruzana México, D. F. p. 171-202.

Botello, F., Sarkar, S., & Sánchez-Cordero, V. 2015. Impact of habitat loss on distributions of terrestrial vertebrates in a high-biodiversity region in Mexico. Biological Conservation 184:59-65.

Buenrostro-Silva, A., Pinacho-López, B., y García-Grajales, J. 2016. Diversidad de mamíferos en una reserva privada de la Sierra Sur de Oaxaca, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 4(10):111-122.

Carlos Robles, Luisa Paré (2005). Diagnóstico de la microcuenca del arroyo Texizapa Huazuntlán y propuesta derivada: Áreas raparías. Comité de Cuenca del arroyo Texizapa - Huazuntlan.

Castillo-Campos, G. 2011. Capítulo Ambientes Terrestres. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Vol. I. Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html

Castillo-Campos, G., Medina Abreo, M., Dávila Aranda, P. D., & Zavala Hurtado, J. A. 2005. Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. Acta Botánica Mexicana, (73), 19-57.

Carolina Andrea Ochoa Martínez, Carlos Manuel Welsh Rodríguez, Enoch Bonilla Jiménez y Marco Aurelio Morales Martínez, 2013. Revista internacional de estadística y geografía, fuentes de información sobre eventos hidrometeorológicos extremos en Veracruz de Ignacio de la Llave.

Cervantes, P.J., Palma, G. B.A., Morales, C. R.E., Parada, M. M.G., López, B. C., 2014, Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en la Cuenca del río Coatzacoalcos Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos, 111 págs.

CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). 2002. El Corredor Biológico Mesoamericano: Una plataforma para el desarrollo sostenible regional. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Serie técnica 01. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano, 24.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. "Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. "CONANMP. Septiembre 2020, https://advc.conanp.gob.mx/.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. " Uso del Suelo y Vegetación de la Zonas Costeras asociadas a manglares. "Conabio. Septiembre 2020, http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano. Biodiversitas 4:1-3.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2007. Comercio sustentable. Por un consumo responsable y comprometido con el medio ambiente. Catálogo de productos y servicios. Corredor Biológico Mesoamericano México. Programa de Recursos Biológicos Colectivos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2011. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2013. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2011. La biodiversidad en Veracruz estudio de Estado, volumen I.

CONAGUA, 2013. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Ciclones tropicales. Información histórica. Base de datos de ciclones tropicales que impactaron a México de 1970 a 2011. Consultado el 25 de marzo de 2014 en: http://smn.cna.gob.mx/

CONAGUA, 2018, Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costera de Coatzacoalcos (3012), Estado de Veracruz, 22 págs.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, México. En: https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/tuxtla_final.pdf

Crump, L.M. y Scott, N.J. 2001. Relevantamientos por encuentros visuales. En: Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica: Métodos Press. España: 79-87.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2019., ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualice la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2018., DECRETO por el que se establece zona de reserva parcial de aguas nacionales superficiales para los usos doméstico y público urbano en las cuencas Alto Río Coatzacoalcos, Bajo Río Coatzacoalcos, Bajo Río Uxpanapa, Río Huazuntlán y Llanuras de Coatzacoalcos, y zona de reserva parcial de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación

ecológica en la cuenca Llanuras de Coatzacoalcos, en la Subregión Hidrológica Río Coatzacoalcos, de la Región Hidrológica número 29 Coatzacoalcos.

Diagnóstico del comportamiento de los niveles de los cuerpos de agua de la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río-Medellín, y parte del municipio de Alvarado, Ver".

DOF (2020). Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020-2024. Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Gobernación, México, 4 de agosto de 2020.

Domitilo Pereyra Díaz, José Antonio Agustín Pérez Sesma, María Del Rocío Salas Ortega. 2005. Hidrología. Patrimonio Natural, 2, 88-122.

Fahrig, L. 2003. Effects habitat fragmentation of biodiversity. Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics 34:487-515.

Finlayson-Pitts, B. Pitts jr.,1986, Atmospheric Chemistry: Fundamental and experimental techniques. Edit. John Wiley & Sons, New York.

Forman, R.T.T.; Godron, M. (1986): Landscape Ecology. John Wiley and Sons. New York.

Flores S., L.M. Pavón y D. Quintano (2017) Coatzacoalcos: espacio social y desarrollo histórico del capitalismo en una región del sur veracruzano. RINDERESU vol. 2 (1-2): 54-74.

Galaviz, A.S.A., Lorea, Ch. B.J., Herrera, L.O., 2016, Investigación sobre peligro y riesgo sísmico, CENAPRED, Dirección de Investigación-Subdirección de Riesgos Sísmicos, 113 págs. México.

Gamboa-Rodríguez M.T., Gamboa-Aldeco R., Abreu-Sherrer J.S., Bravo-Alvarez H. and Sosa-Echeverria R. 2004. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in the Air of an Oil Extraction Region in the South of México. In: Proceedings of the 97th Annual Conference of the Air & Waste Management Association, Indianapolis, IN, Paper No. 470.

Gobierno Municipal de Ixhuatlán del Sureste. "Acervo cartográfico y hemerográfico histórico". Agosto 2020.

Google Earth. Google. " Servidor de Mapas Web, Mapa Base." Octubre 2020.
https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r.

Google Maps. Google. " Servidor de Mapas Web, Mapa Base." Octubre 2020.
https://www.google.com.mx/maps/preview.

Gutiérrez, G. Ricker, M., 2012. Estudios técnicos para definir el desarrollo y funcionamiento del Parque Ecológico Tuzandepetl., Primer Informe. Instituto de Biología UNAM.

Hernández G. M., 2018, Análisis de los Procesos de Remoción en Masa en la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa, Ciudad de México". Tesis de

Licenciatura, IPN ESIA Ticomán "Ciencias de la Tierra", 123 pags., Inédito.

Hernández-Sánchez, F. J., Valdez-Leal, J. D., Pacheco-Figueroa, C., J., Rangel - Ruíz, L. J., Gama - Campillo, L. M., Moguel - Ordoñez, E., Mata - Zayas, E. E., Rosique - De la Cruz, R. A. 2019. Inventario de la Mastozoofauna de la Sierra de Tabasco, México. Paraquaria Natural 7(1), 23 - 33.

Howell, N. G. y Webb, S. 1995. The birds of México and Northern Central América. Oxford University Press. E.U.A. 851 p.

Hutto, R. L., Pletschet, S. M., y Hendricks, P. 1986. A. fixed - radius point count method for nonbreeding and breeding season use. Auk. 103: Pp. 593 - 602.

I. J. M. Casado, H. S. Cram, L. P. Fernández, J. M. Hernández, C. A. Mendoza, O. O. Oropeza, P. M. A. Ortiz, J. F. Parrot, S. T. Sánchez, C. I. Sommer. SEMARNAT, INECC, UNAM, IG- UNAM. Guía Metodológica para la Identificación de Sitios Ambientalmente Sensibles a los Efectos de Derrames de Hidrocarburos

INE Estudio Bioeconómico de la Región del Delta del Río Coatzacoalcos. Libro AE000216

Información meteorológica Estación Cayo Arcas, secretaria de Marina, 2005-2016.

Información meteorológica Estación Coatzacoalcos, secretaria de Marina, 2005-2016.

Información meteorológica Estación Isla Aguada, secretaria de Marina, 2005-2016.

Indicadores de Calidad del Agua CONAGUA 2012 - 2019.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1999. Carta Topográfica Coatzacoalcos, E15A85, Escala 1:50 000, primera impresión, 2da Edición.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. México. Serie III. INEGI. 74 p.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. México. serie IV. INEGI. 126 p.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. México. serie VI. INEGI. 217 p.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Uso de suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional, escala 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Estudio de información integrada de la Cuenca Río Coatzacoalcos y otras / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2016. 92 p. ISBN 978-607-739-989-6. 1. Hidrología - Investigación - Río Coatzacoalcos, Cuenca (Oaxaca).

INEGI. "Características de las localidades y del entorno urbano." INEGI. Octubre 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/cleu/2014/.

INEGI. "SCINCE, Censos y Conteos de Población y Vivienda 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010." INEGI. Septiembre 2020 https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/.

INEGI. "Modelo Digital del Terreno. " INEGI. Octubre 2020. https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?tg=1015.

INEGI. "Mapa Digital de México." INEGI. Julio 2020 http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/.

INEGI. "Marco Geoestadístico Nacional." INEGI. Noviembre 2020. https://www.inegi.org.mx/temas/mg/.

Instituto Mexicano del Transporte e INEGI. "Red Nacional de Caminos. " IMT. Septiembre 2020. https://www.gob.mx/imt/acciones-y-programas/red-nacional-de-caminos.

IMP, Battelle, UNAM, UAM, 2002. Evaluación de Riesgo Ecológico e Impacto de las Operaciones Industriales (Análisis General). Marzo del 2002. 256 p.

Jay, S., C. Jones, P. Slinn and C. Wood. (2007). Environmental impact assessment: Retrospect and prospect. Environmental Impact Assessment Review. 27. 287-300. 10.1016/j.eiar.2006.12.001.

Köhler, G. 2008. Reptiles de Centroamérica. Offenbach, Alemania.

Lee, C. J. 1996. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya world. The lowlands of México, Northern Guatemala, and Belize. 402p.

López, R.E., Montiel, E.J., Amezcua, T.N., Reyes, R.N.A., Servicio Geológico Mexicano, 2008, Carta Geológico Minera Estado de Veracruz, Escala 1:500 000, Comp.

López, P. J. A., Gómez A L. R., Vázquez, V., 2009, Criterios para la selección del sitio de manglar Coatzacoalcos, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. México, 18 págs.

Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y tesis SEA. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA. Zaragoza, España. 84 pp.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. 2014.

Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 476-495.

Open Street Map, Servidor de Mapas Web, Mapa Base". Octubre 2020.

Ortiz 2000. Mapa del sistema clasificatorio del relieve de México a escala 1:250 000. García 1998, 2006. Mapa de los climas de México a escala 1:1000 000. SPP-INEGI 1984a, INIFAP-CONABIO 1995. Mapa de suelos de México a escala 1:250 000. Velázquez-Montes et al. 2002. Mapa de vegetación y uso del suelo de México a escala 1:250 000.

Oviedo, P.A. E., 1996. Evolución Neógena de las cuencas Terciarias del Sureste. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 91 págs., Inédito.

Pemex Exploración - Producción, Provincia Petrolera Cuenca Salina del Istmo, ed. Subdirección Técnica de Exploración., 2010 ver 1.0, 26 págs. (Inédito).

Pindell, J.R.,and Kennan, L., 2009. Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: an update, Special Publications,The Geological Society of London., Vol 328, pp.1-55.

Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 2000. Aves de México. Guía De Campo. 4ta Reimpresión. Impreso En México. Ed. Diana. México, D.F. 473p.

"Plan maestro pluvial emergente de la zona conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín, y parte del municipio de Alvarado".

Priego-Santander et al. 2003ª. Mapa de tipos morfométricos del relieve de México a escala 1:250 000.

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Report PSW-GTR-159-Web. United States Department of Agriculture. Pacific Southwest Research Station Albany, California.

Rodríguez-Macedo, M., González-Christen, A., y León-Paniagua, L. S. 2014. Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México. Revista mexicana de biodiversidad, 85(1), 262-275.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Bot. Mex. 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A., Fa, J. (eds.). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. Nueva York. pp. 129-144.

Secretaría de Desarrollo Social. "Catálogo de Localidades." Sedesol. Julio 2020 http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx

Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. Atlas de riesgo municipales (2011 a 2016). Consultado el 25 de marzo de 2014 en: www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/atlas-municipales. Secretaría de Protección Civil, Gobierno de Veracruz.

Secretaria de Medio Ambiente. "Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca baja del Río Coatzacoalcos. " Gobierno Estatal de Veracruz. Septiembre 2020 http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/ordenamiento-ecologico/. Información Cartográfica Digital.

SEMANART- SEDEMA., 2018. Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, emitido en junio de 2018.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana 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 en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México. 78 pp.

SEMARNAT - ASEA, 2016. Guía para definir la línea base ambiental previo al inicio de las actividades petroleras.

SPP-INEGI 1984b. Mapa geológico de México a escala 1:250 000.

Tirira S., D. 1998. Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. Biología, sistemática y conservación de los Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. Publicación Especial 1:93-125

UNAM, 1997a. Reporte del proyecto de Diagnóstico actual de la calidad ambiental de la zona costera del Golfo de México (Sonda de Campeche, zona costera de Atasta, Dos Bocas y sistema lagunar de Tabasco), donde se localizan las plataformas petroleras y chapopoteras. (Campañas SGM1, SGM2 y SGM3), ICMyL, Universidad Nacional Autónoma de México.

Urbina-Cardona, J. N. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el parque nacional natural isla Gorgona, pacífico colombiano. Caldasia 32(2):479-49.

Vidal, V.M.F., 2011, Atlas de riesgos naturales del municipio de Coatzacoalcos, Veracruz, Número de expediente: PP11/30039/AE/1/077, 105 págs.

Zannetti P.,1986. Air Pollution Modeling. Theories computational methods and available software, Edit. Computational Mechanics Publications.

Zimmerman, L. B. 2001. Transectos de Bandas Auditivas. En: Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica: Métodos estandarizados para Anfibios. Universidad Nacional de la Patagonia. Smithsonia Institution Press. España: Pp. 87-93.

VIII.5. Páginas Web.

- Centro Nacional de Prevención de Desastres
  https://www.gob.mx/cenapred
- Comisión Nacional del Agua
  https://www.conagua.gob.mx
- Instituto Nacional de Estadística, Geografia e Informatica
  https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/
- Servicio Geológico Mexicano
  https://www.sgm.gob.mx
- Servicio Meteorológico Nacional
  https://smn.conagua.gob.mx
- Servicio Sismológico Nacional
  http://www.ssn.unam.mx/
- Monitoreo ambiental de la actividad petrolera en el sur del Golfo de México http://etzna.uacam.mx/epomex/pdf/mancos/cap43.pdf.
- Secretaria del Medio Ambiente
  http://www.sma.df.gob.mx
- https://www.meteored.mx/nanchital-de-lazaro-cardenas-del-rio/historico
- http://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html
- http://nrgibroker.com/que-es-la-linea-base-ambiental/
- http://www.tiempo.com/ram/1120/mapas-de-superficie-la-presion-al-nivel-del-mar/
- http://datos.gob.mx/herramientas/regionalizacion-funcional.html

- http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/714.pdf
- http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/Guia_para_implementar__y_monitorear_el_EE_2011.pdf
- https://www.coast.noaa.gov/hurricanes/#map=6.8/18.125/94.363&search=eyJzZWFyY2hTdHJpbmciOiIxOC4xMjQ2NzgsIC05NC4zNjMzODYiLCJzZWFyY2hUeXBlIjoiY2VudGVyIiwibGF0IjoxOC4xMjQ2NzgsImxvbiI6LTk0LjM2MzM4NiwiY2F0ZWdvcmllcyI6WyJINSIsIkg0IiwiSDMiLCJIMiIsIkgxIiwiVFMiLCJURCIsIkVUIl0sInllYXJzIjpbXSwibW9udGhzIjpbXSwiZW5zbyI6W10sInByZXNzdXJlIjp7InJhbmdlIjpbMCwxMTUwXSwiaW5jbHVkZVVua25vd25QcmVzc3VyZSI6dHJ1ZX0sImJ1ZmZlciI6MTUwLCJidWZmZXJVbml0IjpbIktpbG9tZXRlcnMiXSwic29ydFNlbGVjdGlvbiI6eyJ2YWx1ZSI6InllYXJzX25ld2VzdCIsImxhYmVsIjoiWWVhciAoTmV3ZXN0KSJ9LCJhcHBseVRvQU9JIjp0cnVlLCJpc1N0b3JtTGFiZWxzVmlzaWJsZSI6dHJ1ZX0=
- Http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua&ver=mapa#&ui-state=dialog.
- https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/tuxtla_final.pdf